



Lampiran 01. Surat Keterangan Penelitian

SURAT KETERANGAN

Yang bertanda tangan di bawah ini, triangulator pola argumen Toulmin, menerangkan bahwa:

Nama : Nathasya Imanuella

NIM : 1813031046

Jurusan/Prodi : Kimia/Pendidikan Kimia

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas : Universitas Pendidikan Ganesha

memang benar yang bersangkutan telah melakukan triangulasi antar-peneliti pada tanggal 22 Oktober 2021 hingga tanggal 22 November 2021 dengan judul: Analisis Pola Argumen Toulmin Buku Ajar Kimia SMA/MA Kelas XII Semester I Kurikulum 2013.

Demikian surat keterangan ini dibuat agar dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Singaraja, 30 November 2021

Triangulator,



Made Erna Sukmayani, S.Pd., M.Pd.

SURAT KETERANGAN

Yang bertanda tangan di bawah ini, triangulator pola argumen Toulmin, menerangkan bahwa:

Nama : Nathasya Imanuella

NIM : 1813031046

Jurusan/Prodi : Kimia/Pendidikan Kimia

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

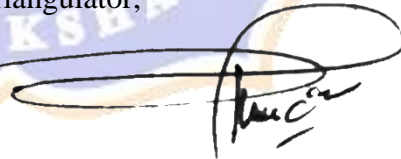
Universitas : Universitas Pendidikan Ganesha

memang benar yang bersangkutan telah melakukan triangulasi antar-peneliti pada tanggal 22 Oktober 2021 hingga tanggal 22 November 2021 dengan judul: Analisis Pola Argumen Toulmin Buku Ajar Kimia SMA/MA Kelas XII Semester I Kurikulum 2013.

Demikian surat keterangan ini dibuat agar dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Singaraja, 1 Desember 2021

Triangulator,



Ni Made Cindy Permatasari, M.Pd.

Lampiran 02. Lembar Triangulasi Data Penelitian

LEMBAR TRIANGULASI DATA PENELITIAN ANALISIS POLA ARGUMEN TOULMIN BUKU AJAR KIMIA SMA/MA KELAS XII SEMESTER I KURIKULUM 2013

Judul Penelitian: Analisis Pola Argumen Toulmin Buku Ajar Kimia SMA/MA Kelas XII Semester I Kurikulum 2013

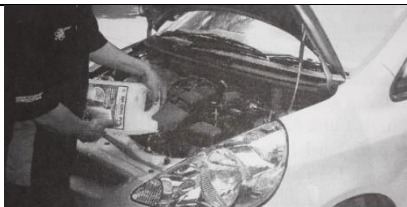
Peneliti : Nathasya Imanuella

Triangulator : Made Erna Sukmayani, S.Pd., M.Pd.; Ni Made Cindy Permatasari, M.Pd.

Dosen Pembimbing : Prof. Dr. I Wayan Redhana, M.Si.; Dr. Drs. I Ketut Sudiana, M.Kes

Subjek Penelitian: Unggul Sudarmo. 2013. Kimia untuk SMA/MA Kelas XII. Penerbit Erlangga

No	Wacana	Elemen Argumen	Bagian Argumen	Kadar Ketajaman Argumen				Pola Argumen
				TAP	Kriteria	I-Rubric	Kriteria	
BAB I SIFAT KOLIGATIF LARUTAN								
1.	Simak tiga peristiwa berikut. (1) Pada saat musim dingin di negara-negara dengan empat musim, salju yang turun dapat menutupi jalan sehingga mengancam keselamatan pemakai jalan. Salah satu cara untuk mencairkan salju adalah dengan menaburkan garam. (2) Etilen glikol ditambahkan pada radiator mobil untuk menurunkan titik beku air radiator. (3) Di negara-negara dengan padang pasir luas yang sulit sumber air tawar, dilakukan desalinasi (penghilangan garam) air laut dengan proses osmosis terbalik (<i>reverse osmosis</i>) untuk mendapatkan air tawar.	<i>Ground</i>	(1) Pada saat musim dingin di negara-negara dengan empat musim, salju yang turun dapat menutupi jalan sehingga mengancam keselamatan pemakai jalan. Salah satu cara untuk mencairkan salju adalah dengan menaburkan garam. (2) Etilen glikol ditambahkan pada radiator mobil untuk menurunkan titik beku air radiator. (3) Di negara-negara dengan padang pasir luas yang sulit sumber air tawar, dilakukan desalinasi (penghilangan garam) air laut dengan proses osmosis terbalik (<i>reverse osmosis</i>) untuk mendapatkan air tawar. Ketiga hal tersebut merupakan pemanfaatan sifat koligatif larutan dalam kehidupan sehari-hari.	Tinggi	<i>Ground</i> berdasarkan hasil penelitian, hasil observasi, dan data statistik	Bagus	<i>Ground</i> dari argumen mudah diidentifikasi, namun perlu klarifikasi	G-C



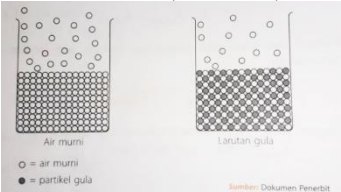
Gambar 1.1 Etilen glikol digunakan untuk menurunkan titik beku air radiator mobil

Ketiga hal tersebut merupakan pemanfaatan sifat koligatif larutan dalam kehidupan sehari-hari. *Sifat koligatif* merupakan sifat larutan yang dipengaruhi oleh jumlah partikel zat terlarut dan tidak tergantung dari sifat zat terlarut. Jumlah partikel zat terlarut dalam satuan konsentrasi, contohnya persen (%), fraksi mol, molaritas, dan molalitas.

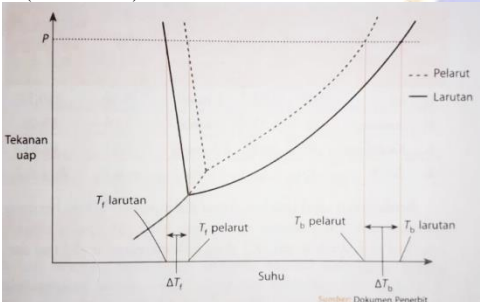
2.	<p>A. Sifat Koligatif Larutan Jika suatu zat dilarutkan ke dalam suatu pelarut, sifat kimia dan sifat fisika dari larutan yang terbentuk dapat saja berbeda dengan sifat pelarut atau zat terlarutnya. Jumlah dan jenis zat terlarut akan berpengaruh terhadap perubahan sifat-sifat tersebut. Untuk memahami hal tersebut, berikut disajikan data hasil percobaan tentang tekanan uap, titik didih, dan titik beku dari beberapa larutan dalam air. Pada suhu 25°C, di atas permukaan air terdapat uap air dengan tekanan 17,54 mmHg. Titik didih air sebesar 100°C dan titik beku air murni tersebut berbeda dengan nilai tekanan uap, titik didih, dan titik beku larutan pada Tabel 1.1. Apa yang dapat Anda simpulkan terkait dengan hal ini? Apa saja yang mempengaruhi tekanan uap, titik didih, dan titik beku air yang sudah ditambahkan zat terlarut? Apakah jenis zat yang dilarutkan (gula, urea, dan glukosa) berpengaruh terhadap nilai tekanan uap, titik didih, dan titik beku suatu larutan?</p> <p>Tabel 1.1 Data hasil percobaan sifat larutan</p> <table border="1" data-bbox="264 1082 931 1158"> <thead> <tr> <th>No.</th> <th>Larutan</th> <th>Konsentrasi</th> <th>Tekanan uap pada 20°C (mmHg)</th> <th>Titik didih (°C)</th> <th>Titik beku (°C)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </tbody> </table>	No.	Larutan	Konsentrasi	Tekanan uap pada 20°C (mmHg)	Titik didih (°C)	Titik beku (°C)							<p><i>Claim</i></p> <p><i>Backing</i></p> <p><i>Ground</i></p> <p><i>Warrant</i></p>	<p><i>Sifat koligatif</i> merupakan sifat larutan yang dipengaruhi oleh jumlah partikel zat terlarut dan tidak tergantung dari sifat zat terlarut.</p> <p>Jika suatu zat dilarutkan ke dalam suatu pelarut, sifat kimia dan sifat fisika dari larutan yang terbentuk dapat saja berbeda dengan sifat pelarut atau zat terlarutnya. Jumlah dan jenis zat terlarut akan berpengaruh terhadap perubahan sifat-sifat tersebut.</p> <p>Data pada Tabel 1.1 menunjukkan bahwa tekanan uap, titik didih, dan titik beku air mengalami perubahan (naik atau turun) apabila ke dalamnya dilarutkan suatu zat yang sukar menguap.</p> <p>Besarnya perubahan tersebut tidak dipengaruhi oleh jenis zat yang dilarutkan ke dalam air, tetapi lebih pada seberapa banyak zat yang dilarutkan.</p>	<p>Tinggi</p> <p>Sedang</p> <p>Tinggi</p> <p>Sedang</p>	<p><i>Claim</i> berdasarkan pada fakta</p> <p><i>Backing</i> berupa pemahaman ilmiah seperti prinsip dan aturan umum</p> <p><i>Ground</i> berdasarkan hasil penelitian, hasil observasi, dan data statistik</p> <p><i>Warrant</i> berupa pemahaman ilmiah seperti prinsip dan aturan umum</p>	<p>Bagus</p> <p>Bagus</p> <p>Sangat bagus</p> <p>Bagus</p>	<p><i>Claim</i> dituliskan secara jelas namun masih perlu diklarifikasi</p> <p><i>Backing</i> mendukung <i>warrant</i>, tetapi masih perlu klarifikasi</p> <p><i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi</p> <p><i>Warrant</i> jelas dan dapat diidentifikasi, tetapi masih perlu klarifikasi</p>	<p>B-G-W-C</p>
No.	Larutan	Konsentrasi	Tekanan uap pada 20°C (mmHg)	Titik didih (°C)	Titik beku (°C)															

	<table border="1"> <tbody> <tr><td>1.</td><td>Gula</td><td>1 molal</td><td>17,23</td><td>100,52</td><td>-1,86</td></tr> <tr><td>2.</td><td>Gula</td><td>2 molal</td><td>16,93</td><td>101,04</td><td>-3,72</td></tr> <tr><td>3.</td><td>Urea</td><td>1 molal</td><td>17,23</td><td>100,52</td><td>-1,86</td></tr> <tr><td>4.</td><td>Urea</td><td>2 molal</td><td>16,93</td><td>101,04</td><td>-3,72</td></tr> <tr><td>5.</td><td>Glukosa</td><td>1 molal</td><td>17,23</td><td>100,52</td><td>-1,86</td></tr> <tr><td>6.</td><td>Glukosa</td><td>2 molal</td><td>16,93</td><td>101,04</td><td>-3,72</td></tr> </tbody> </table> <p>Data pada Tabel 1.1 menunjukkan bahwa tekanan uap, titik didih, dan titik beku air mengalami perubahan (naik atau turun) apabila ke dalamnya dilarutkan suatu zat yang sukar menguap. Besarnya perubahan tersebut tidak dipengaruhi oleh jenis zat yang dilarutkan ke dalam air, tetapi lebih pada seberapa banyak zat yang dilarutkan.</p> <p>Penurunan tekanan uap, kenaikan titik didih, penurunan titik beku, dan tekanan osmosis larutan merupakan <i>sifat koligatif larutan</i>, yaitu <i>sifat larutan yang hanya ditentukan atau dipengaruhi oleh jumlah partikel zat terlarut</i>.</p>	1.	Gula	1 molal	17,23	100,52	-1,86	2.	Gula	2 molal	16,93	101,04	-3,72	3.	Urea	1 molal	17,23	100,52	-1,86	4.	Urea	2 molal	16,93	101,04	-3,72	5.	Glukosa	1 molal	17,23	100,52	-1,86	6.	Glukosa	2 molal	16,93	101,04	-3,72	<i>Claim</i>	Penurunan tekanan uap, kenaikan titik didih, penurunan titik beku, dan tekanan osmosis larutan merupakan <i>sifat koligatif larutan</i> , yaitu <i>sifat larutan yang hanya ditentukan atau dipengaruhi oleh jumlah partikel zat terlarut</i> .	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	
1.	Gula	1 molal	17,23	100,52	-1,86																																							
2.	Gula	2 molal	16,93	101,04	-3,72																																							
3.	Urea	1 molal	17,23	100,52	-1,86																																							
4.	Urea	2 molal	16,93	101,04	-3,72																																							
5.	Glukosa	1 molal	17,23	100,52	-1,86																																							
6.	Glukosa	2 molal	16,93	101,04	-3,72																																							
3	<p>B. Satuan Konsentrasi Larutan</p> <p>Terdapat beberapa cara menyatakan konsentrasi zat dalam larutan, contohnya persen (%), bagian perjuta atau part per million (ppm), molaritas, molalitas, dan fraksi mol. Satuan konsentrasi yang terkait dengan sifat koligatif larutan, yaitu <i>molaritas (M)</i>, <i>fraksi mol (X)</i>, dan <i>molalitas (m)</i>.</p> <p>1. Molaritas</p> <p>Molaritas menyatakan banyaknya mol zat terlarut di dalam setiap 1 liter larutan, dan dinyatakan dengan rumus:</p> $M = \frac{n}{V}$ <p>dengan: M = molaritas larutan n = jumlah mol zat terlarut V = volume larutan</p>	<i>Claim</i>	Molaritas menyatakan banyaknya mol zat terlarut di dalam setiap 1 liter larutan	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	C-G																																				
		<i>Ground</i>	<p>dan dinyatakan dengan rumus:</p> $M = \frac{n}{V}$ <p>dengan: M = molaritas larutan n = jumlah mol zat terlarut V = volume larutan</p>	Sedang	<i>Ground</i> yang disajikan dalam bentuk konsep	Bagus	<i>Ground</i> dari argumen mudah diidentifikasi, namun perlu klarifikasi																																					
4	<p>2. Molalitas</p> <p>Molalitas menyatakan banyaknya mol zat terlarut di dalam setiap 1.000 gram pelarut. Untuk larutan dalam air, massa pelarut dapat dinyatakan dalam volume pelarut, sebab massa jenis air adalah 1 gram/mL. Molalitas dinyatakan dengan rumus:</p> $m = n \times \frac{1.000}{P}$ <p>dengan: m = molalitas larutan n = jumlah mol zat terlarut P = massa pelarut</p>	<i>Claim</i>	Molalitas menyatakan banyaknya mol zat terlarut di dalam setiap 1.000 gram pelarut.	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	C-G																																				
		<i>Ground</i>	<p>Molalitas dinyatakan dengan rumus:</p> $m = n \times \frac{1.000}{P}$ <p>dengan: m = molalitas larutan n = jumlah mol zat terlarut P = massa pelarut</p>	Sedang	<i>Ground</i> yang disajikan dalam bentuk konsep	Bagus	<i>Ground</i> dari argumen mudah diidentifikasi, namun perlu klarifikasi																																					

5	<p>3. Fraksi Mol (X) Fraksi mol suatu zat di dalam suatu larutan menyatakan perbandingan banyaknya mol dari zat tertentu terhadap jumlah mol seluruh komponen dalam larutan. Jika n_A zat A bercampur dengan n_B zat B, fraksi mol zat A (X_A) dan fraksi mol zat B (X_B) dinyatakan dengan:</p> $X_A = \frac{n_A}{n_A + n_B}$ <p>dan</p> $X_B = \frac{n_B}{n_A + n_B}$ <p>Apabila fraksi mol dari masing-masing zat yang ada dalam larutan dijumlahkan, secara keseluruhan nilainya adalah 1 (satu) atau:</p> $X_A + X_B = 1$	<i>Claim</i>	Fraksi mol suatu zat di dalam suatu larutan menyatakan perbandingan banyaknya mol dari zat tertentu terhadap jumlah mol seluruh komponen dalam larutan.	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	C-G
		<i>Ground</i>	Jika n_A zat A bercampur dengan n_B zat B, fraksi mol zat A (X_A) dan fraksi mol zat B (X_B) dinyatakan dengan:	Sedang	<i>Ground</i> yang disajikan dalam bentuk konsep	Bagus	<i>Ground</i> dari argumen mudah diidentifikasi, namun perlu klarifikasi	
6	<p>C. Penurunan Tekanan Uap (ΔP) Apakah yang akan terjadi jika semangkok air dibiarkan di udara terbuka? Mengapa pakaian basah dapat menjadi kering? Pada dua kejadian tersebut, air mengalami penguapan. Proses penguapan adalah perubahan suatu wujud zat dari air menjadi gas. Ada kecenderungan bahwa suatu zat cair akan mengalami penguapan. Kecepatan penguapan dari setiap zat cair tidak sama. Akan tetapi, pada umumnya zat cair akan semakin mudah menguap jika suhunya semakin tinggi.</p> <p>Banyak sedikitnya uap di atas permukaan zat cair diukur berdasarkan tekanan uap zat cair tersebut. Semakin tinggi suhu zat cair, semakin banyak uap yang berada di atas permukaan zat cair. Hal ini berarti tekanan uapnya semakin tinggi. Jumlah uap di atas permukaan zat cair akan mencapai kejenuhan pada tekanan tersebut, sebab jika jumlah uap sudah jenuh akan terjadi pengembunan. Tekanan uap ini disebut tekanan uap jenuh. Pada suhu 20°C, tekanan uap air jenuh di atas permukaan air adalah 17,54 mmHg.</p>	<i>Qualifier</i>	Ada kecenderungan bahwa suatu zat cair akan mengalami penguapan. Kecepatan penguapan dari setiap zat cair tidak sama. Akan tetapi, pada umumnya zat cair akan semakin mudah menguap jika suhunya semakin tinggi.	Sedang	<i>Backing</i> berupa pemahaman ilmiah seperti prinsip dan aturan umum	Bagus	<i>Qualifier</i> agak membatasi <i>claim</i>	Q-C-G-W
		<i>Claim</i>	Banyak sedikitnya uap di atas permukaan zat cair diukur berdasarkan tekanan uap zat cair tersebut.	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	
		<i>Ground</i>	Semakin tinggi suhu zat cair, semakin banyak uap yang berada di atas permukaan zat cair. Hal ini berarti tekanan uapnya semakin tinggi.	Sedang	<i>Ground</i> yang disajikan dalam bentuk konsep	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	
		<i>Warrant</i>	Jumlah uap di atas permukaan zat cair akan mencapai kejenuhan pada tekanan tersebut, sebab jika jumlah uap sudah jenuh akan terjadi pengembunan. Tekanan uap ini disebut tekanan uap jenuh .	Sedang	<i>Warrant</i> berupa pemahaman ilmiah seperti prinsip dan aturan umum	Bagus	<i>Warrant</i> jelas dan dapat diidentifikasi, tetapi masih perlu klarifikasi	

7	<p>Bagaimana tekanan uap air tersebut jika didalam air terlarut suatu zat yang sukar menguap (nonvolatil)? Penguapan air merupakan peristiwa lepasnya molekul-molekul air dari permukaan air tersebut (Gambar 1.2).</p>  <p>Gambar 1.2 Penguapan air. (a) Penguapan pada air murni (tidak terhalang partikel). (b) Penguapan pada larutan (terhalang partikel zat terlarut)</p> <p>Jika di atas permukaan air terhalang oleh partikel-partikel zat yang terlarut di dalamnya, proses penguapan akan terganggu. Akibatnya, jumlah uap air di atas permukaan air menjadi berkurang sehingga tekanan uapnya akan turun. Besarnya penurunan tekanan uap akibat adanya zat terlarut disebut dengan penurunan tekanan uap larutan.</p>	Ground	Jika di atas permukaan air terhalang oleh partikel-partikel zat yang terlarut di dalamnya, proses penguapan akan terganggu. Akibatnya, jumlah uap air di atas permukaan air menjadi berkurang sehingga tekanan uapnya akan turun.	Sedang	Ground yang disajikan dalam bentuk konsep	Sangat bagus	Ground dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	G-C
		Claim	Besarnya penurunan tekanan uap akibat adanya zat terlarut disebut dengan penurunan tekanan uap larutan .	Tinggi	Claim berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	Claim dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	
8	<p>Sejak tahun 1887 – 1888, Francois Marie Raoult telah mempelajari hubungan antara tekanan uap dan konsentrasi zat terlarut, dan mendapatkan suatu kesimpulan bahwa, <i>besarnya tekanan uap larutan sebanding dengan fraksi mol pelarut dan tekanan uap dari pelarut murninya</i>. Pernyataan tersebut dikenal dengan Hukum Raoult dan dapat dituliskan sebagai berikut.</p> $P = P^o X_{\text{pelarut}}$ <p>dengan: P = tekanan uap larutan X_{pelarut} = fraksi mol pelarut P^o = tekanan uap pelarut murni.</p>	Claim	Sejak tahun 1887 – 1888, Francois Marie Raoult telah mempelajari hubungan antara tekanan uap dan konsentrasi zat terlarut, dan mendapatkan suatu kesimpulan bahwa, <i>besarnya tekanan uap larutan sebanding dengan fraksi mol pelarut dan tekanan uap dari pelarut murninya</i> .	Tinggi	Claim berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	Claim dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	C-G
		Ground	Pernyataan tersebut dikenal dengan Hukum Raoult dan dapat dituliskan sebagai berikut. $P = P^o X_{\text{pelarut}}$ <p>dengan: P = tekanan uap larutan X_{pelarut} = fraksi mol pelarut P^o = tekanan uap pelarut murni.</p>	Sedang	Ground yang disajikan dalam bentuk konsep	Bagus	Ground dari argumen mudah diidentifikasi, namun perlu klarifikasi	
9	<p>Penurunan tekanan uap (ΔP) merupakan sifat koligatif, bukan tekanan uap larutan (P). Oleh karena itu, perlu dicari hubungan antara penurunan tekanan uap larutan dengan besarnya tekanan uap larutan. Besarnya penurunan tekanan uap larutan (ΔP) merupakan selisih dari tekanan uap pelarut murni (P^o) dengan tekanan uap larutan (P), sehingga dapat dinyatakan:</p>	Claim	Penurunan tekanan uap (ΔP) merupakan sifat koligatif, bukan tekanan uap larutan (P).	Tinggi	Claim berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	Claim dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	C-W-G

	<p style="text-align: center;">$\Delta P = P^o - P$</p> <p>Oleh karena $P = X_{\text{pelarut}} \cdot P^o$, maka persamaan tersebut dapat ditulis menjadi: $\Delta P = P^o - (P^o X_{\text{pelarut}})$ $\Delta P = P^o (1 - X_{\text{pelarut}})$</p> <p>Telah diketahui bahwa: $X_{\text{pelarut}} + X_{\text{terlarut}} = 1$, sehingga: $1 - X_{\text{pelarut}} = X_{\text{terlarut}}$</p> <p>Dengan demikian, nilai penurunan tekanan uap larutan dapat dirumuskan: $\Delta P = P^o X_{\text{terlarut}}$</p> <p>dengan: ΔP = penurunan tekanan uap larutan X_{terlarut} = fraksi mol zat terlarut</p> <p>Besarnya penurunan tekanan uap dari suatu larutan dapat digunakan untuk menentukan massa molekul relatif dari zat terlarut.</p>	Warrant	Oleh karena itu, perlu dicari hubungan antara penurunan tekanan uap larutan dengan besarnya tekanan uap larutan.	Rendah	Warrant berupa ide-ide penulis dari kehidupan sehari-hari untuk mendukung <i>claim</i>	Bagus	Warrant jelas dan dapat diidentifikasi, tetapi masih perlu klarifikasi	
		Ground	<p>Besarnya penurunan tekanan uap larutan (ΔP) merupakan selisih dari tekanan uap pelarut murni (P^o) dengan tekanan uap larutan (P), sehingga dapat dinyatakan: $\Delta P = P^o - P$</p> <p>Oleh karena $P = X_{\text{pelarut}} \cdot P^o$, maka persamaan tersebut dapat ditulis menjadi: $\Delta P = P^o - (P^o X_{\text{pelarut}})$ $\Delta P = P^o (1 - X_{\text{pelarut}})$</p> <p>Telah diketahui bahwa: $X_{\text{pelarut}} + X_{\text{terlarut}} = 1$, sehingga: $1 - X_{\text{pelarut}} = X_{\text{terlarut}}$</p> <p>Dengan demikian, nilai penurunan tekanan uap larutan dapat dirumuskan: $\Delta P = P^o X_{\text{terlarut}}$</p> <p>dengan: ΔP = penurunan tekanan uap larutan X_{terlarut} = fraksi mol zat terlarut</p>	Sedang	Ground yang disajikan dalam bentuk konsep	Sangat bagus	Ground dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	
10	<p>D. Kenaikan Titik Didih Larutan (ΔT_b)</p> <p>Jika suatu zat cair dinaikkan suhunya, semakin banyak zat cair yang menguap. Pada suatu suhu tertentu, tekanan uap zat cair di atas permukaan zat akan sama dengan tekanan udara luar. Pada saat itulah zat cair mendidih. Suhu dimana tekanan uap di atas permukaan zat cair sama dengan tekanan udara luar disebut dengan <i>titik didih</i>.</p> <p>Titik didih air murni pada tekanan 1 atm adalah 100°C. Hal ini berarti pada saat air dipanaskan sampai 100°C, tekanan uap air murni akan mencapai 1 atm atau 760 mmHg (sama dengan tekanan udara luar). Dengan demikian, apabila tekanan udara luar kurang dari 1 atm (misalnya di puncak gunung), maka titik didih air kurang dari 100°C.</p>	Warrant	Jika suatu zat cair dinaikkan suhunya, semakin banyak zat cair yang menguap. Pada suatu suhu tertentu, tekanan uap zat cair di atas permukaan zat akan sama dengan tekanan udara luar. Pada saat itulah zat cair mendidih.	Sedang	Warrant berupa pemahaman ilmiah seperti prinsip dan aturan umum	Sangat bagus	Warrant tertulis dengan baik, mudah diidentifikasi, dan menghubungkan <i>claim</i> dan <i>ground</i> .	W-C-G
		Claim	Suhu dimana tekanan uap di atas permukaan zat cair sama dengan tekanan udara luar disebut dengan <i>titik didih</i> .	Tinggi	Claim berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	Claim dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik.	

		<i>Ground</i>	Titik didih air murni pada tekanan 1 atm adalah 100°C. Hal ini berarti pada saat air dipanaskan sampai 100°C, tekanan uap air murni akan mencapai 1 atm atau 760 mmHg (sama dengan tekanan udara luar). Dengan demikian, apabila tekanan udara luar kurang dari 1 atm (misalnya di puncak gunung), maka titik didih air kurang dari 100°C.	Tinggi	<i>Ground</i> berdasarkan hasil penelitian, hasil observasi, dan data statistik	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	
11	<p>Jika ke dalam air murni dilarutkan suatu zat yang sukar menguap, maka pada suhu 100°C tekanan uap air belum mencapai 1 atm. Hal ini berarti air belum mendidih. Agar dapat mendidih (tekanan uap air mencapai 1 atm), maka diperlukan suhu yang lebih tinggi. Besarnya kenaikan suhu itulah yang disebut dengan <i>kenaikan titik didih</i> (ΔT_b). Analisis penurunan tekanan uap, kenaikan titik didih, dan penurunan titik beku dapat dilihat pada diagram fase (kurva P-T) air dan larutan (Gambar 1.3).</p>  <p style="text-align: center;">Gambar 1.3 Diagram P-T larutan dan pelarut</p>	<i>Claim</i>	Jika ke dalam air murni dilarutkan suatu zat yang sukar menguap, maka pada suhu 100°C tekanan uap air belum mencapai 1 atm.	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	C-W-B-G
		<i>Warrant</i>	Hal ini berarti air belum mendidih.	Sedang	<i>Warrant</i> berupa pemahaman ilmiah seperti prinsip dan aturan umum	Sedang	<i>Warrant</i> kurang jelas, tetapi ada yang menghubungkan an <i>claim</i> dan <i>ground</i>	
		<i>Backing</i>	Agar dapat mendidih (tekanan uap air mencapai 1 atm), maka diperlukan suhu yang lebih tinggi. Besarnya kenaikan suhu itulah yang disebut dengan <i>kenaikan titik didih</i> (ΔT_b).	Sedang	<i>Backing</i> berupa pemahaman ilmiah seperti prinsip dan aturan umum	Bagus	<i>Backing</i> mendukung <i>warrant</i> , tetapi masih perlu klarifikasi	
		<i>Ground</i>	Analisis penurunan tekanan uap, kenaikan titik didih, dan penurunan titik beku dapat dilihat pada diagram fase (kurva P-T) air dan larutan (Gambar 1.3).	Tinggi	<i>Ground</i> berdasarkan hasil penelitian, hasil observasi, dan data statistik	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	
12	<p>1. Tetapan Kenaikan Titik Didih Molal (K_b) Seperti telah dijelaskan bahwa sifat koligatif tidak dipengaruhi oleh jenis (macamnya) zat yang dilarutkan, tetapi ditentukan oleh jumlah partikel yang terlarut di dalamnya, yang dinyatakan dengan konsentrasi. <i>Tetapan kenaikan titik didih molal (K_b) adalah besarnya kenaikan titik didih untuk 1 molal larutan.</i></p>	<i>Claim</i>	<i>Tetapan kenaikan titik didih molal (K_b) adalah besarnya kenaikan titik didih untuk 1 molal larutan.</i>	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	C-W-G

	<p>Nilai tetapan kenaikan titik didih molal (K_b) untuk setiap pelarut tidak sama. Berikut ini adalah nilai tetapan kenaikan titik didih molal (K_b) untuk beberapa pelarut.</p> <p>Tabel 1.2 Nilai K_b untuk beberapa pelarut.</p> <table border="1" data-bbox="264 403 846 536"> <thead> <tr> <th>Pelarut</th> <th>K_b (°C/molal)</th> <th>Pelarut</th> <th>K_b (°C/molal)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Air</td> <td>0,52</td> <td>Kloroform</td> <td>3,63</td> </tr> <tr> <td>Benzena</td> <td>2,53</td> <td>Dietil eter</td> <td>2,02</td> </tr> <tr> <td>Kamfer</td> <td>5,95</td> <td>Etanol (alkohol)</td> <td>1,22</td> </tr> </tbody> </table>	Pelarut	K_b (°C/molal)	Pelarut	K_b (°C/molal)	Air	0,52	Kloroform	3,63	Benzena	2,53	Dietil eter	2,02	Kamfer	5,95	Etanol (alkohol)	1,22	<i>Warrant</i>	Nilai tetapan kenaikan titik didih molal (K_b) untuk setiap pelarut tidak sama.	Sedang	<i>Warrant</i> berupa pemahaman ilmiah seperti prinsip dan aturan umum	Sangat bagus	<i>Warrant</i> tertulis dengan baik, mudah diidentifikasi, dan menghubungkan <i>claim</i> dan <i>ground</i> .																				
Pelarut	K_b (°C/molal)	Pelarut	K_b (°C/molal)																																								
Air	0,52	Kloroform	3,63																																								
Benzena	2,53	Dietil eter	2,02																																								
Kamfer	5,95	Etanol (alkohol)	1,22																																								
		<i>Ground</i>	Berikut ini adalah nilai tetapan kenaikan titik didih molal (K_b) untuk beberapa pelarut.	Tinggi	<i>Ground</i> berdasarkan hasil penelitian, hasil observasi, dan data statistik	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi																																				
13	<p>2. Menentukan Titik Didih Larutan (T_b)</p> <p>Dengan mengetahui nilai tetapan kenaikan titik didih molal (K_b) dari pelarutnya, nilai kenaikan titik didih dapat ditentukan dengan memperhatikan kemolalan larutan. Simak contohnya pada Tabel 1.3 berikut.</p> <p>Tabel 1.3 Hubungan antara kemolalan (m) dengan kenaikan titik didih ΔT_b.</p> <table border="1" data-bbox="264 799 943 1034"> <thead> <tr> <th>No.</th> <th>Pelarut</th> <th>Titik didih (°C)</th> <th>Nilai K_b</th> <th>Konsentrasi zat terlarut</th> <th>Kenaikan titik didih (°C)</th> <th>Titik didih larutan (°C)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1.</td> <td>Air</td> <td>100</td> <td>0,52</td> <td>1 molal</td> <td>0,52</td> <td>100,52</td> </tr> <tr> <td>2.</td> <td>Benzena</td> <td>80</td> <td>2,3</td> <td>2 molal</td> <td>5,06</td> <td>85,06</td> </tr> <tr> <td>3.</td> <td>Kloroform</td> <td>61</td> <td>3,63</td> <td>0,5 molal</td> <td>1,81</td> <td>62,81</td> </tr> <tr> <td>4.</td> <td>Zat X</td> <td>T_b</td> <td>K_b</td> <td>M</td> <td>$m \times K_b$</td> <td>$T_b + \Delta T_b$</td> </tr> </tbody> </table> <p>Berdasarkan tabel tersebut, dapat disimpulkan bahwa besarnya kenaikan titik didih larutan merupakan hasil kali antara tetapan kenaikan titik didih molal (K_b) dengan konsentrasi molal (m) dari larutan, atau:</p> $\Delta T_b = K_b m$	No.	Pelarut	Titik didih (°C)	Nilai K_b	Konsentrasi zat terlarut	Kenaikan titik didih (°C)	Titik didih larutan (°C)	1.	Air	100	0,52	1 molal	0,52	100,52	2.	Benzena	80	2,3	2 molal	5,06	85,06	3.	Kloroform	61	3,63	0,5 molal	1,81	62,81	4.	Zat X	T_b	K_b	M	$m \times K_b$	$T_b + \Delta T_b$	<i>Warrant</i>	Dengan mengetahui nilai tetapan kenaikan titik didih molal (K_b) dari pelarutnya, nilai kenaikan titik didih dapat ditentukan dengan memperhatikan kemolalan larutan.	Sedang	<i>Warrant</i> berupa pemahaman ilmiah seperti prinsip dan aturan umum	Sangat bagus	<i>Warrant</i> tertulis dengan baik, mudah diidentifikasi, dan menghubungkan <i>claim</i> dan <i>ground</i> .	W-G-C
No.	Pelarut	Titik didih (°C)	Nilai K_b	Konsentrasi zat terlarut	Kenaikan titik didih (°C)	Titik didih larutan (°C)																																					
1.	Air	100	0,52	1 molal	0,52	100,52																																					
2.	Benzena	80	2,3	2 molal	5,06	85,06																																					
3.	Kloroform	61	3,63	0,5 molal	1,81	62,81																																					
4.	Zat X	T_b	K_b	M	$m \times K_b$	$T_b + \Delta T_b$																																					
		<i>Ground</i>	Simak contohnya pada Tabel 1.3 berikut.	Tinggi	<i>Ground</i> berdasarkan hasil penelitian, hasil observasi, dan data statistik	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi																																				
		<i>Claim</i>	Berdasarkan tabel tersebut, dapat disimpulkan bahwa besarnya kenaikan titik didih larutan merupakan hasil kali antara tetapan kenaikan titik didih molal (K_b) dengan konsentrasi molal (m) dari larutan, atau:	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik																																				

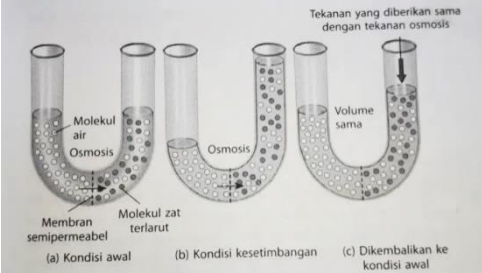
14	<p>Titik didih larutan merupakan titik didih pelarut ditambahkan dengan besarnya kenaikan titik didih, atau:</p> $T_b = T_b^o + \Delta T_b$ <p>Oleh karena molalitas larutan dirumuskan dengan:</p> $m = n \times \frac{1.000}{P}$ <p>maka:</p> $\Delta T_b = K_b \times m$ $\Delta T_b = K_b \left(n \times \frac{1.000}{P} \right)$ <p>dengan: ΔT_b = kenaikan titik didih molal K_b = tetapan kenaikan titik didih molal n = jumlah mol zat terlarut P = massa pelarut</p> <p>Kenaikan titik didih larutan dapat digunakan untuk menentukan massa molekul relatif suatu zat terlarut.</p>	<i>Claim</i>	Titik didih larutan merupakan titik didih pelarut ditambahkan dengan besarnya kenaikan titik didih, atau:	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	C-W-G
		<i>Warrant</i>	Oleh karena molalitas larutan dirumuskan dengan:	Sedang	<i>Warrant</i> berupa pemahaman ilmiah seperti prinsip dan aturan umum	Sangat bagus	<i>Warrant</i> tertulis dengan baik, mudah diidentifikasi, dan menghubungkan <i>claim</i> dan <i>ground</i> .	
		<i>Ground</i>	$\Delta T_b = K_b \left(n \times \frac{1.000}{P} \right)$ <p>dengan: ΔT_b = kenaikan titik didih molal K_b = tetapan kenaikan titik didih molal n = jumlah mol zat terlarut P = massa pelarut</p>	Sedang	<i>Ground</i> yang disajikan dalam bentuk konsep	Bagus	<i>Ground</i> dari argumen mudah diidentifikasi, namun perlu klarifikasi	
15	<p>E. Penurunan Titik Beku (ΔT_f)</p> <p>Bagi sebagian orang, menikmati salju yang turun di negara-negara dengan empat musim merupakan suatu keindahan tersendiri. Akan tetapi, salju juga dapat menjadi sumber masalah. Salju yang turun menyebabkan jalanan menjadi licin sehingga membahayakan pengendara kendaraan bermotor. Oleh karena itu, salju biasanya dibersihkan dari jalan raya. Salah satu cara yang dilakukan adalah dengan menaburkan garam sehingga salju mencair.</p> <p>Garam yang ditaburkan akan menyebabkan titik beku air menurun sehingga air belum membeku pada suhu yang seharusnya sudah menyebabkan air membeku. Bagaimana titik beku tersebut dapat turun? Seberapa besar penurunannya? Berapa banyak garam yang ditaburkan agar salju dapat mencair menjadi air? Proses pembekuan adalah merapatnya partikel-partikel zat cair sehingga akan terjadi gaya tarik-menarik antarmolekul zat cair yang sangat kuat dan akhirnya terbentuklah zat padat. Adanya zat terlarut akan mengakibatkan proses pergerakan molekul-molekul pelarut terhalang sehingga diperlukan suhu yang lebih rendah</p>	<i>Claim</i>	Garam yang ditaburkan akan menyebabkan titik beku air menurun sehingga air belum membeku pada suhu yang seharusnya sudah menyebabkan air membeku.	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	C-G-B-W
		<i>Ground</i>	Proses pembekuan adalah merapatnya partikel-partikel zat cair sehingga akan terjadi gaya tarik-menarik antarmolekul zat cair yang sangat kuat dan akhirnya terbentuklah zat padat.	Sedang	<i>Ground</i> yang disajikan dalam bentuk konsep	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	
		<i>Backing</i>	Adanya zat terlarut akan mengakibatkan proses pergerakan molekul-molekul pelarut terhalang sehingga diperlukan suhu yang lebih rendah untuk dapat mendekati jarak antarmolekul agar terjadi proses pembekuan.	Sedang	<i>Backing</i> berupa pemahaman ilmiah seperti prinsip dan aturan umum	Sangat bagus	<i>Backing</i> mendukung <i>warrant</i>	



Gambar 1.4 Garam dapat digunakan untuk membersihkan salju dari jalan raya untuk dapat mendekatkan jarak antarmolekul agar terjadi proses pembekuan. Dengan demikian, adanya zat terlarut pada suatu zat cair mengakibatkan penurunan titik beku zat cair tersebut. Penurunan titik beku larutan merupakan sifat koligatif, seperti halnya kenaikan titik didih. Penurunan titik beku tidak dipengaruhi (ditentukan) oleh jenis (macam) zat yang terlarut, tetapi ditentukan oleh seberapa banyak jumlah zat yang terlarut.

			<p><i>Warrant</i></p> <p>Dengan demikian, adanya zat terlarut pada suatu zat cair mengakibatkan penurunan titik beku zat cair tersebut.</p>	Sedang	<p><i>Warrant</i> berupa pemahaman ilmiah seperti prinsip dan aturan umum</p>	Sedang	<p><i>Warrant</i> kurang jelas, tetapi ada yang menghubungkan <i>claim</i> dan <i>ground</i></p>																
16	<p>1. Tetapan Penurunan Titik Beku Molal (K_f) Seperti halnya kenaikan titik didih, ukuran penurunan titik beku larutan bergantung pada besarnya tetapan penurunan titik beku molal (K_f) pelarutnya. <i>Tetapan penurunan titik beku molal (K_f) adalah besarnya penurunan titik beku untuk setiap molal zat terlarut dalam suatu larutan.</i> Nilai tetapan penurunan titik beku molal (K_f) untuk setiap pelarut tidak sama. Berikut ini adalah nilai tetapan penurunan titik beku molal (K_f) untuk beberapa pelarut.</p> <p>Tabel 1.4 Nilai K_f untuk beberapa pelarut</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Pelarut</th> <th>K_f (°C/molal)</th> <th>Pelarut</th> <th>K_f (°C/molal)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Air</td> <td>1,86</td> <td>Kloroform</td> <td>4,68</td> </tr> <tr> <td>Benzena</td> <td>5,10</td> <td>Karbon tetraklorida</td> <td>29,80</td> </tr> <tr> <td>Dietil eter</td> <td>1,79</td> <td>Etanol (alkohol)</td> <td>1,99</td> </tr> </tbody> </table>	Pelarut	K_f (°C/molal)	Pelarut	K_f (°C/molal)	Air	1,86	Kloroform	4,68	Benzena	5,10	Karbon tetraklorida	29,80	Dietil eter	1,79	Etanol (alkohol)	1,99	<p><i>Claim</i></p> <p><i>Tetapan penurunan titik beku molal (K_f) adalah besarnya penurunan titik beku untuk setiap molal zat terlarut dalam suatu larutan.</i></p>	Tinggi	<p><i>Claim</i> berdasarkan pada fakta</p>	Sangat bagus	<p><i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik</p>	C-W-G
		Pelarut	K_f (°C/molal)	Pelarut	K_f (°C/molal)																		
		Air	1,86	Kloroform	4,68																		
Benzena	5,10	Karbon tetraklorida	29,80																				
Dietil eter	1,79	Etanol (alkohol)	1,99																				
<p><i>Warrant</i></p> <p>Nilai tetapan penurunan titik beku molal (K_f) untuk setiap pelarut tidak sama.</p>	Sedang	<p><i>Warrant</i> berupa pemahaman ilmiah seperti prinsip dan aturan umum</p>	Sangat bagus	<p><i>Warrant</i> tertulis dengan baik, mudah diidentifikasi, dan menghubungkan <i>claim</i> dan <i>ground</i>.</p>																			
<p><i>Ground</i></p> <p>Berikut ini adalah nilai tetapan penurunan titik beku molal (K_f) untuk beberapa pelarut.</p>	Tinggi	<p><i>Ground</i> berdasarkan hasil penelitian, hasil observasi, dan data statistik</p>	Sangat bagus	<p><i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi</p>																			

17	<p>2. Menentukan Titik Beku Larutan (T_f) Seperti halnya kenaikan titik didih, penurunan titik beku larutan sebanding dengan hasil kali antara kemolalan larutan dengan tetapan penurunan titik beku molal (K_f), dan dinyatakan dengan persamaan: $\Delta T_f = K_f m$ $\Delta T_f = K_f \left(n \times \frac{1.000}{P} \right)$ dengan: ΔT_f = penurunan titik beku K_f = tetapan penurunan titik beku molal n = jumlah mol zat terlarut P = massa pelarut</p>	<i>Claim</i>	Seperti halnya kenaikan titik didih, penurunan titik beku larutan sebanding dengan hasil kali antara kemolalan larutan dengan tetapan penurunan titik beku molal (K_f)	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	C-G
		<i>Ground</i>	$\Delta T_f = K_f m$ $\Delta T_f = K_f \left(n \times \frac{1.000}{P} \right)$ dengan: ΔT_f = penurunan titik beku K_f = tetapan penurunan titik beku molal n = jumlah mol zat terlarut P = massa pelarut	Sedang	<i>Ground</i> yang disajikan dalam bentuk konsep	Bagus	<i>Ground</i> dari argumen mudah diidentifikasi, namun perlu klarifikasi	
18	<p>F. Tekanan Osmosis (π) Pada tahun 1784, seorang ahli fisika Prancis menemukan suatu fenomena, yaitu ketika kantung diisi alkohol kemudian dimasukkan ke dalam air, kantung tersebut akan menggelembung. Berdasarkan pengamatannya, ternyata air akan menerobos masuk melalui dinding semipermeabel dari kantung. <i>Peristiwa Bergeraknya partikel (molekul atau ion) dari suatu larutan yang lebih encer atau pelarut murni ke larutan yang lebih pekat melalui dinding semipermeabel disebut dengan osmosis.</i></p>	<i>Ground</i>	Pada tahun 1784, seorang ahli fisika Prancis menemukan suatu fenomena, yaitu ketika kantung diisi alkohol kemudian dimasukkan ke dalam air, kantung tersebut akan menggelembung.	Tinggi	<i>Ground</i> berdasarkan hasil penelitian, hasil observasi, dan data statistik	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	G-W-C
		<i>Warrant</i>	Berdasarkan pengamatannya, ternyata air akan menerobos masuk melalui dinding semipermeabel dari kantung.	Tinggi	<i>Warrant</i> berupa pandangan para ahli terkait <i>claim</i>	Sangat bagus	<i>Warrant</i> tertulis dengan baik, mudah diidentifikasi, dan menghubungkan <i>claim</i> dan <i>ground</i> .	
		<i>Claim</i>	<i>Peristiwa Bergeraknya partikel (molekul atau ion) dari suatu larutan yang lebih encer atau pelarut murni ke larutan yang lebih pekat melalui dinding semipermeabel disebut dengan osmosis.</i>	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Bagus	<i>Claim</i> dituliskan secara jelas namun masih perlu diklarifikasi	
19	Tidak semua molekul atau partikel dapat melewati dinding semipermeabel. Hanya molekul atau partikel berukuran kecil yang dapat melewati pori-pori (lubang) lapisan dinding semipermeabel. Jika dua larutan yang berbeda konsentrasi saling berhubungan dengan penyekat membran semipermeabel, akan terjadi kecenderungan dimana partikel-partikel bergerak untuk mendapatkan kondisi kesetimbangan. Caranya, molekul-molekul yang lebih kecil (pelarut)	<i>Claim</i>	Jika dua larutan yang berbeda konsentrasi saling berhubungan dengan penyekat membran semipermeabel, akan terjadi kecenderungan dimana partikel-partikel bergerak untuk mendapatkan kondisi kesetimbangan.	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Bagus	<i>Claim</i> dituliskan secara jelas namun masih perlu diklarifikasi	C-W-G

	<p>dari larutan yang berkonsentrasi rendah akan menerobos masuk melalui dinding semipermeabel untuk menuju ke larutan yang lebih pekat. Proses ini menimbulkan tekanan pada dinding semipermeabel dan disebut sebagai tekanan osmosis. Perhatikan Gambar 1.5 berikut.</p>  <p>Gambar 1.5 Peristiwa osmosis.</p>	<p><i>Warrant</i></p>	<p>Caranya, molekul-molekul yang lebih kecil (pelarut) dari larutan yang berkonsentrasi rendah akan menerobos masuk melalui dinding semipermeabel untuk menuju ke larutan yang lebih pekat. Proses ini menimbulkan tekanan pada dinding semipermeabel dan disebut sebagai tekanan osmosis.</p>	<p>Sedang</p>	<p><i>Warrant</i> berupa pemahaman ilmiah seperti prinsip dan aturan umum</p>	<p>Sangat bagus</p>	<p><i>Warrant</i> tertulis dengan baik, mudah diidentifikasi, dan menghubungkan <i>claim</i> dan <i>ground</i>.</p>	
		<p><i>Ground</i></p>	<p>Gambar 1.5 Peristiwa osmosis.</p>	<p>Tinggi</p>	<p><i>Ground</i> berdasarkan hasil penelitian, hasil observasi, dan data statistik</p>	<p>Sangat bagus</p>	<p><i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi</p>	
<p>20</p>	<p>Air menerobos masuk melalui membran semipermeabel sehingga permukaan pada corong tistel akan naik yang mengakibatkan oleh adanya tekanan osmosis. Besarnya tekanan osmosis diukur dengan alat <i>osmometer</i>, dengan memberikan beban pada permukaan larutan yang naik sehingga menjadi sejajar dengan permukaan sebelumnya. Berdasarkan pengamatan Jacobus Henricus van't Hoff, pada larutan ideal berlaku hukum gas ideal sehingga dari persamaan gas ideal:</p> $PV = nRT$ <p>maka tekanannya:</p> $P = \frac{nRT}{V}$ <p>Jika tekanan osmosis larutan dilambangkan dengan π, dari persamaan di atas akan diperoleh:</p> $\pi = \frac{nRT}{V}$ <p>Oleh karena $\frac{n}{V}$ menyatakan konsentrasi suatu larutan (M), maka nilai tekanan osmosis suatu larutan dapat dinyatakan dengan:</p> $\pi = M R T$ <p>dengan: π = tekanan osmosis</p>	<p><i>Claim</i></p>	<p>Air menerobos masuk melalui membran semipermeabel sehingga permukaan pada corong tistel akan naik yang mengakibatkan oleh adanya tekanan osmosis.</p>	<p>Tinggi</p>	<p><i>Claim</i> berdasarkan pada fakta</p>	<p>Bagus</p>	<p><i>Claim</i> dituliskan secara jelas namun masih perlu diklarifikasi</p>	<p>C-W-G</p>
		<p><i>Warrant</i></p>	<p>Berdasarkan pengamatan Jacobus Henricus van't Hoff, pada larutan ideal berlaku hukum gas ideal sehingga dari persamaan gas ideal:</p> $PV = nRT$ <p>maka tekanannya:</p> $P = \frac{nRT}{V}$	<p>Tinggi</p>	<p><i>Warrant</i> berupa pandangan para ahli terkait <i>claim</i></p>	<p>Sedang</p>	<p><i>Warrant</i> kurang jelas, tetapi ada yang menghubungkan <i>claim</i> dan <i>ground</i></p>	

	<p>M = konsentrasi molar R = tetapan gas ideal (0,082 L atm K⁻¹ mol⁻¹) T = suhu mutlak (K)</p> <p>Dua larutan berbeda yang mempunyai tekanan osmosis sama disebut dengan <i>isotonis</i>, sedangkan jika salah satu larutan mempunyai tekanan osmosis lebih tinggi dari yang lain disebut dengan <i>hipertonis</i>. <i>Hipotonis</i> menyatakan keadaan dimana suatu larutan mempunyai tekanan osmosis lebih rendah dari larutan yang lain.</p>	<i>Ground</i>	<p>Jika tekanan osmosis larutan dilambangkan dengan π, dari persamaan di atas akan diperoleh:</p> $\pi = \frac{nRT}{V}$ <p>Oleh karena $\frac{n}{V}$ menyatakan konsentrasi suatu larutan (M), maka nilai tekanan osmosis suatu larutan dapat dinyatakan dengan:</p> $\pi = M R T$ <p>dengan: π = tekanan osmosis M = konsentrasi molar R = tetapan gas ideal (0,082 L atm K⁻¹ mol⁻¹) T = suhu mutlak (K)</p>	Sedang	<i>Ground</i> yang disajikan dalam bentuk konsep	Bagus	<i>Ground</i> dari argumen mudah diidentifikasi, namun perlu klarifikasi	
21	<p>G. Sifat Koligatif Larutan Elektrolit</p> <p>Sebelumnya, telah dibahas bahwa sifat koligatif hanya bergantung pada jumlah partikel yang terlarut di dalamnya, dan tidak bergantung pada jenis zat yang terkandung di dalam larutan. Dalam konsentrasi yang sama, larutan elektrolit mengandung jumlah partikel yang banyak daripada larutan nonelektrolit. Hal ini disebabkan di dalam larutan elektrolit, zat terlarut akan terionisasi.</p> <p>Menurut van't Hoff, besarnya nilai sifat koligatif larutan elektrolit akan lebih besar daripada nilai sifat koligatif larutan nonelektrolit. Pada larutan elektrolit, zat terlarut mengalami ionisasi dengan reaksi ionisasi sebagai berikut,</p> $A \rightarrow nB$ <p>Mula-mula : a mol Terurai : $a\alpha$ mol $na\alpha$</p> <hr/> <p>Akhir : a - $a\alpha$ mol $na\alpha$</p> <p>Setiap a mol A menghasilkan jumlah mol keseluruhan (A+B) sebanyak: (a - $a\alpha$ + $na\alpha$) mol. Jika disederhanakan menjadi:</p> $a(1 - \alpha + n\alpha) \text{ mol}$ $a(1 + n\alpha - \alpha) \text{ mol}$ <p>atau:</p> $a\{1 + \alpha(n - 1)\} \text{ atau } a\{1 + (n - 1)\alpha\}$ <p>Dengan demikian, terdapat faktor perkalian sebesar $\{1 + (n - 1)\alpha\}$ dari jumlah mol semula. Nilai ini disebut dengan <i>faktor van't Hoff</i> dan diberi lambang (<i>i</i>). Pembahasan tersebut menunjukkan bahwa nilai sifat koligatif larutan elektrolit lebih tinggi daripada larutan nonelektrolit yang konsentrasinya sama akibat <i>terjadinya ionisasi pada larutan elektrolit sehingga jumlah partikel yang ada dalam larutan bertambah</i>.</p> <p>Dengan memperhatikan faktor van't Hoff, maka rumusan sifat-sifat koligatif untuk larutan elektrolit harus dikalikan dengan <i>i</i>.</p> $i = 1 + (n - 1)\alpha$	<i>Claim</i>	Dalam konsentrasi yang sama, larutan elektrolit mengandung jumlah partikel yang banyak daripada larutan nonelektrolit.	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Bagus	<i>Claim</i> dituliskan secara jelas namun masih perlu diklarifikasi	C-W-G-B-Q
		<i>Warrant</i>	Menurut van't Hoff, besarnya nilai sifat koligatif larutan elektrolit akan lebih besar daripada nilai sifat koligatif larutan nonelektrolit.	Tinggi	<i>Warrant</i> berupa pandangan para ahli terkait <i>claim</i>	Sangat bagus	<i>Warrant</i> tertulis dengan baik, mudah diidentifikasi, dan menghubungkan <i>claim</i> dan <i>ground</i> .	
		<i>Ground</i>	<p>Pada larutan elektrolit, zat terlarut mengalami ionisasi dengan reaksi ionisasi sebagai berikut,</p> $A \rightarrow nB$ <p>Mula mula : a mol Terurai : $a\alpha$ mol $na\alpha$</p> <hr/> <p>Akhir : a - $a\alpha$ mol $na\alpha$</p> <p>Setiap a mol A menghasilkan jumlah mol keseluruhan (A+B) sebanyak: (a - $a\alpha$ + $na\alpha$) mol. Jika disederhanakan menjadi:</p> $a(1 - \alpha + n\alpha) \text{ mol}$ $a(1 + n\alpha - \alpha) \text{ mol}$ <p>atau:</p> $a\{1 + \alpha(n - 1)\} \text{ atau } a\{1 + (n - 1)\alpha\}$	Sedang	<i>Ground</i> yang disajikan dalam bentuk konsep	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	

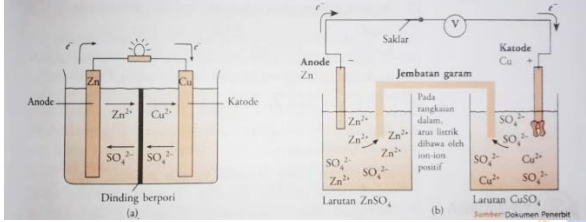
	dengan: n = jumlah ion yang dihasilkan dari setiap satu satuan rumus kimia senyawa terlarut α = derajat ionisasi (untuk larutan elektrolit kuat umumnya dianggap = 1)	<i>Backing</i>	Pembahasan tersebut menunjukkan bahwa nilai sifat koligatif larutan elektrolit lebih tinggi daripada larutan nonelektrolit yang konsentrasinya sama akibat <i>terjadinya ionisasi pada larutan elektrolit sehingga jumlah partikel yang ada dalam larutan bertambah.</i>	Sedang	<i>Backing</i> berupa pemahaman ilmiah seperti prinsip dan aturan umum	Sangat bagus	<i>Backing</i> mendukung <i>warrant</i>	
		<i>Qualifier</i>	Dengan memperhatikan faktor van't Hoff, maka rumusan sifat-sifat koligatif untuk larutan elektrolit harus dikalikan dengan i . $i = 1 + (n - 1)\alpha$ dengan: n = jumlah ion yang dihasilkan dari setiap satu satuan rumus kimia senyawa terlarut α = derajat ionisasi (untuk larutan elektrolit kuat umumnya dianggap = 1)	Sedang	<i>Qualifier</i> berupa pemahaman ilmiah seperti prinsip dan aturan umum	Sedang	<i>Qualifier</i> berusaha membatasi <i>claim</i>	

BAB II REAKSI REDOKS DAN ELEKTROKIMIA

22	A. Penyetaraan Persamaan Reaksi Redoks Salah satu manfaat dari konsep reaksi redoks adalah untuk menyetarakan persamaan reaksi kimia yang rumit. Persamaan reaksi yang sederhana dapat disetarakan dengan cara coba-coba, yaitu dengan mengisi koefisien reaksi pada setiap rumus kimia. Namun, pada persamaan reaksi kimia yang rumit dengan melibatkan lebih dari dua pereaksi, sangat sulit untuk disetarakan dengan cara coba-coba. Di dalam suatu persamaan reaksi terkandung hukum-hukum interaksi materi, antara lain hukum kekekalan massa dan hukum kekekalan muatan. Oleh karena itu, persamaan reaksi dianggap tidak tepat apabila belum memenuhi kedua hukum interaksi tersebut. Suatu persamaan reaksi dianggap memenuhi hukum kekekalan massa apabila jumlah atom sebelum reaksi sama dengan jumlah atom sesudah reaksi, serta memenuhi hukum kekekalan muatan apabila muatan sebelum reaksi sama dengan muatan sesudah reaksi. Persamaan reaksi yang sudah memenuhi kedua persyaratan itu disebut dengan <i>persamaan reaksi setara</i> , dan untuk membuat suatu yang belum setara menjadi setara disebut dengan <i>penyetaraan persamaan reaksi</i> . Contoh persamaan reaksi setara: $3\text{Cu}(s) + 8\text{HNO}_3(aq) \rightarrow 3\text{Cu}^{2+}(aq) + 2\text{NO}(g) + 6\text{NO}_3^-(aq) + 4\text{H}_2\text{O}(l)$	<i>Ground</i>	Di dalam suatu persamaan reaksi terkandung hukum-hukum interaksi materi, antara lain hukum kekekalan massa dan hukum kekekalan muatan.	Sedang	<i>Ground</i> yang disajikan dalam bentuk konsep	Bagus	<i>Ground</i> dari argumen mudah diidentifikasi, namun perlu klarifikasi	G-C-W-B
		<i>Claim</i>	persamaan reaksi dianggap tidak tepat apabila belum memenuhi kedua hukum interaksi tersebut.	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	
		<i>Warrant</i>	Suatu persamaan reaksi dianggap memenuhi hukum kekekalan massa apabila jumlah atom sebelum reaksi sama dengan jumlah atom sesudah reaksi, serta memenuhi hukum kekekalan muatan apabila muatan sebelum reaksi sama dengan muatan sesudah reaksi.	Sedang	<i>Warrant</i> berupa pemahaman ilmiah seperti prinsip dan aturan umum	Sangat bagus	<i>Warrant</i> tertulis dengan baik, mudah diidentifikasi, dan menghubungkan <i>claim</i> dan <i>ground</i> .	
		<i>Backing</i>	Persamaan reaksi yang sudah memenuhi kedua persyaratan itu disebut dengan <i>persamaan reaksi setara</i> , dan untuk membuat suatu yang belum setara menjadi setara disebut dengan <i>penyetaraan persamaan reaksi</i> . Contoh persamaan reaksi setara:	Sedang	<i>Backing</i> berupa pemahaman ilmiah seperti prinsip dan aturan umum	Sangat bagus	<i>Backing</i> mendukung <i>warrant</i>	

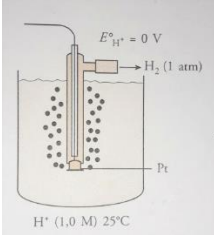
			$3\text{Cu}(s) + 8\text{HNO}_3(aq) \rightarrow 3\text{Cu}^{2+}(aq) + 2\text{NO}(g) + 6\text{NO}_3^-(aq) + 4\text{H}_2\text{O}(l)$					
23	<p>Kadang-kadang dijumpai suatu persamaan reaksi yang berbeda, tetapi semuanya memenuhi kedua persyaratan di atas sehingga semua persamaan reaksi tersebut benar. Sebagai contoh, reaksi antara ion MnO_4^- dan hidrogen peroksida berikut ini.</p> <p>a) $2\text{MnO}_4^-(aq) + \text{H}_2\text{O}_2(aq) + 6\text{H}^+(aq) \rightarrow 2\text{Mn}^{2+}(aq) + 2\text{O}_2(g) + 4\text{H}_2\text{O}(l)$ b) $2\text{MnO}_4^-(aq) + 3\text{H}_2\text{O}_2(aq) + 6\text{H}^+(aq) \rightarrow 2\text{Mn}^{2+}(aq) + 4\text{O}_2(g) + 6\text{H}_2\text{O}(l)$ c) $2\text{MnO}_4^-(aq) + 5\text{H}_2\text{O}_2(aq) + 6\text{H}^+(aq) \rightarrow 2\text{Mn}^{2+}(aq) + 5\text{O}_2(g) + 8\text{H}_2\text{O}(l)$ d) $2\text{MnO}_4^-(aq) + 7\text{H}_2\text{O}_2(aq) + 6\text{H}^+(aq) \rightarrow 2\text{Mn}^{2+}(aq) + 6\text{O}_2(g) + 10\text{H}_2\text{O}(l)$</p> <p>Reaksi di atas semuanya benar secara teoretis. Untuk menunjukkan reaksi mana yang paling benar, dapat dilihat dari fakta percobaan, yaitu jumlah mol gas oksigen yang dihasilkan untuk setiap mol MnO_4^- yang direaksikan. Jika setiap mol MnO_4^- menghasilkan 5 mol gas oksigen, berarti persamaan (c) yang paling benar karena sesuai dengan fakta percobaan.</p>	<p><i>Claim</i></p> <p>Kadang-kadang dijumpai suatu persamaan reaksi yang berbeda, tetapi semuanya memenuhi kedua persyaratan di atas sehingga semua persamaan reaksi tersebut benar.</p>	Sedang	<p><i>Claim</i> berupa sikap penulis, termasuk jenis <i>claim</i> yang berupa nilai-nilai. Penanda <i>claim</i> jenis ini adalah penggunaan kata baik atau buruk, lebih baik atau lebih buruk, benar atau salah</p>	Sangat bagus	<p><i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik</p>	C-G-W	
		<p><i>Ground</i></p> <p>Sebagai contoh, reaksi antara ion MnO_4^- dan hidrogen peroksida berikut ini.</p> <p>a) $2\text{MnO}_4^-(aq) + \text{H}_2\text{O}_2(aq) + 6\text{H}^+(aq) \rightarrow 2\text{Mn}^{2+}(aq) + 2\text{O}_2(g) + 4\text{H}_2\text{O}(l)$ b) $2\text{MnO}_4^-(aq) + 3\text{H}_2\text{O}_2(aq) + 6\text{H}^+(aq) \rightarrow 2\text{Mn}^{2+}(aq) + 4\text{O}_2(g) + 6\text{H}_2\text{O}(l)$ c) $2\text{MnO}_4^-(aq) + 5\text{H}_2\text{O}_2(aq) + 6\text{H}^+(aq) \rightarrow 2\text{Mn}^{2+}(aq) + 5\text{O}_2(g) + 8\text{H}_2\text{O}(l)$ d) $2\text{MnO}_4^-(aq) + 7\text{H}_2\text{O}_2(aq) + 6\text{H}^+(aq) \rightarrow 2\text{Mn}^{2+}(aq) + 6\text{O}_2(g) + 10\text{H}_2\text{O}(l)$</p>	Sedang	<p><i>Ground</i> yang disajikan dalam bentuk konsep</p>	Sangat bagus	<p><i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi</p>		
		<p><i>Warrant</i></p> <p>Reaksi di atas semuanya benar secara teoretis. Untuk menunjukkan reaksi mana yang paling benar, dapat dilihat dari fakta percobaan, yaitu jumlah mol gas oksigen yang dihasilkan untuk setiap mol MnO_4^- yang direaksikan. Jika setiap mol MnO_4^- menghasilkan 5 mol gas oksigen, berarti persamaan (c) yang paling benar karena sesuai dengan fakta percobaan.</p>	Sedang	<p><i>Warrant</i> berupa pemahaman ilmiah seperti prinsip dan aturan umum</p>	Bagus	<p><i>Warrant</i> jelas dan dapat diidentifikasi, tetapi masih perlu klarifikasi</p>		

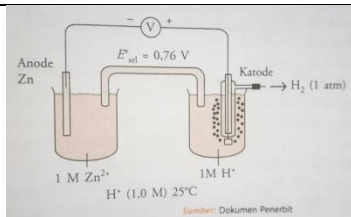
24	<p>Penyetaraan persamaan reaksi dapat dilakukan dengan menggunakan konsep reaksi redoks, yaitu <i>cara bilangan oksidasi</i> dan <i>cara ion elektron</i>. Kedua cara tersebut mempunyai kelebihan dan kekurangan masing-masing.</p> <p>1. Cara Bilangan Oksidasi Penyetaraan persamaan reaksi dengan cara bilangan oksidasi memerlukan keterampilan dalam menghitung bilangan oksidasi secara tepat dan cepat. Cara ini mempunyai tahapan yang lebih sederhana, tetap ada langkah yang harus dilakukan secara berurutan. Beberapa reaksi melibatkan zat-zat padat. Oleh karena itu, reaksinya tidak dituliskan dalam bentuk ion. Namun demikian, secara umum langkah-langkah penyetaraannya sama.</p> <p>2. Cara Ion Elektron atau Setengah Reaksi Pada penyetaraan dengan cara ion elektron, persamaan reaksi dipecah menjadi dua persamaan reaksi yang masing-masing disebut <i>setengah reaksi reduksi</i> dan <i>setengah reaksi oksidasi</i>. Setelah itu, kedua persamaan reaksi dijumlahkan dengan memperhatikan jumlah elektron yang diikat dan dilepas (konsep pelepasan dan pengikatan elektron diterapkan pada cara ini).</p>	<i>Claim</i>	Penyetaraan persamaan reaksi dapat dilakukan dengan menggunakan konsep reaksi redoks, yaitu <i>cara bilangan oksidasi</i> dan <i>cara ion elektron</i> .	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	C-G
		<i>Ground</i>	<p>1. Cara Bilangan Oksidasi Penyetaraan persamaan reaksi dengan cara bilangan oksidasi memerlukan keterampilan dalam menghitung bilangan oksidasi secara tepat dan cepat. Cara ini mempunyai tahapan yang lebih sederhana, tetap ada langkah yang harus dilakukan secara berurutan. Beberapa reaksi melibatkan zat-zat padat. Oleh karena itu, reaksinya tidak dituliskan dalam bentuk ion. Namun demikian, secara umum langkah-langkah penyetaraannya sama.</p> <p>2. Cara Ion Elektron atau Setengah Reaksi Pada penyetaraan dengan cara ion elektron, persamaan reaksi dipecah menjadi dua persamaan reaksi yang masing-masing disebut <i>setengah reaksi reduksi</i> dan <i>setengah reaksi oksidasi</i>. Setelah itu, kedua persamaan reaksi dijumlahkan dengan memperhatikan jumlah elektron yang diikat dan dilepas (konsep pelepasan dan pengikatan elektron diterapkan pada cara ini).</p>	Sedang	<i>Ground</i> yang disajikan dalam bentuk konsep	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	
25	<p>B. Sel Elektrokimia Jika logam tembaga (Cu) dimasukkan ke dalam larutan perak nitrat (AgNO₃), pada permukaan logam tembaga akan segera terbentuk lapisan perak, sedangkan larutannya akan berubah warna menjadi biru karena terbentuk ion Cu²⁺. Reaksi yang terjadi adalah:</p> $Ag^+(aq) + Cu(s) \rightarrow Ag(s) + Cu^{2+}(aq)$ <p>(tak berwarna) (biru)</p> <p>Reaksi di atas sebenarnya terdiri atas dua reaksi, yaitu sebagai berikut.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Setengah reaksi oksidasi yang merupakan reaksi oksidasi logam tembaga. $Cu(s) \rightarrow Cu^{2+}(aq) + 2e^-$ <ul style="list-style-type: none"> • Setengah reaksi reduksi yang merupakan reaksi reduksi ion perak. 	<i>Claim</i>	Jika logam tembaga (Cu) dimasukkan ke dalam larutan perak nitrat (AgNO ₃), pada permukaan logam tembaga akan segera terbentuk lapisan perak, sedangkan larutannya akan berubah warna menjadi biru karena terbentuk ion Cu ²⁺ .	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Bagus	<i>Claim</i> dituliskan secara jelas namun masih perlu diklarifikasi	C-G-W
		<i>Ground</i>	Reaksi yang terjadi adalah:	Tinggi	<i>Ground</i> berdasarkan hasil penelitian, hasil observasi, dan data statistik	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	

	<p style="text-align: center;">$Ag^+(aq) + e^- \rightarrow Ag(s)$</p> <p>Kedua reaksi tersebut menunjukkan bahwa reaksi redoks merupakan reaksi yang melibatkan perpindahan (transfer) elektron dari reduktor (logam Cu) kepada oksidator (larutan ion Ag^+). Reduktor dan oksidator dapat berada dalam satu wadah seperti pada contoh di atas, serta dapat juga berada dalam wadah yang terpisah sehingga elektron mengalir melalui satuan penghantar, misalnya kawat penghantar. Elektron yang bergerak melalui penghantar ini dapat menimbulkan arus listrik searah (DC). Jadi, dengan meletakkan oksidator dan reduktor pada tempat yang terpisah, suatu reaksi redoks dapat digunakan sebagai sumber arus listrik searah. Contohnya terjadi pada baterai dan aki.</p>	Warrant	<p>Reaksi di atas sebenarnya terdiri atas dua reaksi, yaitu sebagai berikut.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Setengah reaksi oksidasi yang merupakan reaksi oksidasi logam tembaga. $Cu(s) \rightarrow Cu^{2+}(aq) + 2e^-$ • Setengah reaksi reduksi yang merupakan reaksi reduksi ion perak. $Ag^+(aq) + e^- \rightarrow Ag(s)$ <p>Kedua reaksi tersebut menunjukkan bahwa reaksi redoks merupakan reaksi yang melibatkan perpindahan (transfer) elektron dari reduktor (logam Cu) kepada oksidator (larutan ion Ag^+).</p>	Sedang	Warrant berupa pemahaman ilmiah seperti prinsip dan aturan umum	Sangat bagus	Warrant tertulis dengan baik, mudah diidentifikasi, dan menghubungkan <i>claim</i> dan <i>ground</i> .	
26	<p>Pemanfaatan reaksi redoks sebagai sumber arus searah dipelopori oleh Luigi Galvani (1780) dan Alessandro Volta (1800) melalui percobaannya. Perangkat yang diciptakan dikenal dengan sebutan <i>sel Volta</i> atau <i>sel Galvani</i>. Sel Volta terdiri atas elektrode Zn yang dicelupkan ke dalam larutan $ZnSO_4$ dan elektrode Cu yang dicelupkan ke dalam larutan $CuSO_4$. Kedua larutan tersebut dipisahkan oleh <i>dinding berpori</i>. Pada perkembangannya, Volta mengganti dinding berpori dengan <i>jembatan garam</i>, yaitu pipa berisi agar-agar yang mengandung garam. Garam tersebut merupakan senyawa yang terdiri atas kation basa dan anion asam, misalnya $NaNO_3$, KNO_3, KCl, atau $NaCl$. Elektron dapat mengalir dari elektrode Zn ke elektrode Cu karena logam seng (Zn) melepaskan elektron (mengalami oksidasi) dan berubah menjadi ion seng (Zn^{2+}) yang larut. Reaksi yang terjadi adalah:</p> $Zn(s) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + 2e^-$  <p>Gambar 2.1 (a) Awalnya, sel Volta terdiri atas dua elektrode dalam satu wadah yang dipisahkan dengan dinding berpori. (b) Setelah disempurnakan, sel Volta terdiri atas dua elektrode yang ditempatkan dalam wadah terpisah dan jembatan garam yang menghubungkan kedua wadah tersebut.</p>	Ground	<p>Elektron dapat mengalir dari elektrode Zn ke elektrode Cu karena logam seng (Zn) melepaskan elektron (mengalami oksidasi) dan berubah menjadi ion seng (Zn^{2+}) yang larut. Reaksi yang terjadi adalah:</p> $Zn(s) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + 2e^-$ <p>Gambar 2.1 (a) Awalnya, sel Volta terdiri atas dua elektrode dalam satu wadah yang dipisahkan dengan dinding berpori. (b) Setelah disempurnakan, sel Volta terdiri atas dua elektrode yang ditempatkan dalam wadah terpisah dan jembatan garam yang menghubungkan kedua wadah tersebut. Elektron yang dilepaskan oleh logam seng pada reaksi tersebut akan ditangkap oleh ion tembaga (Cu^{2+}) yang terdapat pada larutan $CuSO_4$ dan selanjutnya terjadi reaksi reduksi ion Cu^{2+} menjadi logam tembaga (Cu) yang mengendap. Reaksi yang terjadi adalah:</p> $Cu^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Cu(s)$ <p>Elektron yang dilepas oleh Zn dan ditangkap oleh ion Cu^{2+} tersebut bergerak melalui penghantar sehingga menimbulkan arus listrik yang dapat dimanfaatkan untuk menyalakan LED yang dipasang di antara logam Zn dan Cu tersebut.</p>	Tinggi	Ground berdasarkan hasil penelitian, hasil observasi, dan data statistik	Sangat bagus	Ground dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	G-C-W-B

	<p>Elektron yang dilepaskan oleh logam seng pada reaksi tersebut akan ditangkap oleh ion tembaga (Cu^{2+}) yang terdapat pada larutan CuSO_4 dan selanjutnya terjadi reaksi reduksi ion Cu^{2+} menjadi logam tembaga (Cu) yang mengendap. Reaksi yang terjadi adalah:</p> $\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}(\text{s})$ <p>Elektron yang dilepas oleh Zn dan ditangkap oleh ion Cu^{2+} tersebut bergerak melalui penghantar sehingga menimbulkan arus listrik yang dapat dimanfaatkan untuk menyalakan LED yang dipasang di antara logam Zn dan Cu tersebut. Elektrode tempat terjadinya reaksi oksidasi disebut anode, sedangkan elektrode tempat terjadinya reaksi reduksi disebut katode. Pada sel volta di atas, elektrode seng bertindak sebagai anode dan elektrode tembaga sebagai katode. Elektron merupakan partikel bermuatan negatif yang bergerak menuju ke kutub yang bermuatan positif. Pada sel Volta di atas, terlihat bahwa elektron bergerak dari anode menuju ke katode. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa pada sel Volta, <i>anode merupakan kutub negatif dan katode merupakan kutub positif</i>.</p>	<i>Claim</i>	Elektrode tempat terjadinya reaksi oksidasi disebut anode , sedangkan elektrode tempat terjadinya reaksi reduksi disebut katode .	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	
		<i>Warrant</i>	Pada sel volta di atas, elektrode seng bertindak sebagai anode dan elektrode tembaga sebagai katode.	Sedang	<i>Warrant</i> berupa pemahaman ilmiah seperti prinsip dan aturan umum	Sangat bagus	<i>Warrant</i> tertulis dengan baik, mudah diidentifikasi, dan menghubungkan <i>claim</i> dan <i>ground</i> .	
		<i>Backing</i>	Elektron merupakan partikel bermuatan negatif yang bergerak menuju ke kutub yang bermuatan positif. Pada sel Volta di atas, terlihat bahwa elektron bergerak dari anode menuju ke katode. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa pada sel Volta, <i>anode merupakan kutub negatif dan katode merupakan kutub positif</i> .	Sedang	<i>Backing</i> berupa pemahaman ilmiah seperti prinsip dan aturan umum	Sangat bagus	<i>Backing</i> mendukung <i>warrant</i>	
27	<p>Jembatan garam yang menghubungkan kedua wadah berfungsi untuk menetralkan kelebihan muatan listrik. Pada saat Zn melepaskan elektron menjadi ion Zn^{2+}, larutan yang terdapat pada wadah anode akan menjadi sangat positif sehingga ion negatif (SO_4^{2-}) yang terdapat pada jembatan garam akan keluar ke wadah anode tersebut untuk menetralkan muatannya. Di sisi lain, ion Cu^{2+} yang terdapat dalam larutan yang terdapat pada wadah katode mengalami reduksi menjadi logam Cu. Akibatnya, larutan pada wadah katode tersebut menjadi sangat negatif (karena ion SO_4^{2-} kehilangan pasangannya). Selanjutnya, ion positif dari garam (ion Na^+) yang terdapat pada jembatan garam akan ditarik masuk ke dalam ruang katode.</p>	<i>Claim</i>	Jembatan garam yang menghubungkan kedua wadah berfungsi untuk menetralkan kelebihan muatan listrik.	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	C-G
		<i>Ground</i>	Pada saat Zn melepaskan elektron menjadi ion Zn^{2+} , larutan yang terdapat pada wadah anode akan menjadi sangat positif sehingga ion negatif (SO_4^{2-}) yang terdapat pada jembatan garam akan keluar ke wadah anode tersebut untuk menetralkan muatannya. Di sisi lain, ion Cu^{2+} yang terdapat dalam larutan yang terdapat pada wadah katode mengalami reduksi menjadi logam Cu. Akibatnya, larutan pada wadah katode tersebut menjadi sangat negatif (karena ion SO_4^{2-} kehilangan pasangannya). Selanjutnya, ion positif dari garam (ion Na^+) yang terdapat pada jembatan garam akan ditarik masuk ke dalam ruang katode.	Sedang	<i>Ground</i> yang disajikan dalam bentuk konsep	Bagus	<i>Ground</i> dari argumen mudah diidentifikasi, namun perlu klarifikasi	

28	<p>Apabila konsentrasi larutan Cu^{2+} dan Zn^{2+} masing-masing 1,0 M; beda potensial yang terjadi pada sel Volta tersebut adalah 1,10 V. Reaksi yang terjadi pada sel Volta di atas adalah:</p> <p>Anode : $\text{Zn}(s) \rightarrow \text{Zn}^{2+}(aq) + 2e^-$ Katode : $\text{Cu}^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow \text{Cu}(s)$</p> <p>Reaksi sel: $\text{Zn}(s) + \text{Cu}^{2+}(aq) \rightarrow \text{Zn}^{2+}(aq) + \text{Cu}(s)$ Sel Volta di atas dapat ditulis dengan <i>notasi sel</i>. $\text{Zn} \text{Zn}^{2+}(1,0 \text{ M}) \text{Cu}^{2+}(1,0 \text{ M}) \text{Cu} \quad E^\circ_{\text{sel}} = +1,10 \text{ V}$ (Anode) (Katode)</p> <p>Aturan penulisan notasi sel adalah sebagai berikut.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Anode (reaksi oksidasi) diletakkan di sisi kiri dua garis tegak, sedangkan katode (reaksi reduksi) diletakkan di sisi kanannya. Dua garis tegak melambangkan jembatan garam. 2. Konsentrasi larutan dinyatakan dalam satuan molar (M). 3. Beda potensial dituliskan dengan lambang (E°_{sel}) dan dinyatakan dengan satuan volt. 	<i>Claim</i>	Apabila konsentrasi larutan Cu^{2+} dan Zn^{2+} masing-masing 1,0 M; beda potensial yang terjadi pada sel Volta tersebut adalah 1,10 V.	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	C-G-W
		<i>Ground</i>	<p>Reaksi yang terjadi pada sel Volta di atas adalah:</p> <p>Anode : $\text{Zn}(s) \rightarrow \text{Zn}^{2+}(aq) + 2e^-$ Katode : $\text{Cu}^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow \text{Cu}(s)$</p> <p>Reaksi sel: $\text{Zn}(s) + \text{Cu}^{2+}(aq) \rightarrow \text{Zn}^{2+}(aq) + \text{Cu}(s)$ Sel Volta di atas dapat ditulis dengan <i>notasi sel</i>. $\text{Zn} \text{Zn}^{2+}(1,0 \text{ M}) \text{Cu}^{2+}(1,0 \text{ M}) \text{Cu} \quad E^\circ_{\text{sel}} = +1,10 \text{ V}$ (Anode) (Katode)</p>	Tinggi	<i>Ground</i> berdasarkan hasil penelitian, hasil observasi, dan data statistik	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	
		<i>Warrant</i>	<p>Aturan penulisan notasi sel adalah sebagai berikut.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Anode (reaksi oksidasi) diletakkan di sisi kiri dua garis tegak, sedangkan katode (reaksi reduksi) diletakkan di sisi kanannya. Dua garis tegak melambangkan jembatan garam. 2. Konsentrasi larutan dinyatakan dalam satuan molar (M). 3. Beda potensial dituliskan dengan lambang (E°_{sel}) dan dinyatakan dengan satuan volt. 	Sedang	<i>Warrant</i> berupa pemahaman ilmiah seperti prinsip dan aturan umum	Sangat bagus	<i>Warrant</i> tertulis dengan baik, mudah diidentifikasi, dan menghubungkan <i>claim</i> dan <i>ground</i> .	
29	<p>C. Potensial Elektrode Standar</p> <p>Adanya arus listrik yang mengalir dari katode ke anode diakibatkan oleh beda potensial antara anode dan katode. Setiap elektrode mempunyai potensial elektrode yang terjadi akibat tegangan antarmuka dari logam dengan elektrolit. Nilai potensial antarmuka pada elektrode tunggal tidak dapat diukur, sebab untuk mengukur besarnya potensial suatu elektrode harus terjadi arus listrik yang dapat dibaca dengan alat ukur. Oleh karena itu, potensial elektrode diukur dengan cara memasang elektrode tersebut dengan suatu elektrode pembanding (elektrode standar) menjadi suatu sel elektrokimia. Elektrode standar merupakan elektrode acuan yang dianggap mempunyai nilai potensial tertentu.</p>	<i>Ground</i>	Adanya arus listrik yang mengalir dari katode ke anode diakibatkan oleh beda potensial antara anode dan katode.	Sedang	<i>Ground</i> yang disajikan dalam bentuk konsep	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	G-W-C
		<i>Warrant</i>	Setiap elektrode mempunyai potensial elektrode yang terjadi akibat tegangan antarmuka dari logam dengan elektrolit.	Sedang	<i>Warrant</i> berupa pemahaman ilmiah seperti prinsip dan aturan umum	Sangat bagus	<i>Warrant</i> tertulis dengan baik, mudah diidentifikasi, dan menghubungkan <i>claim</i> dan <i>ground</i> .	

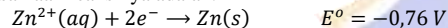
		<i>Claim</i>	Nilai potensial antarmuka pada elektrode tunggal tidak dapat diukur, sebab untuk mengukur besarnya potensial suatu elektrode harus terjadi arus listrik yang dapat dibaca dengan alat ukur. Oleh karena itu, potensial elektrode diukur dengan cara memasang elektrode tersebut dengan suatu elektrode pembanding (elektrode standar) menjadi suatu sel elektrokimia.	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	
30	<p>1. Elektrode Hidrogen sebagai Elektrode Standar</p> <p>Elektrode standar yang digunakan untuk mengukur potensial elektrode adalah elektrode hidrogen – platina, yaitu batang platina yang dimasukkan ke dalam larutan asam yang mengandung ion $H^+(aq)$ 1 M pada suhu $25^{\circ}C$, dan dialiri gas hidrogen pada tekanan 1 atm. Gas hidrogen diabsorpsi oleh batang platina sehingga yang dianggap berinteraksi dengan larutan asam (H^+) adalah gas hidrogen (H_2).</p> <p>Menurut kesepakatan, pada kondisi standar ($25^{\circ}C$; 1 atm; 1,0 M) besarnya beda potensial elektrode tersebut adalah 0,00 volt; dan reaksinya dapat dituliskan sebagai berikut.</p> $2H^+(aq) + 2e^- \rightarrow H_2(g) \quad E^{\circ} = 0,00 V$ <p>atau</p> $H^+(aq)(1 M) H_2(g)(25^{\circ}C, 1 atm) \quad E^{\circ} = 0,00 V$  <p style="text-align: center;">Gambar 2.2 Elektrode standar hidrogen</p>	<i>Claim</i>	Elektrode standar yang digunakan untuk mengukur potensial elektrode adalah elektrode hidrogen – platina, yaitu batang platina yang dimasukkan ke dalam larutan asam yang mengandung ion $H^+(aq)$ 1 M pada suhu $25^{\circ}C$, dan dialiri gas hidrogen pada tekanan 1 atm. Gas hidrogen diabsorpsi oleh batang platina sehingga yang dianggap berinteraksi dengan larutan asam (H^+) adalah gas hidrogen (H_2).	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	C-G
		<i>Ground</i>	Menurut kesepakatan, pada kondisi standar ($25^{\circ}C$; 1 atm; 1,0 M) besarnya beda potensial elektrode tersebut adalah 0,00 volt; dan reaksinya dapat dituliskan sebagai berikut. $2H^+(aq) + 2e^- \rightarrow H_2(g) \quad E^{\circ} = 0,00 V$ <p>atau</p> $H^+(aq)(1 M) H_2(g)(25^{\circ}C, 1 atm) \quad E^{\circ} = 0,00 V$	Tinggi	<i>Ground</i> berdasarkan hasil penelitian, hasil observasi, dan data statistik	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	
31	<p>2. Pengukuran Potensial Elektrode Standar (E°)</p> <p>Pengukuran nilai potensial suatu elektrode dilakukan dengan menyusun elektrode tersebut dengan elektrode standar menjadi suatu sel elektrokimia. Besarnya potensial kemudian dapat terbaca pada voltmeter yang dipasang pada rangkaian luar.</p>	<i>Claim</i>	Pengukuran nilai potensial suatu elektrode dilakukan dengan menyusun elektrode tersebut dengan elektrode standar menjadi suatu sel elektrokimia. Besarnya potensial kemudian dapat terbaca pada voltmeter yang dipasang pada rangkaian luar. Potensial elektrode yang diukur dengan menggunakan elektrode standar disebut dengan <i>potensial elektrode standar (E°)</i> .	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Bagus	<i>Claim</i> dituliskan secara jelas namun masih perlu diklarifikasi	C-G-W-B



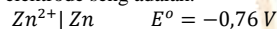
Gambar 2.3 Bagan Sel Volta

Potensial elektrode yang diukur dengan menggunakan elektrode standar disebut dengan *potensial elektrode standar* (E°).
 Besarnya beda potensial yang terbaca pada voltmeter adalah 0,76 volt. Fakta pengukuran menunjukkan bahwa potensial hidrogen (0) lebih tinggi (karena arus listrik mengalir dari elektrode hidrogen ke elektrode seng) sehingga besarnya potensial elektrode seng ditetapkan sebagai -0,76 volt.

Penulisan persamaan reaksinya adalah:



atau notasi setengah sel elektrode seng adalah:

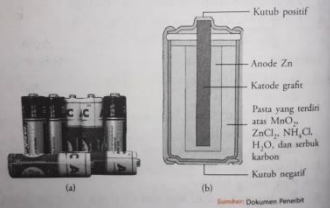


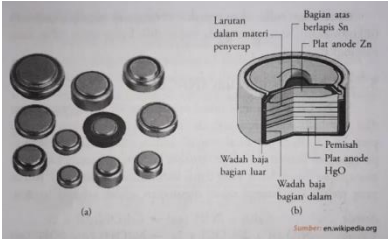
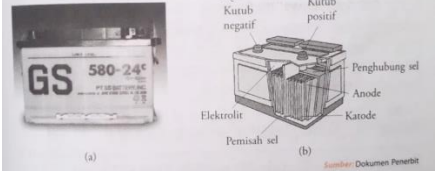
		<i>Ground</i>	Gambar 2.3 Bagan Sel Volta	Tinggi	<i>Ground</i> berdasarkan hasil penelitian, hasil observasi, dan data statistik	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi																			
		<i>Warrant</i>	Besarnya beda potensial yang terbaca pada voltmeter adalah 0,76 volt. Fakta pengukuran menunjukkan bahwa potensial hidrogen (0) lebih tinggi (karena arus listrik mengalir dari elektrode hidrogen ke elektrode seng) sehingga besarnya potensial elektrode seng ditetapkan sebagai -0,76 volt.	Sedang	<i>Warrant</i> berupa pemahaman ilmiah seperti prinsip dan aturan umum	Sangat bagus	<i>Warrant</i> tertulis dengan baik, mudah diidentifikasi, dan menghubungkan <i>claim</i> dan <i>ground</i> .																			
		<i>Backing</i>	Penulisan persamaan reaksinya adalah: $\text{Zn}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^{-} \rightarrow \text{Zn}(\text{s}) \quad E^{\circ} = -0,76 \text{ V}$ atau notasi setengah sel elektrode seng adalah: $\text{Zn}^{2+} \text{Zn} \quad E^{\circ} = -0,76 \text{ V}$	Sedang	<i>Backing</i> berupa pemahaman ilmiah seperti prinsip dan aturan umum	Sangat bagus	<i>Backing</i> mendukung <i>warrant</i>																			
32	<p>Nilai potensial elektrode standar (E°) dari beberapa elektrode dapat dilihat pada Tabel 2.1 (lebih lengkap disajikan pada lampiran). Potensial elektrode standar sering disebut sebagai potensial reduksi standar, sebab dituliskan dalam bentuk tereduksi.</p> <p>Tabel 2.1 Nilai potensial elektrode standar (E°) dari beberapa elektrode</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Setengah reaksi</th> <th>E° (volt)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>$\text{Li}^{+}(\text{aq}) + \text{e}^{-} \rightarrow \text{Li}(\text{s})$</td> <td>-3,045</td> </tr> <tr> <td>$\text{K}^{+}(\text{aq}) + \text{e}^{-} \rightarrow \text{K}(\text{s})$</td> <td>-2,924</td> </tr> <tr> <td>$\text{Ba}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^{-} \rightarrow \text{Ba}(\text{s})$</td> <td>-2,90</td> </tr> <tr> <td>$\text{Sr}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^{-} \rightarrow \text{Sr}(\text{s})$</td> <td>-2,89</td> </tr> <tr> <td>$\text{Ca}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^{-} \rightarrow \text{Ca}(\text{s})$</td> <td>-2,76</td> </tr> <tr> <td>$\text{Na}^{+}(\text{aq}) + \text{e}^{-} \rightarrow \text{Na}(\text{s})$</td> <td>-2,71</td> </tr> <tr> <td>$\text{Mg}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^{-} \rightarrow \text{Mg}(\text{s})$</td> <td>-2,375</td> </tr> <tr> <td>$\text{Al}^{3+}(\text{aq}) + 3\text{e}^{-} \rightarrow \text{Al}(\text{s})$</td> <td>-1,706</td> </tr> </tbody> </table>	Setengah reaksi	E° (volt)	$\text{Li}^{+}(\text{aq}) + \text{e}^{-} \rightarrow \text{Li}(\text{s})$	-3,045	$\text{K}^{+}(\text{aq}) + \text{e}^{-} \rightarrow \text{K}(\text{s})$	-2,924	$\text{Ba}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^{-} \rightarrow \text{Ba}(\text{s})$	-2,90	$\text{Sr}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^{-} \rightarrow \text{Sr}(\text{s})$	-2,89	$\text{Ca}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^{-} \rightarrow \text{Ca}(\text{s})$	-2,76	$\text{Na}^{+}(\text{aq}) + \text{e}^{-} \rightarrow \text{Na}(\text{s})$	-2,71	$\text{Mg}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^{-} \rightarrow \text{Mg}(\text{s})$	-2,375	$\text{Al}^{3+}(\text{aq}) + 3\text{e}^{-} \rightarrow \text{Al}(\text{s})$	-1,706	<i>Ground</i>	Nilai potensial elektrode standar (E°) dari beberapa elektrode dapat dilihat pada Tabel 2.1 (lebih lengkap disajikan pada lampiran).	Tinggi	<i>Ground</i> berdasarkan hasil penelitian, hasil observasi, dan data statistik	Bagus	<i>Ground</i> dari argumen mudah diidentifikasi, namun perlu klarifikasi	G-C
Setengah reaksi	E° (volt)																									
$\text{Li}^{+}(\text{aq}) + \text{e}^{-} \rightarrow \text{Li}(\text{s})$	-3,045																									
$\text{K}^{+}(\text{aq}) + \text{e}^{-} \rightarrow \text{K}(\text{s})$	-2,924																									
$\text{Ba}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^{-} \rightarrow \text{Ba}(\text{s})$	-2,90																									
$\text{Sr}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^{-} \rightarrow \text{Sr}(\text{s})$	-2,89																									
$\text{Ca}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^{-} \rightarrow \text{Ca}(\text{s})$	-2,76																									
$\text{Na}^{+}(\text{aq}) + \text{e}^{-} \rightarrow \text{Na}(\text{s})$	-2,71																									
$\text{Mg}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^{-} \rightarrow \text{Mg}(\text{s})$	-2,375																									
$\text{Al}^{3+}(\text{aq}) + 3\text{e}^{-} \rightarrow \text{Al}(\text{s})$	-1,706																									

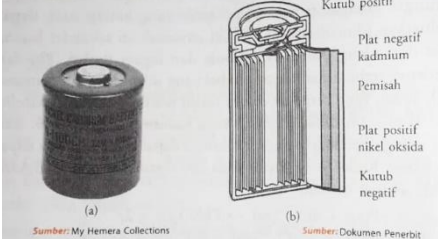
	$Ti^{2+}(aq) + 2e^{-} \rightarrow Ti(s)$ -1,63 $Mn^{2+}(aq) + 2e^{-} \rightarrow Mn(s)$ -1,029 $Cr^{2+}(aq) + 2e^{-} \rightarrow Cr(s)$ -0,91 $2H_2O(l) + 2e^{-} \rightarrow H_2(g) + 2OH^{-}(aq)$ -0,83 $Zn^{2+}(aq) + 2e^{-} \rightarrow Zn(s)$ -0,76 $Cr^{3+}(aq) + 3e^{-} \rightarrow Cr(s)$ -0,74 $Cr^{3+}(aq) + e^{-} \rightarrow Cr^{2+}(aq)$ -0,41 $Fe^{2+}(aq) + 2e^{-} \rightarrow Fe(s)$ -0,409 $Cd^{2+}(aq) + 2e^{-} \rightarrow Cd(s)$ -0,403 $Co^{2+}(aq) + 2e^{-} \rightarrow Co(s)$ -0,28 $Ni^{2+}(aq) + 2e^{-} \rightarrow Ni(s)$ -0,23 $Sn^{2+}(aq) + 2e^{-} \rightarrow Sn(s)$ -0,136 $Pb^{2+}(aq) + 2e^{-} \rightarrow Sn(s)$ -0,126 $Fe^{3+}(aq) + 3e^{-} \rightarrow Fe(s)$ -0,036 $2H^{+}(aq) + 2e^{-} \rightarrow H_2(g)$ 0,000 $Sn^{4+}(aq) + 2e^{-} \rightarrow Sn^{2+}(aq)$ +0,15 $Cu^{2+}(aq) + 2e^{-} \rightarrow Cu(s)$ +0,34 $I_2(s) + 2e^{-} \rightarrow 2I^{-}(aq)$ +0,535 $Ag^{+}(aq) + e^{-} \rightarrow Ag(s)$ +0,799 $Br_2(aq) + 2e^{-} \rightarrow 2Br^{-}(aq)$ +1,087 $Pt^{2+}(aq) + 2e^{-} \rightarrow Pt(s)$ +1,2 $O_2(g) + 4H^{+}(aq) + 4e^{-} \rightarrow 2H_2O(l)$ +1,23 $Cl_2(g) + 2e^{-} \rightarrow 2Cl^{-}(aq)$ +1,34 $Au^{+}(aq) + e^{-} \rightarrow Au(s)$ +1,68 $F_2(g) + 2e^{-} \rightarrow 2F^{-}(aq)$ +2,87		<i>Claim</i>	Potensial elektrode standar sering disebut sebagai potensial reduksi standar, sebab dituliskan dalam bentuk tereduksi.	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	
33	<p>3. Potensial Elektrode Standar dan Potensial Sel</p> <p>Potensial sel (E°_{sel}) merupakan selisih antara nilai potensial anode dan katode suatu sel elektrokimia. Arus listrik yang bergerak dari katode ke anode menunjukkan bahwa katode mempunyai potensial lebih tinggi daripada anode (listrik mengalir dari kutub dengan potensial tinggi ke rendah). Oleh karena itu, nilai potensial sel merupakan selisih nilai potensial katode dikurangi anode, yang dapat dirumuskan sebagai berikut.</p> $E^{\circ}_{sel} = E^{\circ}_{katode} - E^{\circ}_{anode}$ <p>atau</p> $E^{\circ}_{sel} = E^{\circ}_{reduksi} - E^{\circ}_{oksidasi}$		<i>Claim</i>	Potensial sel (E°_{sel}) merupakan selisih antara nilai potensial anode dan katode suatu sel elektrokimia.	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	C-W-G
			<i>Warrant</i>	Arus listrik yang bergerak dari katode ke anode menunjukkan bahwa katode mempunyai potensial lebih tinggi daripada anode (listrik mengalir dari kutub dengan potensial tinggi ke rendah).	Sedang	<i>Warrant</i> berupa pemahaman ilmiah seperti prinsip dan aturan umum	Sangat bagus	<i>Warrant</i> tertulis dengan baik, mudah diidentifikasi, dan menghubungkan <i>claim</i> dan <i>ground</i> .	


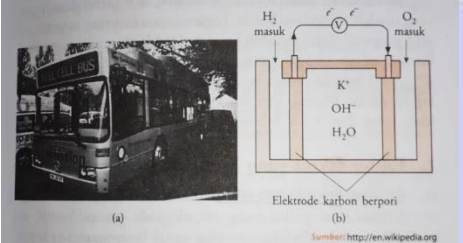
		<i>Ground</i>	Oleh karena itu, nilai potensial sel merupakan selisih nilai potensial katode dikurangi anode, yang dapat dirumuskan sebagai berikut. $E^{\circ}_{sel} = E^{\circ}_{katode} - E^{\circ}_{anode}$ atau $E^{\circ}_{sel} = E^{\circ}_{reduksi} - E^{\circ}_{oksidasi}$	Sedang	<i>Ground</i> yang disajikan dalam bentuk konsep	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	
34	4. Potensial Elektrode Standar dan Reaksi Spontan Untuk memahami hubungan potensial elektrode standar dan kelangsungan reaksi, lakukan kegiatan 2.1 berikut. Percobaan di atas menunjukkan bahwa nilai potensial elektrode dapat digunakan untuk meramalkan apakah suatu reaksi kimia berlangsung spontan atau tidak. Spontan berarti tanpa dorongan apapun, reaksi akan berlangsung dengan sendirinya. Sementara itu, reaksi tidak spontan dapat berlangsung jika ada dorongan atau tambahan energi dari luar. Spontan atau tidaknya suatu reaksi redoks dapat diperkirakan dari nilai potensial reaksinya (E°_{reaksi}). 1. Reaksi dapat berlangsung spontan jika nilai potensial reaksinya positif ($E^{\circ}_{reaksi} > 0$). 2. Reaksi tidak dapat berlangsung spontan jika nilai potensial reaksinya negatif ($E^{\circ}_{reaksi} < 0$).	<i>Ground</i>	Percobaan di atas menunjukkan bahwa nilai potensial elektrode dapat digunakan untuk meramalkan apakah suatu reaksi kimia berlangsung spontan atau tidak.	Tinggi	<i>Ground</i> berdasarkan hasil penelitian, hasil observasi, dan data statistik	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	G-W-C
		<i>Warrant</i>	Spontan berarti tanpa dorongan apapun, reaksi akan berlangsung dengan sendirinya. Sementara itu, reaksi tidak spontan dapat berlangsung jika ada dorongan atau tambahan energi dari luar.	Sedang	<i>Warrant</i> berupa pemahaman ilmiah seperti prinsip dan aturan umum	Sangat bagus	<i>Warrant</i> tertulis dengan baik, mudah diidentifikasi, dan menghubungkan <i>claim</i> dan <i>ground</i> .	
		<i>Claim</i>	Spontan atau tidaknya suatu reaksi redoks dapat diperkirakan dari nilai potensial reaksinya (E°_{reaksi}). 1. Reaksi dapat berlangsung spontan jika nilai potensial reaksinya positif ($E^{\circ}_{reaksi} > 0$). 2. Reaksi tidak dapat berlangsung spontan jika nilai potensial reaksinya negatif ($E^{\circ}_{reaksi} < 0$).	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Bagus	<i>Claim</i> dituliskan secara jelas namun masih perlu diklarifikasi	
35	5. Potensial Elektrode Standar serta Daya Oksidasi dan Daya Reduksi Nilai potensial elektrode dapat digunakan untuk mengetahui daya oksidasi dan daya reduksi suatu zat. Semakin positif nilai potensial reduksi suatu zat, berarti zat tersebut semakin mudah mengalami reduksi, dan itu berarti zat tersebut akan menjadi oksidator kuat. Sebaliknya, semakin negatif nilai potensial reduksi suatu zat, berarti zat tersebut semakin mudah mengalami oksidasi, dan itu berarti zat tersebut akan menjadi reduktor kuat. Jadi, semakin positif nilai potensial reduksi standar suatu zat, semakin kuat daya oksidasinya (<i>oksidator kuat</i>) dan sebaliknya, semakin negatif nilai potensial reduksi standar suatu zat, semakin kuat daya reduksinya (<i>reduktor kuat</i>).	<i>Ground</i>	Nilai potensial elektrode dapat digunakan untuk mengetahui daya oksidasi dan daya reduksi suatu zat.	Tinggi	<i>Ground</i> berdasarkan hasil penelitian, hasil observasi, dan data statistik	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	G-W-C
		<i>Warrant</i>	Semakin positif nilai potensial reduksi suatu zat, berarti zat tersebut semakin mudah mengalami reduksi, dan itu berarti zat tersebut akan menjadi oksidator kuat. Sebaliknya, semakin negatif nilai	Sedang	<i>Warrant</i> berupa pemahaman ilmiah seperti	Sangat bagus	<i>Warrant</i> tertulis dengan baik, mudah diidentifikasi,	

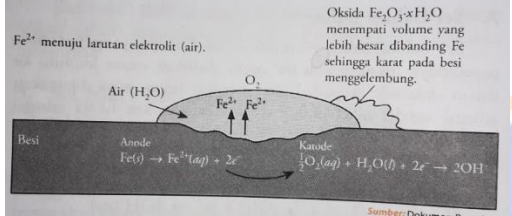
			potensial reduksi suatu zat, berarti zat tersebut semakin mudah mengalami oksidasi, dan itu berarti zat tersebut akan menjadi reduktor kuat.		prinsip dan aturan umum		dan menghubungkan <i>claim</i> dan <i>ground</i> .	
		<i>Claim</i>	Jadi, semakin positif nilai potensial reduksi standar suatu zat, semakin kuat daya oksidasinya (<i>oksidator kuat</i>) dan sebaliknya, semakin negatif nilai potensial reduksi standar suatu zat, semakin kuat daya reduksinya (<i>reduktor kuat</i>).	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	
36	D. Baterai Penyimpan Listrik Salah satu contoh penggunaan sel elektrokimia dalam kehidupan sehari-hari adalah baterai (sumber arus searah). Sumber arus searah dapat dibedakan menjadi <i>sel primer</i> dan <i>sel sekunder</i> . Sel primer merupakan sel yang reaksinya tidak dapat balik (<i>irreversible</i>) sehingga jika sudah habis, tidak dapat diisi ulang. Contohnya adalah sel kering, sel <i>alkaline</i> , dan sel perak oksida. Sel sekunder merupakan sel yang reaksinya dapat balik sehingga dapat diisi kembali (<i>reversible</i>), misalnya aki, baterai Ni-Cd, dan baterai litium.	<i>Claim</i>	Salah satu contoh penggunaan sel elektrokimia dalam kehidupan sehari-hari adalah baterai (sumber arus searah).	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	C-G
		<i>Ground</i>	Sumber arus searah dapat dibedakan menjadi <i>sel primer</i> dan <i>sel sekunder</i> . Sel primer merupakan sel yang reaksinya tidak dapat balik (<i>irreversible</i>) sehingga jika sudah habis, tidak dapat diisi ulang. Contohnya adalah sel kering, sel <i>alkaline</i> , dan sel perak oksida. Sel sekunder merupakan sel yang reaksinya dapat balik sehingga dapat diisi kembali (<i>reversible</i>), misalnya aki, baterai Ni-Cd, dan baterai litium.	Tinggi	<i>Ground</i> berdasarkan hasil penelitian, hasil observasi, dan data statistik	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	
37	1. Sel Kering (Sel Leclanche) Sel kering atau sel Leclanche dikenal sebagai baterai. Sel ini terdiri atas katode yang terbuat dari grafit dan anode dari logam seng. Elektrolit yang digunakan berupa pasta yang merupakan campuran MnO ₂ (pirolusit), serbuk karbon, dan NH ₄ Cl. MnO ₂ bertindak sebagai oksidator, sedangkan NH ₄ Cl sebagai media yang memberi suasana asam. Reaksi yang terjadi: Katode : $2MnO_2(s) + 2H^+(aq) + 2e^- \rightarrow Mn_2O_3(aq) + H_2O(l)$ Anode : $Zn(s) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + 2e^-$ Reaksi sel: $2MnO_2(s) + Zn(s) + 2H^+(aq) \rightarrow Mn_2O_3(s) + Zn^{2+}(aq) +$	<i>Claim</i>	Sel kering atau sel Leclanche dikenal sebagai baterai. Sel ini terdiri atas katode yang terbuat dari grafit dan anode dari logam seng. Elektrolit yang digunakan berupa pasta yang merupakan campuran MnO ₂ (pirolusit), serbuk karbon, dan NH ₄ Cl. MnO ₂ bertindak sebagai oksidator, sedangkan NH ₄ Cl sebagai media yang memberi suasana asam.	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	C-G

	<p>$H_2O(l)$ Ion H^+ pada katode berasal dari hidrolisis NH_4^+: $NH_4^+(aq) + H_2O(l) \rightarrow NH_3(aq) + H_2O(l) + H^+(aq)$ Amonia (NH_3) yang dihasilkan kemudian akan bereaksi dengan Zn^{2+} dengan reaksi: $Zn^{2+}(aq) + NH_3(aq) \rightarrow Zn(NH_3)_4^{2+}(aq)$ Potensial sel yang dihasilkan 1,5 V.</p>  <p>Gambar 2.4 (a) Sel kering dan (b) bagian-bagiannya.</p>	<p><i>Ground</i></p> <p>Reaksi yang terjadi: Katode : $2MnO_2(s) + 2H^+(aq) + 2e^- \rightarrow Mn_2O_3(aq) + H_2O(l)$ Anode : $Zn(s) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + 2e^-$ Reaksi sel: $2MnO_2(s) + Zn(s) + 2H^+(aq) \rightarrow Mn_2O_3(s) + Zn^{2+}(aq) + H_2O(l)$ Ion H^+ pada katode berasal dari hidrolisis NH_4^+: $NH_4^+(aq) + H_2O(l) \rightarrow NH_3(aq) + H_2O(l) + H^+(aq)$ Amonia (NH_3) yang dihasilkan kemudian akan bereaksi dengan Zn^{2+} dengan reaksi: $Zn^{2+}(aq) + NH_3(aq) \rightarrow Zn(NH_3)_4^{2+}(aq)$ Potensial sel yang dihasilkan 1,5 V.</p>	Tinggi	<i>Ground</i> berdasarkan hasil penelitian, hasil observasi, dan data statistik	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	
38	<p>2. Sel Alkaline Sel <i>alkaline</i> merupakan penyempurnaan dari sel Leclanche, yaitu dengan mengganti NH_4Cl dengan pasta KOH. Melalui penggantian ini, beda potensial yang dihasilkan akan relatif tetap dan baterai lebih awet. Anode sel <i>alkaline</i> terbuat dari logam Zn dan katodanya terbuat dari MnO_2 yang dicampur dengan KOH. Reaksi yang terjadi adalah: Anode : $Zn(s) + 2OH^-(aq) \rightarrow Zn(OH)_2(s) + 2e^-$ $E^o = +1,2 V$ Katode : $2MnO_2(s) + 2H_2O(l) + 2e^- \rightarrow 2Mn_2O_3(OH)(s) + 2OH^-(aq)$ $E^o = +0,3 V$ Reaksi sel: $Zn(s) + 2MnO_2(s) + 2H_2O(l) \rightarrow Zn(OH)_2(s) + 2Mn_2O_3(s)$ $E^o = 1,5 V$</p>	<p><i>Claim</i></p> <p>Sel <i>alkaline</i> merupakan penyempurnaan dari sel Leclanche, yaitu dengan mengganti NH_4Cl dengan pasta KOH. Melalui penggantian ini, beda potensial yang dihasilkan akan relatif tetap dan baterai lebih awet. Anode sel <i>alkaline</i> terbuat dari logam Zn dan katodanya terbuat dari MnO_2 yang dicampur dengan KOH.</p>	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	C-G
	<p><i>Ground</i></p> <p>Reaksi yang terjadi adalah: Anode : $Zn(s) + 2OH^-(aq) \rightarrow Zn(OH)_2(s) + 2e^-$ $E^o = +1,2 V$ Katode : $2MnO_2(s) + 2H_2O(l) + 2e^- \rightarrow 2Mn_2O_3(OH)(s) + 2OH^-(aq)$ $E^o = +0,3 V$ Reaksi sel: $Zn(s) + 2MnO_2(s) + 2H_2O(l) \rightarrow Zn(OH)_2(s) + 2Mn_2O_3(s)$ $E^o = 1,5 V$</p>	<p><i>Ground</i></p> <p>Reaksi yang terjadi adalah: Anode : $Zn(s) + 2OH^-(aq) \rightarrow Zn(OH)_2(s) + 2e^-$ $E^o = +1,2 V$ Katode : $2MnO_2(s) + 2H_2O(l) + 2e^- \rightarrow 2Mn_2O_3(OH)(s) + 2OH^-(aq)$ $E^o = +0,3 V$ Reaksi sel: $Zn(s) + 2MnO_2(s) + 2H_2O(l) \rightarrow Zn(OH)_2(s) + 2Mn_2O_3(s)$ $E^o = 1,5 V$</p>	Tinggi	<i>Ground</i> berdasarkan hasil penelitian, hasil observasi, dan data statistik	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	
39	<p>3. Sel Perak Oksida Sel perak oksida banyak digunakan untuk arloji, kalkulator, dan alat-alat elektronik kecil lainnya. Anode sel perak oksida terbuat dari logam Zn, katodanya terbuat dari oksida perak (Ag_2O), dan elektrolitnya berupa pasta yang mengandung KOH. Reaksi yang terjadi adalah: Anode : $Zn(s) + 2OH^-(aq) \rightarrow Zn(OH)_2(s) + 2e^-$ Katode : $Ag_2O(s) + H_2O(l) + 2e^- \rightarrow 2Ag(s) + 2OH^-(aq)$ Reaksi sel: $Zn(s) + Ag_2O(s) + H_2O(l) \rightarrow Zn(OH)_2(s) + 2Ag(s)$</p>	<p><i>Claim</i></p> <p>Sel perak oksida banyak digunakan untuk arloji, kalkulator, dan alat-alat elektronik kecil lainnya. Anode sel perak oksida terbuat dari logam Zn, katodanya terbuat dari oksida perak (Ag_2O), dan elektrolitnya berupa pasta yang mengandung KOH.</p>	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	C-G

	<p>Nilai potensial sel yang dihasilkan adalah 1,34 V.</p>  <p>Gambar 2.5 (a) Baterai perak oksida dan (b) bagian-bagiannya.</p>	Ground	<p>Reaksi yang terjadi adalah: Anode : $Zn(s) + 2OH^-(aq) \rightarrow Zn(OH)_2(s) + 2e^-$ Katode : $Ag_2O(s) + H_2O(l) + 2e^- \rightarrow 2Ag(s) + 2OH^-(aq)$ Reaksi sel: $Zn(s) + Ag_2O(s) + H_2O(l) \rightarrow Zn(OH)_2(s) + 2Ag(s)$ Nilai potensial sel yang dihasilkan adalah 1,34 V.</p>	Tinggi	Ground berdasarkan hasil penelitian, hasil observasi, dan data statistik	Sangat bagus	Ground dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	
40	<p>4. Sel Aki Sel aki disebut juga sebagai sel penyimpan karena dapat berfungsi sebagai penyimpan listrik yang setiap saat dapat dikeluarkan (dimanfaatkan). Sel aki termasuk sel sekunder karena dapat diisi ulang. Anodanya terbuat dari logam timbel (Pb) dan katodanya terbuat dari logam timbel yang dilapisi PbO₂. Senyawa PbO₂ inilah yang berperan dalam reaksi redoks. Sebagai elektrolit, digunakan asam sulfat (H₂SO₄) yang kadarnya sekitar 37%, atau yang sering disebut <i>accu-zuur</i>. Reaksinya dapat balik sehingga dapat diisi ulang. Reaksi yang terjadi pada saat digunakan (dikosongkan) adalah sebagai berikut. Anode : $Pb(s) + SO_4^{2-}(aq) \rightarrow PbSO_4(s) + 2e^-$ Katode : $PbO_2(s) + SO_4^{2-}(aq) + 4H^+(aq) + 2e^- \rightarrow PbSO_4(s) + 2H_2O(l)$ Reaksi sel: $Pb(s) + PbO_2(s) + 2SO_4^{2-}(aq) + 4H^+(aq) \rightarrow 2PbSO_4(s) + 2H_2O(l)$ Pada saat aki diisi ulang, terjadi reaksi sebaliknya, yaitu: $2PbSO_4(s) + 2H_2O(l) \rightarrow Pb(s) + PbO_2(s) + 2SO_4^{2-}(aq) + 4H^+(aq)$</p>  <p>Gambar 2.6 (a) Sel aki dan (b) bagian-bagiannya Kadar asam sulfat akan semakin encer pada saat aki digunakan (dikosongkan), sedangkan pada waktu diisi kadar asam sulfat akan meningkat.</p>	Claim	<p>Sel aki disebut juga sebagai sel penyimpan karena dapat berfungsi sebagai penyimpan listrik yang setiap saat dapat dikeluarkan (dimanfaatkan). Sel aki termasuk sel sekunder karena dapat diisi ulang. Anodanya terbuat dari logam timbel (Pb) dan katodanya terbuat dari logam timbel yang dilapisi PbO₂ inilah yang berperan dalam reaksi redoks. Sebagai elektrolit, digunakan asam sulfat (H₂SO₄) yang kadarnya sekitar 37%, atau yang sering disebut <i>accu-zuur</i>. Reaksinya dapat balik sehingga dapat diisi ulang.</p>	Tinggi	Claim berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	Claim dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	C-G
		Ground	<p>Reaksi yang terjadi pada saat digunakan (dikosongkan) adalah sebagai berikut. Anode : $Pb(s) + SO_4^{2-}(aq) \rightarrow PbSO_4(s) + 2e^-$ Katode : $PbO_2(s) + SO_4^{2-}(aq) + 4H^+(aq) + 2e^- \rightarrow PbSO_4(s) + 2H_2O(l)$ Reaksi sel: $Pb(s) + PbO_2(s) + 2SO_4^{2-}(aq) + 4H^+(aq) \rightarrow 2PbSO_4(s) + 2H_2O(l)$ Pada saat aki diisi ulang, terjadi reaksi sebaliknya, yaitu: $2PbSO_4(s) + 2H_2O(l) \rightarrow Pb(s) + PbO_2(s) + 2SO_4^{2-}(aq) + 4H^+(aq)$</p>	Tinggi	Ground berdasarkan hasil penelitian, hasil observasi, dan data statistik	Sangat bagus	Ground dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	

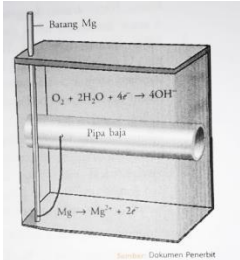
41	<p>5. Sel Nikel-Kadmium (Ni-Cd) Sel Ni-Cd atau baterai nikel-kadmium merupakan sel kering yang dapat diisi kembali. Anodanya terbuat dari Cd dan katodanya adalah pasta Ni₂O₃. Beda potensial yang dihasilkan adalah 1,29 V. Namun, penggunaan baterai ini sudah semakin berkurang karena kadmium merupakan logam berat yang dapat mencemari lingkungan. Reaksi yang terjadi saat baterai nikel-kadmium digunakan adalah sebagai berikut.</p> <p>Anode : $Cd(s) + 2OH^-(aq) \rightarrow Cd(OH)_2(s) + 2e^-$ Katode : $NiO_2(s) + 2H_2O(l) + 2e^- \rightarrow Ni(OH)_2(s) + 2OH^-(aq)$</p> <p>Reaksi sel: $Cd(s) + NiO_2(s) + 2H_2O(l) \rightarrow Cd(OH)_2(s) + Ni(OH)_2(s)$</p>  <p>Gambar 2.7 (a) Sel Ni-Cd dan (b) bagian-bagiannya.</p>	<p><i>Claim</i></p>	<p>Sel Ni-Cd atau baterai nikel-kadmium merupakan sel kering yang dapat diisi kembali. Anodanya terbuat dari Cd dan katodanya adalah pasta Ni₂O₃. Beda potensial yang dihasilkan adalah 1,29 V. Namun, penggunaan baterai ini sudah semakin berkurang karena kadmium merupakan logam berat yang dapat mencemari lingkungan.</p>	Tinggi	<p><i>Claim</i> berdasarkan pada fakta</p>	Sangat bagus	<p><i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik</p>	C-G
		<p><i>Ground</i></p>	<p>Reaksi yang terjadi saat baterai nikel-kadmium digunakan adalah sebagai berikut.</p> <p>Anode : $Cd(s) + 2OH^-(aq) \rightarrow Cd(OH)_2(s) + 2e^-$ Katode : $NiO_2(s) + 2H_2O(l) + 2e^- \rightarrow Ni(OH)_2(s) + 2OH^-(aq)$</p> <p>Reaksi sel: $Cd(s) + NiO_2(s) + 2H_2O(l) \rightarrow Cd(OH)_2(s) + Ni(OH)_2(s)$</p>	Tinggi	<p><i>Ground</i> berdasarkan hasil penelitian, hasil observasi, dan data statistik</p>	Sangat bagus	<p><i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi</p>	
42	<p>6. Baterai Litium Baterai litium atau biasa disebut Li-ion, merupakan baterai yang banyak digunakan pada telepon seluler, komputer jinjing (laptop), tablet, dan perangkat elektronik lainnya. Baterai litium merupakan hasil nanoteknologi, ketika atom-atom Li ditaburkan pada lembaran grafit berukuran mikro yang membentuk molekul Li_xC₆, dan katodanya merupakan oksida logam litium yang terbentuk dalam senyawa LiMn₂O₄ atau LiCoC₂ dengan elektrolit yang terbuat dari LiPF₆ yang dilarutkan dalam pelarut organik dengan konsentrasi 1 M. Ion Li⁺ bergerak dari anode ke katode atau sebaliknya. Reaksi yang terjadi:</p> <p>Anode : $Li_xC_6 \rightarrow xLi^+ + xe^- + C_6(s)$ Katode : $Li_{1-x}Mn_2O_4 + xLi^+ + xe^- \rightarrow LiMn_2O_4(s)$</p> <p>Reaksi sel: $Li_xC_6 + Li_{1-x}Mn_2O_4 \rightarrow LiMn_2O_4(s) + C_6(s)$ $E^{\circ}_{sel} = 3,7 V$</p>	<p><i>Claim</i></p>	<p>Baterai litium atau biasa disebut Li-ion, merupakan baterai yang banyak digunakan pada telepon seluler, komputer jinjing (laptop), tablet, dan perangkat elektronik lainnya. Baterai litium merupakan hasil nanoteknologi, ketika atom-atom Li ditaburkan pada lembaran grafit berukuran mikro yang membentuk molekul Li_xC₆, dan katodanya merupakan oksida logam litium yang terbentuk dalam senyawa LiMn₂O₄ atau LiCoC₂ dengan elektrolit yang terbuat dari LiPF₆ yang dilarutkan dalam pelarut organik dengan konsentrasi 1 M. Ion Li⁺ bergerak dari anode ke katode atau sebaliknya.</p>	Tinggi	<p><i>Claim</i> berdasarkan pada fakta</p>	Sangat bagus	<p><i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik</p>	C-G

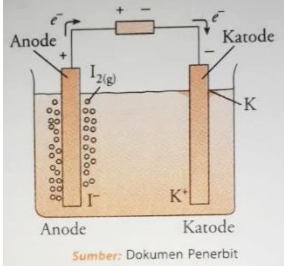
	<p>Apabila diisi ulang, reaksi akan berlangsung sebaliknya.</p>  <p>Sumber: en.wikipedia.org/©kristoferb</p> <p>Gambar 2.8 Baterai Li-ion</p>	<i>Ground</i>	<p>Reaksi yang terjadi: Anode : $Li_xC_6 \rightarrow xLi^+ + xe^- + C_6(s)$ Katode : $Li_{1-x}Mn_2O_4 + xLi^+ + xe^- \rightarrow LiMn_2O_4(s)$</p> <hr/> <p>Reaksi sel: $Li_xC_6 + Li_{1-x}Mn_2O_4 \rightarrow LiMn_2O_4(s) + C_6(s)$ $E^o_{sel} = 3,7 V$ Apabila diisi ulang, reaksi akan berlangsung sebaliknya.</p>	Tinggi	<i>Ground</i> berdasarkan hasil penelitian, hasil observasi, dan data statistik	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	
43	<p>7. Sel Bahan Bakar Sel bahan bakar merupakan sel Galvani yang pereaksi-pereaksinya (oksigen dan hidrogen) dialirkan secara kontinu ke dalam elektrode berpori. Pada sel bahan bakar, nikel digunakan sebagai anode, nikel oksida sebagai katode, dan KOH sebagai elektrolit. Reaksi yang terjadi adalah: Anode : $2H_2(g) + 4OH^-(aq) \rightarrow 4H_2O(l) + 4e^-$ Katode : $O_2(g) + 2H_2O(l) + 4e^- \rightarrow 4OH^-(aq)$ Reaksi sel : $2H_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2H_2O(l)$</p>  <p>Sumber: http://en.wikipedia.org</p> <p>Gambar 2.9 (a) Contoh kendaraan yang menggunakan sel bahan bakar dan (b) bagian-bagian dalam sel bahan bakar.</p>	<i>Claim</i>	<p>Sel bahan bakar merupakan sel Galvani yang pereaksi-pereaksinya (oksigen dan hidrogen) dialirkan secara kontinu ke dalam elektrode berpori. Pada sel bahan bakar, nikel digunakan sebagai anode, nikel oksida sebagai katode, dan KOH sebagai elektrolit.</p>	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	C-G
		<i>Ground</i>	<p>Reaksi yang terjadi adalah: Anode : $2H_2(g) + 4OH^-(aq) \rightarrow 4H_2O(l) + 4e^-$ Katode : $O_2(g) + 2H_2O(l) + 4e^- \rightarrow 4OH^-(aq)$ Reaksi sel : $2H_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2H_2O(l)$</p>	Sedang	<i>Ground</i> yang disajikan dalam bentuk konsep	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	
44	<p>E. Korosi Secara umum, korosi adalah rusaknya benda-benda logam akibat pengaruh lingkungan. Proses korosi dapat dijelaskan secara elektrokimia, misalnya pada proses perkaratan besi yang membentuk oksida besi ($Fe_2O_3 \cdot nH_2O$). Secara elektrokimia, proses perkaratan besi adalah peristiwa teroksidasinya logam besi</p>	<i>Claim</i>	<p>Secara umum, korosi adalah rusaknya benda-benda logam akibat pengaruh lingkungan. Proses korosi dapat dijelaskan secara elektrokimia, misalnya pada proses perkaratan besi yang membentuk oksida besi ($Fe_2O_3 \cdot nH_2O$).</p>	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	C-G-W-B

<p>oleh oksigen yang berasal dari udara.</p> <p>Anode : $Fe(s) \rightarrow Fe^{2+}(aq) + 2e^-$ $E^o = +0,44 V$</p> <p>Katode : $O_2(g) + 2H_2O(l) + 4e^- \rightarrow 4OH^-(aq)$ $E^o = +0,40 V$</p> <p>Reaksi sel : $2Fe(s) + O_2(g) + 2H_2O(l) \rightarrow 2Fe^{2+}(aq) + 4OH^-(aq)$ $E^o_{reaksi} = 0,84 V$</p> <p>Ion Fe^{2+} tersebut kemudian mengalami oksidasi lebih lanjut dengan reaksi:</p> $4Fe^{2+}(aq) + O_2(g) + (4 + 2n)H_2O \rightarrow 2Fe_2O_3 \cdot nH_2O + 8H^+(aq)$  <p>Gambar 2.10 Proses korosi besi.</p> <p>Berdasarkan nilai potensial reaksinya, besi merupakan logam yang mudah mengalami korosi. Logam-logam lain yang mempunyai nilai potensial elektrode lebih besar dari 0,4 V akan sulit mengalami korosi, sebab dengan potensial tersebut akan menghasilkan $E^o_{reaksi} < 0$ (negatif) ketika kontak dengan oksigen di udara. Logam-logam perak, platina, dan emas mempunyai potensial elektrode lebih besar dari 0,4 V sehingga sulit mengalami korosi.</p>	<p><i>Ground</i></p>	<p>Secara elektrokimia, proses perkaratan besi adalah peristiwa teroksidasinya logam besi oleh oksigen yang berasal dari udara.</p> <p>Anode : $Fe(s) \rightarrow Fe^{2+}(aq) + 2e^-$ $E^o = +0,44 V$</p> <p>Katode : $O_2(g) + 2H_2O(l) + 4e^- \rightarrow 4OH^-(aq)$ $E^o = +0,40 V$</p> <p>Reaksi sel : $2Fe(s) + O_2(g) + 2H_2O(l) \rightarrow 2Fe^{2+}(aq) + 4OH^-(aq)$ $E^o_{reaksi} = 0,84 V$</p> <p>Ion Fe^{2+} tersebut kemudian mengalami oksidasi lebih lanjut dengan reaksi:</p> $4Fe^{2+}(aq) + O_2(g) + (4 + 2n)H_2O \rightarrow 2Fe_2O_3 \cdot nH_2O + 8H^+(aq)$	<p>Tinggi</p>	<p><i>Ground</i> berdasarkan hasil penelitian, hasil observasi, dan data statistik</p>	<p>Sangat bagus</p>	<p><i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi</p>	
<p>1. Faktor-faktor yang Mempercepat Korosi</p> <p>a. Air dan kelembaban udara</p> <p>Dilihat dari reaksi yang terjadi pada proses korosi, air merupakan salah satu faktor penting untuk berlangsungnya korosi. Udara lembab yang banyak mengandung uap air akan mempercepat berlangsungnya proses korosi.</p>	<p><i>Warrant</i></p>	<p>Berdasarkan nilai potensial reaksinya, besi merupakan logam yang mudah mengalami korosi. Logam-logam lain yang mempunyai nilai potensial elektrode lebih besar dari 0,4 V akan sulit mengalami korosi, sebab dengan potensial tersebut akan menghasilkan $E^o_{reaksi} < 0$ (negatif) ketika kontak dengan oksigen di udara.</p>	<p>Sedang</p>	<p><i>Warrant</i> berupa pemahaman ilmiah seperti prinsip dan aturan umum</p>	<p>Sangat bagus</p>	<p><i>Warrant</i> tertulis dengan baik, mudah diidentifikasi, dan menghubungkan <i>claim</i> dan <i>ground</i>.</p>	
	<p><i>Backing</i></p>	<p>Logam-logam perak, platina, dan emas mempunyai potensial elektrode lebih besar dari 0,4 V sehingga sulit mengalami korosi.</p>	<p>Sedang</p>	<p><i>Backing</i> berupa pemahaman ilmiah seperti prinsip dan aturan umum</p>	<p>Sangat bagus</p>	<p><i>Backing</i> mendukung <i>warrant</i></p>	
<p>1. Faktor-faktor yang Mempercepat Korosi</p> <p>a. Air dan kelembaban udara</p> <p>Dilihat dari reaksi yang terjadi pada proses korosi, air merupakan salah satu faktor penting untuk berlangsungnya korosi. Udara lembab yang banyak mengandung uap air akan mempercepat berlangsungnya proses korosi.</p>	<p><i>Claim</i></p>	<p>Dilihat dari reaksi yang terjadi pada proses korosi, air merupakan salah satu faktor penting untuk berlangsungnya korosi.</p>	<p>Tinggi</p>	<p><i>Claim</i> berdasarkan pada fakta</p>	<p>Sangat bagus</p>	<p><i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik</p>	<p>C-G</p>
	<p><i>Ground</i></p>	<p>Udara lembab yang banyak mengandung uap air akan mempercepat berlangsungnya proses korosi.</p>	<p>Tinggi</p>	<p><i>Ground</i> berdasarkan hasil penelitian, hasil observasi, dan data statistik</p>	<p>Bagus</p>	<p><i>Ground</i> dari argumen mudah diidentifikasi, namun perlu klarifikasi</p>	

46	<p>b. Elektrolit Elektrolit (asam atau garam) merupakan media yang baik untuk terjadinya transfer muatan. Hal ini mengakibatkan elektron lebih mudah untuk diikat oleh oksigen di udara. Air hujan banyak mengandung asam, sedangkan air laut banyak mengandung garam. Oleh karena itu, air hujan dan air laut merupakan penyebab korosi yang utama.</p> <p>c. Permukaan logam yang tidak rata Permukaan logam yang tidak rata memudahkan terjadinya kutub-kutub muatan, yang akhirnya akan berperan sebagai anode dan katode. Permukaan logam yang licin dan bersih akan menyebabkan korosi sulit terjadi, sebab kutub-kutub yang akan bertindak sebagai anode dan katode sulit terbentuk.</p>	<i>Ground</i>	Elektrolit (asam atau garam) merupakan media yang baik untuk terjadinya transfer muatan.	Sedang	<i>Ground</i> yang disajikan dalam bentuk konsep	Bagus	<i>Ground</i> dari argumen mudah diidentifikasi, namun perlu klarifikasi	G-W-C
		<i>Warrant</i>	Hal ini mengakibatkan elektron lebih mudah untuk diikat oleh oksigen di udara. Air hujan banyak mengandung asam, sedangkan air laut banyak mengandung garam.	Sedang	<i>Warrant</i> berupa pemahaman ilmiah seperti prinsip dan aturan umum	Bagus	<i>Warrant</i> jelas dan dapat diidentifikasi, tetapi masih perlu klarifikasi	
		<i>Claim</i>	Oleh karena itu, air hujan dan air laut merupakan penyebab korosi yang utama.	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	
47	<p>d. Terbentuknya sel elektrokimia Jika dua logam yang berbeda potensial bersinggungan pada lingkungan berair atau lembab, dapat terbentuk sel elektrokimia secara langsung. Logam yang potensialnya lebih rendah akan segera melepaskan elektron ketika bersentuhan dengan logam yang potensialnya lebih tinggi serta akan mengalami oksidasi oleh O₂ dari udara. Hal tersebut mengakibatkan korosi lebih cepat terjadi pada logam yang potensialnya rendah, sedangkan logam yang potensialnya tinggi justru lebih awet. Sebagai contoh, paku keling yang terbuat dari tembaga untuk menyambung besi akan menyebabkan besi di sekitar paku keling tersebut berkarat lebih cepat.</p>	<i>Ground</i>	Jika dua logam yang berbeda potensial bersinggungan pada lingkungan berair atau lembab, dapat terbentuk sel elektrokimia secara langsung.	Sedang	<i>Ground</i> yang disajikan dalam bentuk konsep	Bagus	<i>Ground</i> dari argumen mudah diidentifikasi, namun perlu klarifikasi	G-W-C-B
		<i>Warrant</i>	Logam yang potensialnya lebih rendah akan segera melepaskan elektron ketika bersentuhan dengan logam yang potensialnya lebih tinggi serta akan mengalami oksidasi oleh O ₂ dari udara.	Sedang	<i>Warrant</i> berupa pemahaman ilmiah seperti prinsip dan aturan umum	Sangat bagus	<i>Warrant</i> tertulis dengan baik, mudah diidentifikasi, dan menghubungkan <i>claim</i> dan <i>ground</i> .	
		<i>Claim</i>	Hal tersebut mengakibatkan korosi lebih cepat terjadi pada logam yang potensialnya rendah, sedangkan logam yang potensialnya tinggi justru lebih awet.	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Bagus	<i>Claim</i> dituliskan secara jelas namun masih perlu diklarifikasi	

		<i>Backing</i>	Sebagai contoh, paku keling yang terbuat dari tembaga untuk menyambung besi akan menyebabkan besi di sekitar paku keling tersebut berkarat lebih cepat.	Sedang	<i>Backing</i> berupa pemahaman ilmiah seperti prinsip dan aturan umum	Bagus	<i>Backing</i> mendukung <i>warrant</i> , tetapi masih perlu klarifikasi	
48	<p>2. Cara Memperlambat Korosi Peristiwa korosi sulit dicegah, tetapi dapat dihambat dengan beberapa cara berikut.</p> <p>a. Mengontrol atmosfer agar tidak lembab dan banyak oksigen, misalnya dengan membuat lingkungan udara bebas dari oksigen dengan mengalirkan gas CO₂.</p> <p>b. Mencegah logam bersinggungan dengan oksigen di udara. Pencegahan ini dilakukan dengan cara sebagai berikut.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mengecat, melapisi dengan plastik, dan memberi minyak atau gemuk pada permukaan logam. • Galvanisasi, yaitu melapisi logam dengan seng (contohnya atap seng). • <i>Electroplating</i>, yaitu pelapisan dengan logam lain menggunakan metode elektrolisis. Sebagai contoh, pelapisan dengan logam nikel (<i>veernikel</i>), krom (contohnya: kran air), timah (contohnya: kaleng makanan), dan timbel (contohnya: pipa air minum). • <i>Sherardizing</i>, yaitu mereaksikan logam dengan asam fosfat sehingga permukaan logam tertutup dengan fosfat (Fe₂(PO₄)₃). Sebagai contoh, badan mobil. 	<i>Claim</i>	Peristiwa korosi sulit dicegah, tetapi dapat dihambat dengan beberapa cara berikut.	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sedang	<i>Claim</i> tidak cukup jelas dan perlu dikembangkan	C-G
		<i>Ground</i>	<p>a. Mengontrol atmosfer agar tidak lembab dan banyak oksigen, misalnya dengan membuat lingkungan udara bebas dari oksigen dengan mengalirkan gas CO₂.</p> <p>b. Mencegah logam bersinggungan dengan oksigen di udara. Pencegahan ini dilakukan dengan cara sebagai berikut.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mengecat, melapisi dengan plastik, dan memberi minyak atau gemuk pada permukaan logam. • Galvanisasi, yaitu melapisi logam dengan seng (contohnya atap seng). • <i>Electroplating</i>, yaitu pelapisan dengan logam lain menggunakan metode elektrolisis. Sebagai contoh, pelapisan dengan logam nikel (<i>veernikel</i>), krom (contohnya: kran air), timah (contohnya: kaleng makanan), dan timbel (contohnya: pipa air minum). • <i>Sherardizing</i>, yaitu mereaksikan logam dengan asam fosfat sehingga permukaan logam tertutup dengan fosfat (Fe₂(PO₄)₃). Sebagai contoh, badan mobil. 	Tinggi	<i>Ground</i> berdasarkan hasil penelitian, hasil observasi, dan data statistik	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	

49	<p>a. Perlindungan katodik Perlindungan katodik dilakukan dengan menghubungkan logam yang akan dilindungi dengan logam lain yang mempunyai potensial elektrode sangat rendah (biasanya Mg). Ketika terjadi oksidasi, logam yang dilindungi akan segera menarik elektron dari logam pelindung tersebut. Oleh karena logam pelindung teroksidasi, maka lama-kelamaan dapat habis dan harus selalu diganti dengan yang baru secara periodik.</p>  <p>Gambar 2.11 Perlindungan katode untuk melindungi pipa besi yang ditanam di dalam tanah</p>	<p><i>Claim</i></p>	<p>Perlindungan katodik dilakukan dengan menghubungkan logam yang akan dilindungi dengan logam lain yang mempunyai potensial elektrode sangat rendah (biasanya Mg).</p>	Tinggi	<p><i>Claim</i> berdasarkan pada fakta</p>	Bagus	<p><i>Claim</i> dituliskan secara jelas namun masih perlu diklarifikasi</p>	C-G
50	<p>F. Sel Elektrolisis Sebelum mempelajari elektrolisis, lakukan Kegiatan 2.2 berikut. Percobaan yang telah Anda lakukan sebelumnya adalah suatu proses elektrolisis. Proses ini berlawanan dengan elektrokimia yang memanfaatkan reaksi redoks spontan untuk menghasilkan energi listrik. Jadi, dapat didefinisikan elektrolisis merupakan <i>suatu proses memanfaatkan energi listrik untuk menjalankan reaksi redoks yang tidak spontan</i>. Sel elektrolisis merupakan perangkat yang digunakan dalam proses elektrolisis, yang terdiri atas sumber arus searah serta elektrode positif dan negatif. Zat yang dielektrolisis merupakan elektrolit berupa larutan atau cairan (lelehan) zat murni. Jika suatu cairan atau larutan elektrolit dialiri arus listrik searah melalui batang elektrode, ion-ion yang berada dalam cairan atau larutan tersebut akan bergerak menuju elektrode yang muatannya berlawanan.</p>	<p><i>Warrant</i></p>	<p>Proses ini berlawanan dengan elektrokimia yang memanfaatkan reaksi redoks spontan untuk menghasilkan energi listrik.</p>	Sedang	<p><i>Warrant</i> berupa pemahaman ilmiah seperti prinsip dan aturan umum</p>	Sedang	<p><i>Warrant</i> kurang jelas, tetapi ada yang menghubungkan <i>claim</i> dan <i>ground</i></p>	W-C-G
<p><i>Claim</i></p>	<p>Jadi, dapat didefinisikan elektrolisis merupakan <i>suatu proses memanfaatkan energi listrik untuk menjalankan reaksi redoks yang tidak spontan</i>.</p>	Tinggi	<p><i>Claim</i> berdasarkan pada fakta</p>	Sangat bagus	<p><i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik</p>			
<p><i>Ground</i></p>	<p>Sel elektrolisis merupakan perangkat yang digunakan dalam proses elektrolisis, yang terdiri atas sumber arus searah serta elektrode positif dan negatif. Zat yang dielektrolisis merupakan elektrolit berupa larutan atau cairan (lelehan) zat murni. Jika suatu cairan atau larutan elektrolit dialiri arus listrik searah melalui batang elektrode, ion-ion yang berada dalam cairan atau larutan tersebut akan bergerak menuju elektrode yang muatannya berlawanan.</p>	Sedang	<p><i>Ground</i> yang disajikan dalam bentuk konsep</p>	Sangat bagus	<p><i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi</p>			

<p>51</p>	<p>Gambar disamping menunjukkan larutan KI yang dielektrolisis dengan elektrode karbon (grafit). Didalam larutan terdapat beberapa spesi, antara lain ion K^+ dan ion I^- dari ionisasi KI dan H_2O sebagai pelarut. Akibat pengaruh arus listrik searah yang dialirkan melalui batang elektrode, ion-ion K^+ bergerak ke kutub negatif dan ion-ion I^- bergerak ke kutub positif. Kemudian, ion I^- akan melepaskan elektronnya atau mengalami reaksi oksidasi.</p> $2I^-(aq) \rightarrow I_2(g) + 2e^- \dots\dots(Oksidasi)$  <p>Sumber: Dokumen Penerbit</p> <p>Gambar 2.12 Elektrolisis larutan KI</p> <p>Selanjutnya, elektron yang dilepaskan oleh ion I^- tersebut akan mengalir melalui penghantar menuju elektrode negatif, yang disekitarnya terdapat ion K^+ dan molekul H_2O sebagai pelarut. Di antara zat-zat yang ada di sekitar elektrode negatif, zat yang paling mudah mengalami reduksi adalah molekul H_2O sehingga terjadi reduksi terhadap H_2O.</p> $2H_2O(l) + 2e^- \rightarrow H_2(g) + 2OH^-(aq) \dots\dots (Reduksi)$ <p>Jadi, pada elektrolisis larutan KI terjadi reaksi: Elektrode positif : $2I^-(aq) \rightarrow I_2(g) + 2e^-$ Elektrode negatif : $2H_2O(l) + 2e^- \rightarrow H_2(g) + 2OH^-(aq)$ Reaksi elektrolisis: $2I^-(aq) + 2H_2O(l) \rightarrow I_2(g) + H_2(g) + 2OH^-(aq)$</p>	<p><i>Ground</i></p> <p>Didalam larutan terdapat beberapa spesi, antara lain ion K^+ dan ion I^- dari ionisasi KI dan H_2O sebagai pelarut. Akibat pengaruh arus listrik searah yang dialirkan melalui batang elektrode, ion-ion K^+ bergerak ke kutub negatif dan ion-ion I^- bergerak ke kutub positif. Kemudian, ion I^- akan melepaskan elektronnya atau mengalami reaksi oksidasi.</p> $2I^-(aq) \rightarrow I_2(g) + 2e^- \dots\dots(Oksidasi)$ <p>Selanjutnya, elektron yang dilepaskan oleh ion I^- tersebut akan mengalir melalui penghantar menuju elektrode negatif, yang disekitarnya terdapat ion K^+ dan molekul H_2O sebagai pelarut. Di antara zat-zat yang ada di sekitar elektrode negatif, zat yang paling mudah mengalami reduksi adalah molekul H_2O sehingga terjadi reduksi terhadap H_2O.</p> $2H_2O(l) + 2e^- \rightarrow H_2(g) + 2OH^-(aq) \dots\dots (Reduksi)$	<p>Tinggi</p>	<p><i>Ground</i> berdasarkan hasil penelitian, hasil observasi, dan data statistik</p>	<p>Sangat bagus</p>	<p><i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi</p>	<p>G-C</p>
<p>52</p>	<p>Berdasarkan contoh di atas, dapat disimpulkan bahwa pada elektrolisis:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Kutub positif merupakan anode</i> dan pada kutub positif terjadi reaksi oksidasi. 2. <i>Kutub negatif merupakan katode</i> dan pada kutub negatif terjadi reaksi reduksi. <p>Jadi, pada elektrolisis larutan KI tersebut, di anode dihasilkan gas I_2 serta di katode dihasilkan gas H_2 dan larutan KOH akibat bergabungnya ion K^+ dan ion OH^- hasil reduksi molekul H_2O.</p>	<p><i>Claim</i></p> <p>Berdasarkan contoh di atas, dapat disimpulkan bahwa pada elektrolisis:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Kutub positif merupakan anode</i> dan pada kutub positif terjadi reaksi oksidasi. 2. <i>Kutub negatif merupakan katode</i> dan pada kutub negatif terjadi reaksi reduksi. 	<p>Tinggi</p>	<p><i>Claim</i> berdasarkan pada fakta</p>	<p>Sangat bagus</p>	<p><i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik</p>	<p>C-G</p>
		<p><i>Ground</i></p> <p>Jadi, pada elektrolisis larutan KI tersebut, di anode dihasilkan gas I_2 serta di katode dihasilkan gas H_2 dan larutan KOH akibat bergabungnya ion K^+ dan ion OH^- hasil reduksi molekul H_2O.</p>	<p>Sedang</p>	<p><i>Ground</i> yang disajikan dalam bentuk konsep</p>	<p>Sangat bagus</p>	<p><i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi</p>	

53	<p>Reaksi-reaksi yang terjadi pada sel elektrolisis ditentukan oleh:</p> <p>1. Ion-ion di sekitar elektrode</p> <p>Pada anode, ion-ion di sekitar anode yang memiliki E° lebih negatif yang akan mengalami oksidasi. Pada katode, ion-ion di sekitar katode yang memiliki E° lebih positif yang akan mengalami reduksi.</p> <p>Jika di sekitar elektrode tidak aktif (inert) hanya terdapat satu jenis zat atau ion, maka zat atau ion tersebut yang akan mengalami oksidasi atau reduksi.</p> <p>2. Bagan elektrode</p> <ol style="list-style-type: none"> Jika bahan elektrode terbuat dari grafit (C) atau logam inert (misalnya Pt atau Au), elektrode tidak mengalami oksidasi atau reduksi. Jadi, yang mengalami oksidasi atau reduksi adalah spesi-spesi yang ada di sekitar elektrode. Jika elektrode (terutama anode) berasal dari logam aktif, anode tersebut yang akan mengalami oksidasi. 	<i>Claim</i>	Reaksi-reaksi yang terjadi pada sel elektrolisis ditentukan oleh:	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	C-G
		<i>Ground</i>	<p>1. Ion-ion di sekitar elektrode</p> <p>Pada anode, ion-ion di sekitar anode yang memiliki E° lebih negatif yang akan mengalami oksidasi. Pada katode, ion-ion di sekitar katode yang memiliki E° lebih positif yang akan mengalami reduksi.</p> <p>Jika di sekitar elektrode tidak aktif (inert) hanya terdapat satu jenis zat atau ion, maka zat atau ion tersebut yang akan mengalami oksidasi atau reduksi.</p> <p>2. Bagan elektrode</p> <ol style="list-style-type: none"> Jika bahan elektrode terbuat dari grafit (C) atau logam inert (misalnya Pt atau Au), elektrode tidak mengalami oksidasi atau reduksi. Jadi, yang mengalami oksidasi atau reduksi adalah spesi-spesi yang ada di sekitar elektrode. Jika elektrode (terutama anode) berasal dari logam aktif, anode tersebut yang akan mengalami oksidasi. 	Sedang	<i>Ground</i> yang disajikan dalam bentuk konsep	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	
54	<p>G. Aspek Kuantitatif Elektrolisis</p> <p>1. Hukum I Faraday</p> <p>Jumlah zat yang dihasilkan di elektrode pada peristiwa elektrolisis sebanding dengan jumlah muatan listrik yang dialirkan selama elektrolisis berlangsung. Sebagai contoh, pada sel elektrolisis, di katode terjadi reaksi reduksi terhadap ion logam L^{n+} seperti pada persamaan reaksi berikut.</p> $L^{n+}(aq) + e^- \rightarrow L(s)$	<i>Claim</i>	Jumlah zat yang dihasilkan di elektrode pada peristiwa elektrolisis sebanding dengan jumlah muatan listrik yang dialirkan selama elektrolisis berlangsung.	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	C-G
		<i>Ground</i>	Sebagai contoh, pada sel elektrolisis, di katode terjadi reaksi reduksi terhadap ion logam L^{n+} seperti pada persamaan reaksi berikut.	Sedang	<i>Ground</i> yang disajikan dalam bentuk konsep	Bagus	<i>Ground</i> dari argumen mudah diidentifikasi, namun perlu klarifikasi	

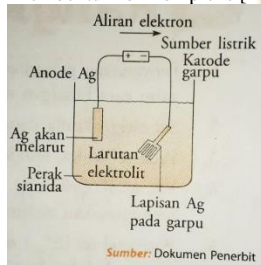
55	<p>Jumlah muatan listrik dapat dihitung dengan mengalikan muatan setiap satu buah elektron dan jumlah elektron yang terdapat dalam 1 mol elektron. Muatan 1 mol elektron = (muatan 1 buah elektron) x (jumlah 1 mol elektron) = $(1,67 \times 10^{-19} \text{ coulomb}) \times (6,02 \times 10^{23} \text{ elektron})$ = 96.368 C = 96.500 C (dibulatkan)</p> <p>Jadi, setiap muatan listrik 96.500 coulomb akan menghasilkan elektron sebanyak 1 mol. Untuk menghormati Michael Faraday, maka muatan 1 mol elektron diberi satuan baru, yaitu 1 Faraday. 1 Faraday = 96.500 C = 1 mol elektron</p>	<i>Ground</i>	Jumlah muatan listrik dapat dihitung dengan mengalikan muatan setiap satu buah elektron dan jumlah elektron yang terdapat dalam 1 mol elektron.	Sedang	<i>Ground</i> yang disajikan dalam bentuk konsep	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	G-W-C
		<i>Warrant</i>	Muatan 1 mol elektron = (muatan 1 buah elektron) x (jumlah 1 mol elektron) = $(1,67 \times 10^{-19} \text{ coulomb}) \times (6,02 \times 10^{23} \text{ elektron})$ = 96.368 C = 96.500 C (dibulatkan)	Sedang	<i>Warrant</i> berupa pemahaman ilmiah seperti prinsip dan aturan umum	Sangat bagus	<i>Warrant</i> tertulis dengan baik, mudah diidentifikasi, dan menghubungkan <i>claim</i> dan <i>ground</i> .	
		<i>Claim</i>	Jadi, setiap muatan listrik 96.500 coulomb akan menghasilkan elektron sebanyak 1 mol. Untuk menghormati Michael Faraday, maka muatan 1 mol elektron diberi satuan baru, yaitu 1 Faraday . 1 Faraday = 96.500 C = 1 mol elektron	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	
56	<p>Jumlah zat yang dihasilkan pada proses elektrolisis dipengaruhi oleh waktu (lamanya) elektrolisis dan kuat arus yang digunakan pada elektrolisis tersebut. Hubungan ketiganya dapat ditentukan berdasarkan konsep-konsep berikut.</p> <ul style="list-style-type: none"> Arus listrik pada suatu penghantar didefinisikan sebagai <i>jumlah muatan (q) yang melewati suatu penghantar selama selang waktu tertentu</i>, atau: $I = \frac{q}{t}$ Sehingga, jika dalam elektrolisis dialirkan arus listrik searah sebesar I ampere selama t detik akan dihasilkan muatan sebesar: $q = I \times t$ Jumlah elektron yang diperoleh dari muatan listrik yang dialirkan 	<i>Ground</i>	Jumlah zat yang dihasilkan pada proses elektrolisis dipengaruhi oleh waktu (lamanya) elektrolisis dan kuat arus yang digunakan pada elektrolisis tersebut.	Sedang	<i>Ground</i> yang disajikan dalam bentuk konsep	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	G-W-C

	<p>selama elektrolisis adalah:</p> <p>Jumlah elektron = $\frac{(I x t)}{96.500}$ mol</p> <ul style="list-style-type: none"> Jumlah logam L yang dihasilkan dapat dihitung dari persamaan reaksinya: $L^{n+}(aq) + ne^{-} \rightarrow L(s)$ $\frac{(I x t)}{96.500} mol \approx \frac{1}{n} x \frac{(I x t)}{96.500} mol$ <ul style="list-style-type: none"> Massa logam L yang dihasilkan adalah: $Massa L = \frac{1}{n} x A_r L x \frac{(I x t)}{96.500}$ <p>Jadi, secara umum untuk menghitung massa zat yang dihasilkan pada proses elektrolisis digunakan rumus:</p> $m = \frac{A_r (I x t)}{n 96.500}$ <p>dengan:</p> <p>m = massa zat yang dihasilkan (gram) I = kuat arus (ampere) A_r = massa atom relatif n = jumlah elektron yang terlibat dalam reaksi (muatan ion) t = waktu (detik)</p>	<p><i>Warrant</i></p>	<p>Hubungan ketiganya dapat ditentukan berdasarkan konsep-konsep berikut.</p> <ul style="list-style-type: none"> Arus listrik pada suatu penghantar didefinisikan sebagai <i>jumlah muatan (q) yang melewati suatu penghantar selama selang waktu tertentu</i>, atau: $I = \frac{q}{t}$ <p>Sehingga, jika dalam elektrolisis dialirkan arus listrik searah sebesar I ampere selama t detik akan dihasilkan muatan sebesar:</p> $q = I x t$ <ul style="list-style-type: none"> Jumlah elektron yang diperoleh dari muatan listrik yang dialirkan selama elektrolisis adalah: <p>Jumlah elektron = $\frac{(I x t)}{96.500}$ mol <ul style="list-style-type: none"> Jumlah logam L yang dihasilkan dapat dihitung dari persamaan reaksinya: $L^{n+}(aq) + ne^{-} \rightarrow L(s)$ $\frac{(I x t)}{96.500} mol \approx \frac{1}{n} x \frac{(I x t)}{96.500} mol$ <ul style="list-style-type: none"> Massa logam L yang dihasilkan adalah: $Massa L = \frac{1}{n} x A_r L x \frac{(I x t)}{96.500}$ </p>	<p>Sedang</p>	<p><i>Warrant</i> berupa pemahaman ilmiah seperti prinsip dan aturan umum</p>	<p>Sangat bagus</p>	<p><i>Warrant</i> tertulis dengan baik, mudah diidentifikasi, dan menghubungkan <i>claim</i> dan <i>ground</i>.</p>	
		<p><i>Claim</i></p>	<p>Jadi, secara umum untuk menghitung massa zat yang dihasilkan pada proses elektrolisis digunakan rumus:</p> $m = \frac{A_r (I x t)}{n 96.500}$ <p>dengan:</p> <p>m = massa zat yang dihasilkan (gram) I = kuat arus (ampere) A_r = massa atom relatif n = jumlah elektron yang terlibat dalam reaksi (muatan ion) t = waktu (detik)</p>	<p>Tinggi</p>	<p><i>Claim</i> berdasarkan pada fakta</p>	<p>Sangat bagus</p>	<p><i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik</p>	

57	<p>2. Hukum II Faraday</p> <p>Jika ke dalam beberapa larutan yang berisi ion logam dialirkan muatan listrik yang sama jumlahnya, massa logam yang mengendap berbanding lurus dengan massa ekuivalennya. Massa ekuivalen suatu ion logam merupakan perbandingan massa atom relatif dengan matan ionnya ($\frac{A_r}{n}$). Jadi, jika ke dalam larutan Ag^+, Cu^{2+}, dan Cr^{3+} dialirkan muatan listrik dengan jumlah yang sama, massa yang diendapkan adalah sebagai berikut.</p> $m Ag : m Cu : m Cr = \frac{A_r Ag}{1} : \frac{A_r Cu}{2} : \frac{A_r Cr}{3}$	<i>Ground</i>	Jika ke dalam beberapa larutan yang berisi ion logam dialirkan muatan listrik yang sama jumlahnya, massa logam yang mengendap berbanding lurus dengan massa ekuivalennya.	Tinggi	<i>Ground</i> berdasarkan hasil penelitian, hasil observasi, dan data statistik	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	G-W-C
		<i>Warrant</i>	Massa ekuivalen suatu ion logam merupakan perbandingan massa atom relatif dengan matan ionnya ($\frac{A_r}{n}$).	Sedang	<i>Warrant</i> berupa pemahaman ilmiah seperti prinsip dan aturan umum	Sangat bagus	<i>Warrant</i> tertulis dengan baik, mudah diidentifikasi, dan menghubungkan an <i>claim</i> dan <i>ground</i> .	
		<i>Claim</i>	Jadi, jika ke dalam larutan Ag^+ , Cu^{2+} , dan Cr^{3+} dialirkan muatan listrik dengan jumlah yang sama, massa yang diendapkan adalah sebagai berikut.	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	
58	<p>H. Penggunaan Sel Elektrolisis dalam Industri</p> <p>Sel elektrolisis banyak dimanfaatkan dalam industri, antara lain pada industri metalurgi (pengolahan logam), industri bahan kimia, dan industri kerajinan. Pada industri metalurgi, elektrolisis digunakan untuk memisahkan logam dari bijihnya.</p> <p>1. Metalurgi</p> <p>Proses pemisahan (pemurnian) logam dari bijih logam yang menggunakan proses elektrolisis, antara lain:</p> <p>a. Proses Hall-Heroult</p> <p>Aluminium didapatkan dari bijih bauksit dengan cara elektrolisis lelehan Al_2O_3 yang diperoleh dari bijih bauksit. Pada proses ini, lelehan Al_2O_3 yang dicampur dengan kriolit (Na_3AlF_6) dielektrolisis dengan menggunakan elektrode dari grafit.</p>	<i>Claim</i>	Aluminium didapatkan dari bijih bauksit dengan cara elektrolisis lelehan Al_2O_3 yang diperoleh dari bijih bauksit.	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	C-G
		<i>Ground</i>	Pada proses ini, lelehan Al_2O_3 yang dicampur dengan kriolit (Na_3AlF_6) dielektrolisis dengan menggunakan elektrode dari grafit.	Tinggi	<i>Ground</i> berdasarkan hasil penelitian, hasil observasi, dan data statistik	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	
59	<p>b. Pemurnian Tembaga</p> <p>Proses pengambilan tembaga dari bijih tembaga mula-mula dilakukan dengan reduksi. Akan tetapi, tembaga yang dihasilkan belum murni. Pemurnian tembaga tersebut dilakukan dengan elektrolisis larutan $CuSO_4$, dimana logam tembaga yang tidak murni dijadikan anode dan katodenya dari tembaga murni. Pada elektrolisis ini, tembaga tidak murni yang ada di anode akan mengalami oksidasi</p>	<i>Ground</i>	Proses pengambilan tembaga dari bijih tembaga mula-mula dilakukan dengan reduksi. Akan tetapi, tembaga yang dihasilkan belum murni.	Tinggi	<i>Ground</i> berdasarkan hasil penelitian, hasil observasi, dan data statistik	Sedang	<i>Ground</i> dari argumen tidak jelas dan perlu dikembangkan	G-C-W

	dan melarut sebagai ion Cu^{2+} . Selanjutnya, ion Cu^{2+} tersebut akan bergerak menuju katode dan mengendap di katode sebagai logam tembaga murni.	<i>Claim</i>	Pemurnian tembaga tersebut dilakukan dengan elektrolisis larutan CuSO_4 , dimana logam tembaga yang tidak murni dijadikan anode dan katodanya dari tembaga murni.	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	
		<i>Warrant</i>	Pada elektrolisis ini, tembaga tidak murni yang ada di anode akan mengalami oksidasi dan melarut sebagai ion Cu^{2+} . Selanjutnya, ion Cu^{2+} tersebut akan bergerak menuju katode dan mengendap di katode sebagai logam tembaga murni.	Sedang	<i>Warrant</i> berupa pemahaman ilmiah seperti prinsip dan aturan umum	Sangat bagus	<i>Warrant</i> tertulis dengan baik, mudah diidentifikasi, dan menghubungkan <i>claim</i> dan <i>ground</i> .	
60	<p>2. Industri Bahan Kimia</p> <p>Pembuatan bahan-bahan kimia tertentu, misalnya gas klorin dan NaOH, dilakukan dengan cara elektrolisis. Cara ini dinilai lebih ekonomis dibandingkan menggunakan proses reaksi kimia biasa.</p> <p>Pembuatan gas klorin dan NaOH dilakukan dengan elektrolisis larutan NaCl pekat yang diperoleh dari pemekatan air laut. Dengan metode ini, bahan baku dapat diperoleh dengan mudah dan murah. Proses pembuatan gas klorin dan NaOH dengan elektrolisis ini menggunakan sel elektrolisis yang diberi diafragma yang berfungsi untuk mencegah bereaksinya gas klorin dan NaOH yang dihasilkan. Oleh karena itu, sel elektrolisis ini lebih dikenal sebagai <i>sel diafragma</i>.</p> <p>Reaksi yang terjadi:</p> $\text{NaCl}(aq) \rightarrow \text{Na}^+(aq) + \text{Cl}^-(aq)$ <p>Anode : $2\text{Cl}^-(aq) \rightarrow \text{Cl}_2(g) + 2e^-$</p> <p>Katode : $2\text{H}_2\text{O}(l) + 2e^- \rightarrow \text{H}_2(g) + 2\text{OH}^-(aq)$</p> <p>Reaksi sel: $2\text{Cl}^-(aq) + 2\text{H}_2\text{O}(l) \rightarrow \text{Cl}_2(g) + \text{H}_2(g) + 2\text{OH}^-(aq)$</p> <p>Ion OH^- yang terjadi bereaksi dengan ion Na^+ sehingga menghasilkan NaOH yang selanjutnya dapat dikristalkan. Jadi, pada proses ini dihasilkan gas klorin di anode, gas H_2 di katode, serta NaOH.</p>	<i>Claim</i>	Pembuatan bahan-bahan kimia tertentu, misalnya gas klorin dan NaOH, dilakukan dengan cara elektrolisis. Cara ini dinilai lebih ekonomis dibandingkan menggunakan proses reaksi kimia biasa.	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Bagus	<i>Claim</i> dituliskan secara jelas namun masih perlu diklarifikasi	C-W-G
		<i>Warrant</i>	Pembuatan gas klorin dan NaOH dilakukan dengan elektrolisis larutan NaCl pekat yang diperoleh dari pemekatan air laut. Dengan metode ini, bahan baku dapat diperoleh dengan mudah dan murah. Proses pembuatan gas klorin dan NaOH dengan elektrolisis ini menggunakan sel elektrolisis yang diberi diafragma yang berfungsi untuk mencegah bereaksinya gas klorin dan NaOH yang dihasilkan. Oleh karena itu, sel elektrolisis ini lebih dikenal sebagai <i>sel diafragma</i> .	Sedang	<i>Warrant</i> berupa pemahaman ilmiah seperti prinsip dan aturan umum	Sangat bagus	<i>Warrant</i> tertulis dengan baik, mudah diidentifikasi, dan menghubungkan <i>claim</i> dan <i>ground</i> .	
		<i>Ground</i>	<p>Reaksi yang terjadi:</p> $\text{NaCl}(aq) \rightarrow \text{Na}^+(aq) + \text{Cl}^-(aq)$ <p>Anode : $2\text{Cl}^-(aq) \rightarrow \text{Cl}_2(g) + 2e^-$</p> <p>Katode : $2\text{H}_2\text{O}(l) + 2e^- \rightarrow \text{H}_2(g) + 2\text{OH}^-(aq)$</p> <p>Reaksi sel: $2\text{Cl}^-(aq) + 2\text{H}_2\text{O}(l) \rightarrow \text{Cl}_2(g) + \text{H}_2(g) + 2\text{OH}^-(aq)$</p> <p>Ion OH^- yang terjadi bereaksi dengan ion Na^+ sehingga menghasilkan NaOH yang selanjutnya dapat dikristalkan. Jadi, pada proses ini dihasilkan gas klorin di anode, gas H_2 di katode, serta NaOH.</p>	Tinggi	<i>Ground</i> berdasarkan hasil penelitian, hasil observasi, dan data statistik	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	

61	3. Industri Kerajinan Industri kerajinan dari logam, misalnya perhiasan dan alat-alat rumah tangga banyak memanfaatkan proses elektrolisis, yaitu dengan penyepuhan, vernikel, dan verkrom. Sebagai contoh, kursi lipat yang terbuat dari logam besi disepuh dengan logam krom melalui elektrolisis $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$ dengan anode dari logam krom dan katode dari logam yang akan dilapisi krom. Cara ini dikenal dengan verkrom.	<i>Claim</i>	Industri kerajinan dari logam, misalnya perhiasan dan alat-alat rumah tangga banyak memanfaatkan proses elektrolisis, yaitu dengan penyepuhan, vernikel, dan verkrom.	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	C-G
		<i>Ground</i>	Sebagai contoh, kursi lipat yang terbuat dari logam besi disepuh dengan logam krom melalui elektrolisis $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$ dengan anode dari logam krom dan katode dari logam yang akan dilapisi krom. Cara ini dikenal dengan verkrom.	Tinggi	<i>Ground</i> berdasarkan hasil penelitian, hasil observasi, dan data statistik	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	
62	Pembuatan perhiasan yang berlapis emas menggunakan cara elektrolisis untuk proses pelapisannya. Perhiasan yang akan dilapisi (disepuh) diletakkan pada katode dan logam emas yang digunakan untuk menyepuh diletakkan di anode. Pada proses ini, elektrolitnya merupakan larutan yang mengandung ion Au^{3+} . Larutan Au^{3+} harus dibuat dengan konsentrasi yang sekecil-kecilnya dan menggunakan arus listrik yang sekecil-kecilnya agar proses penempelannya sempurna. Jika penempelannya terlalu cepat, proses kristalisasinya tidak sempurna sehingga akan menjadi hitam (tidak mengilap). Agar konsentrasi Au^{3+} yang ada dalam larutan sekecil-kecilnya, maka garam Au^{3+} ditambah apotas ($\text{K}_2\text{CO}_3, \text{KCN}$) yang akan membentuk ion kompleks $[\text{Au}(\text{CN})_6]^{3-}$.	<i>Claim</i>	Pembuatan perhiasan yang berlapis emas menggunakan cara elektrolisis untuk proses pelapisannya.	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	C-G-W-R
		<i>Ground</i>	Perhiasan yang akan dilapisi (disepuh) diletakkan pada katode dan logam emas yang digunakan untuk menyepuh diletakkan di anode.	Tinggi	<i>Ground</i> berdasarkan hasil penelitian, hasil observasi, dan data statistik	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	
		<i>Warrant</i>	Pada proses ini, elektrolitnya merupakan larutan yang mengandung ion Au^{3+} . Larutan Au^{3+} harus dibuat dengan konsentrasi yang sekecil-kecilnya dan menggunakan arus listrik yang sekecil-kecilnya agar proses penempelannya sempurna.	Sedang	<i>Warrant</i> berupa pemahaman ilmiah seperti prinsip dan aturan umum	Sangat bagus	<i>Warrant</i> tertulis dengan baik, mudah diidentifikasi, dan menghubungkan <i>claim</i> dan <i>ground</i> .	
		<i>Rebuttal</i>	Jika penempelannya terlalu cepat, proses kristalisasinya tidak sempurna sehingga akan menjadi hitam (tidak mengilap).	Tinggi	<i>Rebuttal</i> berupa bukti empiris atau konseptual serta menggunakan penalaran.	Bagus	Elemen <i>rebuttal</i> tertulis dengan baik namun perlu klarifikasi	



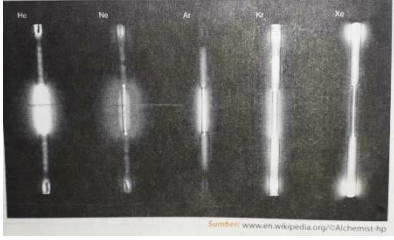
Gambar 2.13 Proses penyepuhan logam

63	<p>Disadari atau tidak, setiap saat kita selalu berinteraksi dan memanfaatkan berbagai unsur di alam baik dalam bentuk unsur bebas, misalnya helium, belerang, besi, emas, atau dalam bentuk senyawa, misalnya natrium klorida, magnesium hidroksida, dan kalsium karbonat.</p> <p>Beberapa jenis unsur yang berinteraksi dengan kita ada yang berharga mahal, seperti emas atau platina, serta ada yang berharga lebih murah, misalnya besi dan aluminium. Selain itu, unsur yang memiliki berbagai bentuk juga dapat berharga sangat mahal atau sangat murah. Contohnya adalah unsur karbon. Unsur karbon dalam bentuk grafit dikenal sebagai arang kayu yang harganya sangat murah jika dibandingkan dengan unsur karbon dalam bentuk intan. Mahal atau tidaknya harga suatu unsur disebabkan oleh beberapa faktor, di antaranya sifat dan kegunaannya serta kelimpahannya di alam. Unsur-unsur yang sangat penting tetapi tersedia di alam dalam jumlah terbatas, akan cenderung mempunyai harga yang mahal.</p> <p>Pada Bab ini, akan dibahas tentang sifat-sifat unsur-unsur utama (golongan A) pada sistem periodik unsur, kelimpahannya di alam, manfaat, dan bagaimana unsur-unsur tersebut dapat diperoleh dari alam.</p>	<i>Ground</i>	Beberapa jenis unsur yang berinteraksi dengan kita ada yang berharga mahal, seperti emas atau platina, serta ada yang berharga lebih murah, misalnya besi dan aluminium. Selain itu, unsur yang memiliki berbagai bentuk juga dapat berharga sangat mahal atau sangat murah. Contohnya adalah unsur karbon. Unsur karbon dalam bentuk grafit dikenal sebagai arang kayu yang harganya sangat murah jika dibandingkan dengan unsur karbon dalam bentuk intan.	Tinggi	<i>Ground</i> berdasarkan hasil penelitian, hasil observasi, dan data statistik	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	G-W-C
		<i>Warrant</i>	Mahal atau tidaknya harga suatu unsur disebabkan oleh beberapa faktor, di antaranya sifat dan kegunaannya serta kelimpahannya di alam.	Sedang	<i>Warrant</i> berupa pemahaman ilmiah seperti prinsip dan aturan umum	Bagus	<i>Warrant</i> jelas dan dapat diidentifikasi, tetapi masih perlu klarifikasi	
		<i>Claim</i>	Unsur-unsur yang sangat penting tetapi tersedia di alam dalam jumlah terbatas, akan cenderung mempunyai harga yang mahal.	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	
64	<p>A. Gas Mulia</p> <p>Gas mulia di dalam sistem periodik unsur terdapat pada golongan VIIIA atau golongan 0 (nol) yang terdiri atas helium (He), neon (Ne), argon (Ar), kripton (Kr), xenon (Xe) dan radon (Rn). Semua unsur gas mulia ini merupakan unsur yang tidak reaktif (stabil) atau <i>inert</i>.</p> <p>Argon merupakan gas mulia yang pertama kali ditemukan oleh Lord Rayleigh dan William Ramsay. Pada tahun 1892, Rayleigh menemukan bahwa oksigen selalu mempunyai massa jenis 15,882 kali lebih besar dari massa jenis hidrogen. Dengan cara yang sama, Rayleigh berusaha untuk menemukan massa jenis gas nitrogen. Ternyata, dari hasil pengamatannya didapatkan bahwa massa jenis gas nitrogen di udara selalu lebih besar daripada massa jenis gas nitrogen yang diperoleh dari peruraian amonia. Dengan demikian, berarti ada suatu gas tidak dikenal yang bercampur dengan gas nitrogen di udara.</p>	<i>Ground</i>	Gas mulia di dalam sistem periodik unsur terdapat pada golongan VIIIA atau golongan 0 (nol) yang terdiri atas helium (He), neon (Ne), argon (Ar), kripton (Kr), xenon (Xe) dan radon (Rn).	Rendah	<i>Ground</i> yang disajikan tanpa ada fakta empiris dan konsep	Sedang	<i>Ground</i> dari argumen tidak jelas dan perlu dikembangkan	G-C
		<i>Claim</i>	Semua unsur gas mulia ini merupakan unsur yang tidak reaktif (stabil) atau <i>inert</i> .	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	

65	<p>William Ramsay berusaha memecahkan masalah tersebut dengan cara mereaksikan gas nitrogen yang diisolasi dari udara dengan logam magnesium.</p> $3Mg(s) + N_2(g) \rightarrow Mg_3N_2(s)$ <p>Setelah nitrogen dipisahkan, ternyata masih terdapat gas yang volumenya 1/80 dari volume gas semula. Berdasarkan pengamatan, spektrumnya berbeda dengan spektrum dari gas-gas yang ada di udara. Pada percobaan selanjutnya, diketahui bahwa gas ini tidak bereaksi dengan gas-gas lain termasuk gas fluorin yang sangat reaktif. Rayleigh dan Ramsay menamakan gas tersebut sebagai gas argon atau dalam bahasa Yunani berarti <i>malas</i> karena tidak mau bereaksi dengan unsur lain.</p> <p>Selama tahun 1894 sampai dengan 1898, Ramsay berhasil menemukan gas mulia lainnya, yaitu helium yang diperoleh dari pemanasan mineral uranium. Gas mulia ini dinamakan helium karena spektrum gas tersebut sama dengan spektrum gas yang ada di matahari (<i>helios = matahari</i>). Berikutnya, dari hasil penyulingan udara cair, Ramsay menemukan gas krypton (<i>krypton = tersembunyi</i>), neon (<i>neo = baru</i>), dan xenon (<i>xenon = tak dikenal atau asing</i>). Semua contoh gas tersebut dikirimkan kepada Henri Moissan, yaitu seorang ahli kimia yang mengisolasi fluorin, untuk direaksikan dengan fluorin yang dikenal sangat reaktif. Akan tetapi, semua gas tersebut tidak bereaksi dengan fluorin. Berdasarkan hal ini, Ramsay memasukkan gas tersebut sebagai kelompok senyawa yang diletakkan pada golongan tersendiri dalam sistem periodik unsur dan disebut golongan 0 (nol), yang belum ada dalam sistem periodik waktu itu.</p>	<p><i>Ground</i></p> <p>William Ramsay berusaha memecahkan masalah tersebut dengan cara mereaksikan gas nitrogen yang diisolasi dari udara dengan logam magnesium.</p> $3Mg(s) + N_2(g) \rightarrow Mg_3N_2(s)$ <p>Setelah nitrogen dipisahkan, ternyata masih terdapat gas yang volumenya 1/80 dari volume gas semula. Berdasarkan pengamatan, spektrumnya berbeda dengan spektrum dari gas-gas yang ada di udara. Pada percobaan selanjutnya, diketahui bahwa gas ini tidak bereaksi dengan gas-gas lain termasuk gas fluorin yang sangat reaktif. Rayleigh dan Ramsay menamakan gas tersebut sebagai gas argon atau dalam bahasa Yunani berarti <i>malas</i> karena tidak mau bereaksi dengan unsur lain.</p> <p>Selama tahun 1894 sampai dengan 1898, Ramsay berhasil menemukan gas mulia lainnya, yaitu helium yang diperoleh dari pemanasan mineral uranium. Gas mulia ini dinamakan helium karena spektrum gas tersebut sama dengan spektrum gas yang ada di matahari (<i>helios = matahari</i>). Berikutnya, dari hasil penyulingan udara cair, Ramsay menemukan gas krypton (<i>krypton = tersembunyi</i>), neon (<i>neo = baru</i>), dan xenon (<i>xenon = tak dikenal atau asing</i>).</p>	Tinggi	<p><i>Ground</i> berdasarkan hasil penelitian, hasil observasi, dan data statistik</p>	Sangat bagus	<p><i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi</p>	G-W-C
		<p><i>Warrant</i></p> <p>Semua contoh gas tersebut dikirimkan kepada Henri Moissan, yaitu seorang ahli kimia yang mengisolasi fluorin, untuk direaksikan dengan fluorin yang dikenal sangat reaktif. Akan tetapi, semua gas tersebut tidak bereaksi dengan fluorin.</p>	Tinggi	<p><i>Warrant</i> berupa pandangan para ahli terkait <i>claim</i></p>	Sangat bagus	<p><i>Warrant</i> tertulis dengan baik, mudah diidentifikasi, dan menghubungkan <i>claim</i> dan <i>ground</i>.</p>	
		<p><i>Claim</i></p> <p>Berdasarkan hal ini, Ramsay memasukkan gas tersebut sebagai kelompok senyawa yang diletakkan pada golongan tersendiri dalam sistem periodik unsur dan disebut golongan 0 (nol), yang belum ada dalam sistem periodik waktu itu.</p>	Tinggi	<p><i>Claim</i> berdasarkan pada fakta</p>	Sangat bagus	<p><i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik</p>	

66	<p>1. Gas Mulia di Alam Kecuali radon (Rn), gas mulia terdapat di udara sebagai atom tunggal. Di antara gas mulia lainnya, argon merupakan gas mulia yang paling banyak terdapat di udara. Tabel 3.1 menunjukkan kelimpahan gas mulia di udara.</p> <p>Tabel 3.1 Kelimpahan unsur gas mulia di udara.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>No</th> <th>Unsur</th> <th>Kelimpahan di udara</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1.</td> <td>Helium</td> <td>$5,2 \times 10^{-4}\%$</td> </tr> <tr> <td>2.</td> <td>Neon</td> <td>$1,8 \times 10^{-3}\%$</td> </tr> <tr> <td>3.</td> <td>Argon</td> <td>0,93%</td> </tr> <tr> <td>4.</td> <td>Kripton</td> <td>$1,1 \times 10^{-4}\%$</td> </tr> <tr> <td>5.</td> <td>Xenon</td> <td>$8,7 \times 10^{-6}\%$</td> </tr> </tbody> </table> <p>Radon sangat sedikit di alam, sebab merupakan unsur radioaktif yang umurnya sangat pendek (separuh dari gas radon akan berubah menjadi unsur lain setelah disimpan selama 38 hari).</p>	No	Unsur	Kelimpahan di udara	1.	Helium	$5,2 \times 10^{-4}\%$	2.	Neon	$1,8 \times 10^{-3}\%$	3.	Argon	0,93%	4.	Kripton	$1,1 \times 10^{-4}\%$	5.	Xenon	$8,7 \times 10^{-6}\%$	<p><i>Claim</i></p> <p>Di antara gas mulia lainnya, argon merupakan gas mulia yang paling banyak terdapat di udara.</p>	Tinggi	<p><i>Claim</i> berdasarkan pada fakta</p>	Sangat bagus	<p><i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik</p>	C-G
		No	Unsur	Kelimpahan di udara																					
1.	Helium	$5,2 \times 10^{-4}\%$																							
2.	Neon	$1,8 \times 10^{-3}\%$																							
3.	Argon	0,93%																							
4.	Kripton	$1,1 \times 10^{-4}\%$																							
5.	Xenon	$8,7 \times 10^{-6}\%$																							
<p><i>Ground</i></p> <p>Tabel 3.1 menunjukkan kelimpahan gas mulia di udara.</p>	Tinggi	<p><i>Ground</i> berdasarkan hasil penelitian, hasil observasi, dan data statistik</p>	Sangat bagus	<p><i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi</p>																					
67	<p>2. Sifat-sifat Gas Mulia Secara umum, gas mulia merupakan unsur yang sangat stabil. Bahkan, sebelum Niels Bartlett berhasil membuat senyawa gas mulia pada tahun 1962, gas mulia dianggap tidak dapat bereaksi (bersenyawa) dengan unsur lain. Kestabilan gas mulia ini didukung oleh beberapa faktor, di antaranya sebagai berikut.</p> <ol style="list-style-type: none"> Konfigurasi elektron gas mulia (kecuali He) berakhir pada $ns^2 np^6$. Konfigurasi tersebut merupakan konfigurasi elektron yang stabil, sebab semua elektron pada subkulitnya sudah berpasangan. Oleh karena itu, tidak mungkin gas mulia membentuk ikatan kovalen dengan atom lain. Energi ionisasi yang tinggi menyebabkan gas mulia sukar membentuk ion positif. Hal ini berarti, gas mulia sukar berikatan dengan unsur lain secara ionik. Afinitas elektron yang rendah menyebabkan gas mulia tidak dapat mengikat elektron untuk menjadi ion negatif. Hal ini berarti, gas mulia sukar berikatan dengan unsur lain membentuk senyawa ionik. 	<p><i>Claim</i></p> <p>Secara umum, gas mulia merupakan unsur yang sangat stabil. Bahkan, sebelum Niels Bartlett berhasil membuat senyawa gas mulia pada tahun 1962, gas mulia dianggap tidak dapat bereaksi (bersenyawa) dengan unsur lain.</p>	Tinggi	<p><i>Claim</i> berdasarkan pada fakta</p>	Sangat bagus	<p><i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik</p>	C-G																		
		<p><i>Ground</i></p> <p>Kestabilan gas mulia ini didukung oleh beberapa faktor, di antaranya sebagai berikut.</p> <ol style="list-style-type: none"> Konfigurasi elektron gas mulia (kecuali He) berakhir pada $ns^2 np^6$. Konfigurasi tersebut merupakan konfigurasi elektron yang stabil, sebab semua elektron pada subkulitnya sudah berpasangan. Oleh karena itu, tidak mungkin gas mulia membentuk ikatan kovalen dengan atom lain. Energi ionisasi yang tinggi menyebabkan gas mulia sukar membentuk ion positif. Hal ini berarti, gas mulia sukar berikatan dengan unsur lain secara ionik. Afinitas elektron yang rendah menyebabkan gas mulia tidak dapat mengikat elektron untuk menjadi ion negatif. Hal ini berarti, gas mulia sukar berikatan dengan unsur lain membentuk senyawa ionik. 	Tinggi	<p><i>Ground</i> berdasarkan hasil penelitian, hasil observasi, dan data statistik</p>	Sangat bagus	<p><i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi</p>																			

68	<p>Berdasarkan hal tersebut, maka dapat disimpulkan bahwa gas mulia sukar berikatan secara kovalen (membentuk senyawa kovalen) dan berikatan secara ionik (membentuk senyawa ion) dengan unsur lain. Tabel 3.2 menunjukkan sifat umum dari gas mulia.</p> <p>Tabel 3.2 Sifat umum gas mulia</p> <table border="1" data-bbox="259 427 920 783"> <thead> <tr> <th>Unsur</th> <th>Lambang</th> <th>Nomor atom</th> <th>Energi ionisasi (kJ/mol)</th> <th>Jari-jari atom (Å)</th> <th>Titik leleh (°C)</th> <th>Titik didih (°C)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Helium</td> <td>He</td> <td>2</td> <td>2.379</td> <td>1,40</td> <td>-272 (26 atm)</td> <td>-269</td> </tr> <tr> <td>Neon</td> <td>Ne</td> <td>8</td> <td>2.087</td> <td>1,54</td> <td>-249</td> <td>-246</td> </tr> <tr> <td>Argon</td> <td>Ar</td> <td>18</td> <td>1.527</td> <td>1,88</td> <td>-189</td> <td>-186</td> </tr> <tr> <td>Krypton</td> <td>Kr</td> <td>36</td> <td>1.357</td> <td>2,02</td> <td>-157</td> <td>-152</td> </tr> <tr> <td>Xenon</td> <td>Xe</td> <td>54</td> <td>1.177</td> <td>2,16</td> <td>-112</td> <td>-107</td> </tr> <tr> <td>Radon</td> <td>Rn</td> <td>86</td> <td>1.043</td> <td>-</td> <td>-71</td> <td>-61,8</td> </tr> </tbody> </table> <p>Tabel tersebut menunjukkan bahwa terdapat pola kecenderungan perubahan dari He ke Rn, antara lain:</p> <ol style="list-style-type: none"> Jari-jari atomnya semakin panjang, akibatnya dari He ke Rn semakin mudah membentuk dipol sesaat dan gaya van der Waals semakin kuat. Semakin kuatnya gaya van der Waals (dari He ke Rn) menyebabkan titik didih dan titik leleh gas mulia dari atas ke bawah semakin tinggi. Energi ionisasinya semakin kecil dan bahkan untuk Xe dan Rn mempunyai energi ionisasi lebih rendah dari hidrogen (energi ionisasi hidrogen = 1.312 kJ/mol). 	Unsur	Lambang	Nomor atom	Energi ionisasi (kJ/mol)	Jari-jari atom (Å)	Titik leleh (°C)	Titik didih (°C)	Helium	He	2	2.379	1,40	-272 (26 atm)	-269	Neon	Ne	8	2.087	1,54	-249	-246	Argon	Ar	18	1.527	1,88	-189	-186	Krypton	Kr	36	1.357	2,02	-157	-152	Xenon	Xe	54	1.177	2,16	-112	-107	Radon	Rn	86	1.043	-	-71	-61,8	<p><i>Ground</i></p> <p>Tabel 3.2 menunjukkan sifat umum dari gas mulia.</p> <p><i>Claim</i></p> <p>Tabel tersebut menunjukkan bahwa terdapat pola kecenderungan perubahan dari He ke Rn, antara lain:</p> <ol style="list-style-type: none"> Jari-jari atomnya semakin panjang, akibatnya dari He ke Rn semakin mudah membentuk dipol sesaat dan gaya van der Waals semakin kuat. Semakin kuatnya gaya van der Waals (dari He ke Rn) menyebabkan titik didih dan titik leleh gas mulia dari atas ke bawah semakin tinggi. Energi ionisasinya semakin kecil dan bahkan untuk Xe dan Rn mempunyai energi ionisasi lebih rendah dari hidrogen (energi ionisasi hidrogen = 1.312 kJ/mol). 	<p>Tinggi</p> <p>Tinggi</p>	<p><i>Ground</i> berdasarkan hasil penelitian, hasil observasi, dan data statistik</p> <p><i>Claim</i> berdasarkan pada fakta</p>	<p>Sangat bagus</p> <p>Sangat bagus</p>	<p><i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi</p> <p><i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik</p>	<p>G-C</p>
Unsur	Lambang	Nomor atom	Energi ionisasi (kJ/mol)	Jari-jari atom (Å)	Titik leleh (°C)	Titik didih (°C)																																																		
Helium	He	2	2.379	1,40	-272 (26 atm)	-269																																																		
Neon	Ne	8	2.087	1,54	-249	-246																																																		
Argon	Ar	18	1.527	1,88	-189	-186																																																		
Krypton	Kr	36	1.357	2,02	-157	-152																																																		
Xenon	Xe	54	1.177	2,16	-112	-107																																																		
Radon	Rn	86	1.043	-	-71	-61,8																																																		
69	<p>3. Senyawa Gas Mulia</p> <p>Sejak tahun 1894, telah diupayakan pembuatan senyawa gas mulia, mulai dari Moissan yang berusaha mereaksikan gas argon dengan fluorin, sampai beberapa ahli kimia lainnya yang telah berupaya, tetapi selalu gagal.</p> <p>Tahun 1962, Niels Bartlett, seorang ahli kimia Kanada, mengamati bahwa gas O₂ dapat bereaksi dengan senyawa PtF₆ pada suhu kamar untuk membentuk zat padat O₂PtF₆ (oksigenil heksafluoroplatinat)</p> $O_2(g) + PtF_6(s) \rightarrow O_2^+PtF_6^-(s)$ <p>Dalam penelitian dengan sinar X diketahui bahwa senyawa tersebut merupakan</p>	<p><i>Ground</i></p> <p>Tahun 1962, Niels Bartlett, seorang ahli kimia Kanada, mengamati bahwa gas O₂ dapat bereaksi dengan senyawa PtF₆ pada suhu kamar untuk membentuk zat padat O₂PtF₆ (oksigenil heksafluoroplatinat)</p> $O_2(g) + PtF_6(s) \rightarrow O_2^+PtF_6^-(s)$ <p>Dalam penelitian dengan sinar X diketahui bahwa senyawa tersebut merupakan senyawa ionik dari ion oksigenil (O₂⁺) dengan ion PtF₆⁻.</p>	<p>Tinggi</p>	<p><i>Ground</i> berdasarkan hasil penelitian, hasil observasi, dan data statistik</p>	<p>Sangat bagus</p>	<p><i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi</p>	<p>G-W-B-C</p>																																																	

	<p>senyawa ionik dari ion oksigenil (O_2^+) dengan ion PtF_6^-. Dari pengamatan selanjutnya, didapatkan bahwa energi ionisasi molekul oksigen sedikit lebih tinggi daripada energi ionisasi Xe.</p> $O_2(g) \rightarrow O_2^+ + e^- \quad \Delta H = +1.170 \text{ kJ/mol}$ <p>ion oksigenil</p> $Xe(g) \rightarrow Xe^+(g) + e^- \quad \Delta H = +1.077 \text{ kJ/mol}$ <p>Berdasarkan pengamatan tersebut, maka dicoba untuk mereaksikan Xe dengan PtF_6 pada suhu kamar dan berhasil mendapatkan senyawa gas mulia yang pertama kali, yaitu $XePtF_6$ dalam bentuk kristal merah yang stabil.</p> $Xe(g) + PtF_6(s) \rightarrow XePtF_6(s)$	<p><i>Warrant</i></p> <p>Dari pengamatan selanjutnya, didapatkan bahwa energi ionisasi molekul oksigen sedikit lebih tinggi daripada energi ionisasi Xe.</p>	Tinggi	<p><i>Warrant</i> berupa pandangan para ahli terkait <i>claim</i></p>	Bagus	<p><i>Warrant</i> jelas dan dapat diidentifikasi, tetapi masih perlu klarifikasi</p>	
		<p><i>Backing</i></p> $O_2(g) \rightarrow O_2^+ + e^- \quad \Delta H = +1.170 \text{ kJ/mol}$ <p>ion oksigenil</p> $Xe(g) \rightarrow Xe^+(g) + e^- \quad \Delta H = +1.077 \text{ kJ/mol}$	Sedang	<p><i>Backing</i> berupa pemahaman ilmiah seperti prinsip dan aturan umum</p>	Sangat bagus	<p><i>Backing</i> mendukung <i>warrant</i></p>	
		<p><i>Claim</i></p> <p>Berdasarkan pengamatan tersebut, maka dicoba untuk mereaksikan Xe dengan PtF_6 pada suhu kamar dan berhasil mendapatkan senyawa gas mulia yang pertama kali, yaitu $XePtF_6$ dalam bentuk kristal merah yang stabil.</p> $Xe(g) + PtF_6(s) \rightarrow XePtF_6(s)$	Tinggi	<p><i>Claim</i> berdasarkan pada fakta</p>	Sangat bagus	<p><i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik</p>	
70	<p>Beberapa bulan kemudian, peneliti di pusat penelitian <i>Argone National Laboratory</i> Chicago berhasil mereaksikan gas Xe dengan gas F_2 pada suhu 400°C dan mendapatkan zat padat tak berwarna dari XeF_4 kemudian XeF_2, dan XeF_6.</p> $3Xe(g) + 6F_2(g) \rightarrow XeF_2(s) + XeF_4(s) + XeF_6(s)$  <p>Gambar 3.1 Lampu yang berisi gas mulia.</p>	<p><i>Claim</i></p> <p>Beberapa bulan kemudian, peneliti di pusat penelitian <i>Argone National Laboratory</i> Chicago berhasil mereaksikan gas Xe dengan gas F_2 pada suhu 400°C dan mendapatkan zat padat tak berwarna dari XeF_4 kemudian XeF_2, dan XeF_6.</p>	Tinggi	<p><i>Claim</i> berdasarkan pada fakta</p>	Sangat bagus	<p><i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik</p>	C-G
		<p><i>Ground</i></p> $3Xe(g) + 6F_2(g) \rightarrow XeF_2(s) + XeF_4(s) + XeF_6(s)$	Sedang	<p><i>Ground</i> yang disajikan dalam bentuk konsep</p>	Sangat bagus	<p><i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi</p>	
71	<p>Setelah itu, didapatkan tidak kurang dari 200 jenis senyawa gas mulia. Tidak hanya senyawa biner, senyawa yang dibentuk dari unsur xenon dapat pula berupa senyawa oksida.</p> <p>Beberapa senyawa oksida dari Xe, misalnya $XeOF_2$, $XeOF_4$, XeO_2F_2, XeO_3F_2, XeO_2F_4, XeO_3, dan XeO_4 dapat diperoleh dari XeF_4 dan XeF_6. Sebagai contoh, ion perxenat (XeO_6^{4-}) dapat diperoleh dari reaksi antara XeF_6 dengan basa kuat.</p>	<p><i>Claim</i></p> <p>Setelah itu, didapatkan tidak kurang dari 200 jenis senyawa gas mulia. Tidak hanya senyawa biner, senyawa yang dibentuk dari unsur xenon dapat pula berupa senyawa oksida.</p>	Tinggi	<p><i>Claim</i> berdasarkan pada fakta</p>	Bagus	<p><i>Claim</i> dituliskan secara jelas namun masih perlu diklarifikasi</p>	C-G-W-Q

	<p>$2XeF_6(s) + 16OH^-(aq) \rightarrow XeO_6^{4-}(aq) + Xe(g) + O_2(g) + 12F^-(aq) + 8H_2O(l)$</p> <p>Senyawa XeF₂, XeF₄, dan XeF₆ merupakan oksidator kuat, serta dapat mengoksidasi H₂O menghasilkan O₂.</p> <p>$2XeF_2(s) + 2H_2O(l) \rightarrow O_2(g) + 2Xe(g) + 4HF(l)$</p> <p>Senyawa XeO₃ merupakan zat padat putih yang mudah meledak hanya dengan sedikit ditekan atau digosok. Daya ledaknya setingkat TNT.</p> <p>Selanjutnya, senyawa-senyawa lain dari gas mulia, yaitu Ar, Kr, dan Rn, juga sudah dapat disintesis, misalnya HarF, KrF₂, dan RnF₂. Akan tetapi, sampai saat ini senyawa dari He dan Ne belum berhasil disintesis. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh tingginya nilai energi ionisasi dari unsur-unsur tersebut.</p>	<p><i>Ground</i></p>	<p>Beberapa senyawa oksida dari Xe, misalnya XeOF₂, XeOF₄, XeO₂F₂, XeO₃F₂, XeO₂F₄, XeO₃, dan XeO₄ dapat diperoleh dari XeF₄ dan XeF₆. Sebagai contoh, ion perxenat (XeO₆⁴⁻) dapat diperoleh dari reaksi antara XeF₆ dengan basa kuat.</p> <p>$2XeF_6(s) + 16OH^-(aq) \rightarrow XeO_6^{4-}(aq) + Xe(g) + O_2(g) + 12F^-(aq) + 8H_2O(l)$</p> <p>Senyawa XeF₂, XeF₄, dan XeF₆ merupakan oksidator kuat, serta dapat mengoksidasi H₂O menghasilkan O₂.</p> <p>$2XeF_2(s) + 2H_2O(l) \rightarrow O_2(g) + 2Xe(g) + 4HF(l)$</p> <p>Senyawa XeO₃ merupakan zat padat putih yang mudah meledak hanya dengan sedikit ditekan atau digosok. Daya ledaknya setingkat TNT.</p>	<p>Tinggi</p>	<p><i>Ground</i> berdasarkan hasil penelitian, hasil observasi, dan data statistik</p>	<p>Sangat bagus</p>	<p><i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi</p>	
		<p><i>Warrant</i></p>	<p>Selanjutnya, senyawa-senyawa lain dari gas mulia, yaitu Ar, Kr, dan Rn, juga sudah dapat disintesis, misalnya HarF, KrF₂, dan RnF₂.</p>	<p>Sedang</p>	<p><i>Warrant</i> berupa pemahaman ilmiah seperti prinsip dan aturan umum</p>	<p>Bagus</p>	<p><i>Warrant</i> jelas dan dapat diidentifikasi, tetapi masih perlu klarifikasi</p>	
		<p><i>Qualifier</i></p>	<p>Akan tetapi, sampai saat ini senyawa dari He dan Ne belum berhasil disintesis. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh tingginya nilai energi ionisasi dari unsur-unsur tersebut.</p>	<p>Sedang</p>	<p><i>Qualifier</i> berupa pemahaman ilmiah seperti prinsip dan aturan umum</p>	<p>Bagus</p>	<p><i>Qualifier</i> agak membatasi <i>claim</i></p>	
<p>72</p>	<p>4. Industri Gas Mulia dan Kegunaannya</p> <p>Beberapa gas mulia, misalnya Ne, Ar, Kr, dan Xe diperoleh dari hasil penyulingan bertingkat udara cair. Umumnya, sebagai hasil samping pada proses pembuatan gas NH₃ (Proses Haber-Bosch). Helium diperoleh sebagai hasil samping dari pengolahan gas alam.</p>	<p><i>Claim</i></p>	<p>Beberapa gas mulia, misalnya Ne, Ar, Kr, dan Xe diperoleh dari hasil penyulingan bertingkat udara cair.</p>	<p>Tinggi</p>	<p><i>Claim</i> berdasarkan pada fakta</p>	<p>Sangat bagus</p>	<p><i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik</p>	<p>C-G</p>

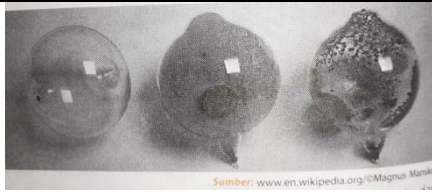
	<p>a. Helium digunakan sebagai pengisi balon gas (misalnya untuk balon cuaca) karena massa jenisnya yang rendah dan stabil. Gas helium juga digunakan sebagai campuran gas oksigen pada tabung penyelam karena kestabilannya dan kelarutannya yang kecil dalam darah. Helium cair pada suhu 4 K digunakan sebagai pendingin dalam riset pada suhu sangat rendah.</p> <p>b. Neon digunakan sebagai gas pengisi lampu dan memberikan warna merah yang terang. Lampu di bandara umumnya menggunakan neon sebagai pengisinya karena cahaya yang dihasilkan dapat menembus kabut.</p> <p>c. Argon merupakan gas mulia yang paling banyak digunakan (di Inggris mencapai 30.000 ton per tahun), terutama untuk atmosfer pengelasan logam. Industri rancang bangun yang memerlukan presisi tinggi, misalnya pesawat terbang, memerlukan pengelasan logam yang bebas oksigen dan gas lainnya yang mungkin bereaksi dengan logam. Oleh karena itu, digunakan argon sebagai atmosfer pengelasan.</p> <p>d. Krypton dan xenon digunakan untuk mengisi lampu iklan yang berwarna-warni.</p> <p>e. Campuran 10% Xe, 89% Ar, dan 1% F₂ digunakan sebagai lampu emisi untuk menghasilkan sinar laser.</p>	<p><i>Ground</i></p>	<p>Umumnya, sebagai hasil samping pada proses pembuatan gas NH₃ (Proses Haber-Bosch). Helium diperoleh sebagai hasil samping dari pengolahan gas alam.</p> <p>a. Helium digunakan sebagai pengisi balon gas (misalnya untuk balon cuaca) karena massa jenisnya yang rendah dan stabil. Gas helium juga digunakan sebagai campuran gas oksigen pada tabung penyelam karena kestabilannya dan kelarutannya yang kecil dalam darah. Helium cair pada suhu 4 K digunakan sebagai pendingin dalam riset pada suhu sangat rendah.</p> <p>b. Neon digunakan sebagai gas pengisi lampu dan memberikan warna merah yang terang. Lampu di bandara umumnya menggunakan neon sebagai pengisinya karena cahaya yang dihasilkan dapat menembus kabut.</p> <p>c. Argon merupakan gas mulia yang paling banyak digunakan (di Inggris mencapai 30.000 ton per tahun), terutama untuk atmosfer pengelasan logam. Industri rancang bangun yang memerlukan presisi tinggi, misalnya pesawat terbang, memerlukan pengelasan logam yang bebas oksigen dan gas lainnya yang mungkin bereaksi dengan logam. Oleh karena itu, digunakan argon sebagai atmosfer pengelasan.</p> <p>d. Krypton dan xenon digunakan untuk mengisi lampu iklan yang berwarna-warni.</p> <p>e. Campuran 10% Xe, 89% Ar, dan 1% F₂ digunakan sebagai lampu emisi untuk menghasilkan sinar laser.</p>	<p>Tinggi</p>	<p><i>Ground</i> berdasarkan hasil penelitian, hasil observasi, dan data statistik</p>	<p>Bagus</p>	<p><i>Ground</i> dari argumen mudah diidentifikasi, namun perlu klarifikasi</p>	
<p>73</p>	<p>B. Halogen Halogen merupakan unsur yang sangat reaktif. Dalam sistem periodik unsur, halogen terdapat pada golongan VIIA atau golongan 17. Unsur-unsur halogen meliputi fluorin, klorin, bromin, iodin, dan astatin. Astatin merupakan unsur</p>	<p><i>Claim</i></p>	<p>Oleh karena kereaktifannya, halogen di alam tidak terdapat dalam keadaan bebas, tetapi selalu dalam keadaan sebagai senyawanya.</p>	<p>Tinggi</p>	<p><i>Claim</i> berdasarkan pada fakta</p>	<p>Sangat bagus</p>	<p><i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan</p>	<p>C-W-G</p>

	<p>radioaktif dengan waktu paruh 8,3 jam. Halogen berasal dari kata “<i>halogenao</i>” yang berarti pembentuk garam. Hal ini didasarkan pada sejarah penemuan halogen yang selalu diperoleh dari garam.</p> <p>Di dalam tubuh manusia, beberapa unsur halogen berperan dalam metabolisme, misalnya ion klorida yang mengatur osmosis jaringan sel dan plasma darah. Iodin terdapat pada kelenjar tiroid sebagai hormon tiroksin ($C_{15}H_{11}O_4NI_4$). Ion fluorida diperlukan dalam pertumbuhan gigi pada anak dan mencegah kerusakan gigi.</p> <p>1. Halogen di Alam</p> <p>Oleh karena kereaktifannya, halogen di alam tidak terdapat dalam keadaan bebas, tetapi selalu dalam keadaan sebagai senyawanya. Pada umumnya, halogen berada dalam keadaan sebagai senyawa dengan bilangan oksidasi -1 (halida). Sumber utama halogen adalah air laut, yang mengandung klorida (Cl^-), bromida (Br^-), dan iodida (I^-). Beberapa sumber air panas mengandung senyawa $NaCl$ dan NaI, misalnya Bledug Kuwu di daerah Purwodadi (Jawa Tengah) dan Watudakon di daerah Mojokerto (Jawa Timur). Fluorin terdapat sebagai batuan fluorspar (CaF_2), kriolit (Na_3AlF_6), dan fluorapatit $Ca_5(PO_4)_3F$. Klorin terdapat sebagai klorida dalam air laut dan tambang garam, misalnya $NaCl$, KCl, $MG-Cl_2$, dan sebagainya. Bromin terdapat sebagai bromida dalam jumlah yang relatif kecil dibandingkan klorida. Iodin terdapat sebagai iodida di dalam air laut dan sebagai natrium iodat ($NaIO_3$) dalam garam Chili.</p>						dengan baik	
		<i>Warrant</i>	Pada umumnya, halogen berada dalam keadaan sebagai senyawa dengan bilangan oksidasi -1 (halida).	Sedang	<i>Warrant</i> berupa pemahaman ilmiah seperti prinsip dan aturan umum	Sangat bagus	<i>Warrant</i> tertulis dengan baik, mudah diidentifikasi, dan menghubungkan <i>claim</i> dan <i>ground</i> .	
		<i>Ground</i>	Sumber utama halogen adalah air laut, yang mengandung klorida (Cl^-), bromida (Br^-), dan iodida (I^-). Beberapa sumber air panas mengandung senyawa $NaCl$ dan NaI , misalnya Bledug Kuwu di daerah Purwodadi (Jawa Tengah) dan Watudakon di daerah Mojokerto (Jawa Timur). Fluorin terdapat sebagai batuan fluorspar (CaF_2), kriolit (Na_3AlF_6), dan fluorapatit $Ca_5(PO_4)_3F$. Klorin terdapat sebagai klorida dalam air laut dan tambang garam, misalnya $NaCl$, KCl , $MG-Cl_2$, dan sebagainya. Bromin terdapat sebagai bromida dalam jumlah yang relatif kecil dibandingkan klorida. Iodin terdapat sebagai iodida di dalam air laut dan sebagai natrium iodat ($NaIO_3$) dalam garam Chili.	Tinggi	<i>Ground</i> berdasarkan hasil penelitian, hasil observasi, dan data statistik	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	
74	<p>2. Sifat-sifat Halogen</p> <p>Berdasarkan konfigurasi elektronnya, unsur halogen mempunyai elektron valensi $ns^2 np^5$. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat sebuah elektron yang belum berpasangan. Adanya sebuah elektron yang belum berpasangan menyebabkan halogen sangat reaktif dan mudah membentuk ion halida (X^-). Sifat ini sesuai dengan fakta bahwa halogen umumnya terdapat di alam sebagai senyawa halida. Hampir semua senyawa halida (kecuali perak halida dan timbel (II) halida) mudah larut dalam air. Oleh karena itu, sumber halida di alam yang paling banyak terdapat di air laut atau daerah bekas laut. Beberapa sifat halogen dapat dilihat pada Tabel 3.3.</p> <p>Tabel 3.3 Beberapa sifat fisis unsur-unsur halogen.</p>	<i>Ground</i>	Berdasarkan konfigurasi elektronnya, unsur halogen mempunyai elektron valensi $ns^2 np^5$. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat sebuah elektron yang belum berpasangan. Adanya sebuah elektron yang belum berpasangan menyebabkan halogen sangat reaktif dan mudah membentuk ion halida (X^-).	Tinggi	<i>Ground</i> berdasarkan hasil penelitian, hasil observasi, dan data statistik	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	G-C-W-B
		<i>Claim</i>	Sifat ini sesuai dengan fakta bahwa halogen umumnya terdapat di alam sebagai senyawa halida.	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	

	<table border="1"> <tr> <td>Sifat-sifat halogen</td> <td>Fluorin (F)</td> <td>Klorin (Cl)</td> <td>Bromin (Br)</td> <td>Iodin (I)</td> </tr> <tr> <td>Konfigurasi elektron</td> <td>[He] 2s² 2p⁵</td> <td>[Ne] 3s² 3p⁵</td> <td>[Ar] 3d¹⁰ 4s² 4p⁵</td> <td>[Kr] 4d¹⁰ 5s² 5p⁵</td> </tr> <tr> <td>Nomor atom</td> <td>9</td> <td>17</td> <td>35</td> <td>53</td> </tr> <tr> <td>Titik leleh (°C)</td> <td>-220</td> <td>-101</td> <td>-7,2</td> <td>114</td> </tr> <tr> <td>Titik didih (°C)</td> <td>-188</td> <td>-35</td> <td>59</td> <td>184</td> </tr> <tr> <td>Energi ionisasi pertama (kJ/mol)</td> <td>1.680</td> <td>1.260</td> <td>1.140</td> <td>1.010</td> </tr> <tr> <td>Afinitas elektron (kJ/mol)</td> <td>-348</td> <td>-364</td> <td>-342</td> <td>-314</td> </tr> <tr> <td>Keelektronegatifan</td> <td>4,0</td> <td>3,0</td> <td>2,8</td> <td>2,5</td> </tr> <tr> <td>Jari-jari atom (Å)</td> <td>0,50</td> <td>1,00</td> <td>1,15</td> <td>1,40</td> </tr> <tr> <td>Energi ikatan X-X (kJ/mol)</td> <td>158</td> <td>242</td> <td>193</td> <td>151</td> </tr> <tr> <td>Energi ikatan H-X (kJ/mol)</td> <td>562</td> <td>431</td> <td>366</td> <td>299</td> </tr> <tr> <td>Potensial elektrode (volt) $X_2 + 2e^- \rightarrow 2X^-$</td> <td>+2,87</td> <td>+1,36</td> <td>+1,07</td> <td>+0,54</td> </tr> <tr> <td>Kerapatan (g/mL)</td> <td>1,0</td> <td>1,5</td> <td>3,1</td> <td>4,9</td> </tr> </table>	Sifat-sifat halogen	Fluorin (F)	Klorin (Cl)	Bromin (Br)	Iodin (I)	Konfigurasi elektron	[He] 2s ² 2p ⁵	[Ne] 3s ² 3p ⁵	[Ar] 3d ¹⁰ 4s ² 4p ⁵	[Kr] 4d ¹⁰ 5s ² 5p ⁵	Nomor atom	9	17	35	53	Titik leleh (°C)	-220	-101	-7,2	114	Titik didih (°C)	-188	-35	59	184	Energi ionisasi pertama (kJ/mol)	1.680	1.260	1.140	1.010	Afinitas elektron (kJ/mol)	-348	-364	-342	-314	Keelektronegatifan	4,0	3,0	2,8	2,5	Jari-jari atom (Å)	0,50	1,00	1,15	1,40	Energi ikatan X-X (kJ/mol)	158	242	193	151	Energi ikatan H-X (kJ/mol)	562	431	366	299	Potensial elektrode (volt) $X_2 + 2e^- \rightarrow 2X^-$	+2,87	+1,36	+1,07	+0,54	Kerapatan (g/mL)	1,0	1,5	3,1	4,9	<p><i>Warrant</i></p> <p>Hampir semua senyawa halida (kecuali perak halida dan timbel (II) halida) mudah larut dalam air.</p>	Sedang	<p><i>Warrant</i> berupa pemahaman ilmiah seperti prinsip dan aturan umum</p>	Bagus	<p><i>Warrant</i> jelas dan dapat diidentifikasi, tetapi masih perlu klarifikasi</p>	
Sifat-sifat halogen	Fluorin (F)	Klorin (Cl)	Bromin (Br)	Iodin (I)																																																																				
Konfigurasi elektron	[He] 2s ² 2p ⁵	[Ne] 3s ² 3p ⁵	[Ar] 3d ¹⁰ 4s ² 4p ⁵	[Kr] 4d ¹⁰ 5s ² 5p ⁵																																																																				
Nomor atom	9	17	35	53																																																																				
Titik leleh (°C)	-220	-101	-7,2	114																																																																				
Titik didih (°C)	-188	-35	59	184																																																																				
Energi ionisasi pertama (kJ/mol)	1.680	1.260	1.140	1.010																																																																				
Afinitas elektron (kJ/mol)	-348	-364	-342	-314																																																																				
Keelektronegatifan	4,0	3,0	2,8	2,5																																																																				
Jari-jari atom (Å)	0,50	1,00	1,15	1,40																																																																				
Energi ikatan X-X (kJ/mol)	158	242	193	151																																																																				
Energi ikatan H-X (kJ/mol)	562	431	366	299																																																																				
Potensial elektrode (volt) $X_2 + 2e^- \rightarrow 2X^-$	+2,87	+1,36	+1,07	+0,54																																																																				
Kerapatan (g/mL)	1,0	1,5	3,1	4,9																																																																				
		<p><i>Backing</i></p> <p>Oleh karena itu, sumber halida di alam yang paling banyak terdapat di air laut atau daerah bekas laut.</p>	Sedang	<p><i>Backing</i> berupa pemahaman ilmiah seperti prinsip dan aturan umum</p>	Sangat bagus	<p><i>Backing</i> mendukung <i>warrant</i></p>																																																																		
75	<p>Berdasarkan sifat-sifat fisis di atas, dapat dijelaskan beberapa hal berikut.</p> <ul style="list-style-type: none"> Konfigurasi elektron valensi halogen adalah ns² np⁵. Adanya sebuah elektron yang tidak berpasangan dapat digunakan untuk membentuk pasangan elektron bersama dengan sebuah elektron pada subkulit p dari atom halogen yang lain, sehingga halogen dalam keadaan bebas merupakan molekul diatomik (X₂). 	<p><i>Ground</i></p> <p>Konfigurasi elektron valensi halogen adalah ns² np⁵.</p>	Tinggi	<p><i>Ground</i> berdasarkan hasil penelitian, hasil observasi, dan data statistik</p>	Sangat bagus	<p><i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi</p>	G-W-C																																																																	
		<p><i>Warrant</i></p> <p>Adanya sebuah elektron yang tidak berpasangan dapat digunakan untuk membentuk pasangan elektron bersama dengan sebuah elektron pada subkulit p dari atom halogen yang lain,</p>	Sedang	<p><i>Warrant</i> berupa pemahaman ilmiah seperti prinsip dan aturan umum</p>	Sangat bagus	<p><i>Warrant</i> tertulis dengan baik, mudah diidentifikasi, dan menghubungkan <i>claim</i> dan <i>ground</i>.</p>																																																																		
		<p><i>Claim</i></p> <p>sehingga halogen dalam keadaan bebas merupakan molekul diatomik (X₂).</p>	Tinggi	<p><i>Claim</i> berdasarkan pada fakta</p>	Sangat bagus	<p><i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik</p>																																																																		
76	<ul style="list-style-type: none"> Dari F ke At titik didih dan titik lelehnya semakin tinggi. Hal ini dapat dijelaskan dengan gaya van der Waals yang bekerja 	<p><i>Claim</i></p> <p>Dari F ke At titik didih dan titik lelehnya semakin tinggi.</p>	Tinggi	<p><i>Claim</i> berdasarkan pada fakta</p>	Sangat bagus	<p><i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi</p>	C-G																																																																	

	pada molekul-molekul tersebut. Dari atas (F) ke bawah (At) ukuran atomnya semakin besar sehingga semakin mudah terjadi dipol sesaat yang berakibat semakin kuatnya gaya van der Waals. Semakin kuat gaya van der Waals, semakin tinggi titik didih dan titik lelehnya.	<i>Ground</i>	Hal ini dapat dijelaskan dengan gaya van der Waals yang bekerja pada molekul-molekul tersebut. Dari atas (F) ke bawah (At) ukuran atomnya semakin besar sehingga semakin mudah terjadi dipol sesaat yang berakibat semakin kuatnya gaya van der Waals. Semakin kuat gaya van der Waals, semakin tinggi titik didih dan titik lelehnya.	Sedang	<i>Ground</i> yang disajikan dalam bentuk konsep	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	
77	<ul style="list-style-type: none"> Energi ionisasi halogen tinggi Tingginya energi ionisasi menunjukkan bahwa unsur halogen sukar melepaskan elektron valensinya menjadi ion positif. Oleh karena itu, di alam tidak ada unsur halogen yang membentuk ion positif, tetapi membentuk ion negatif. Kecenderungan perubahan energi ionisasi dari atas ke bawah semakin rendah karena jari-jari atomnya yang semakin panjang. 	<i>Claim</i>	Energi ionisasi halogen tinggi	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	C-W-G-B
		<i>Warrant</i>	Tingginya energi ionisasi menunjukkan bahwa unsur halogen sukar melepaskan elektron valensinya menjadi ion positif.	Sedang	<i>Warrant</i> berupa pemahaman ilmiah seperti prinsip dan aturan umum	Sangat bagus	<i>Warrant</i> tertulis dengan baik, mudah diidentifikasi, dan menghubungkan <i>claim</i> dan <i>ground</i> .	
		<i>Ground</i>	Oleh karena itu, di alam tidak ada unsur halogen yang membentuk ion positif, tetapi membentuk ion negatif.	Tinggi	<i>Ground</i> berdasarkan hasil penelitian, hasil observasi, dan data statistik	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	
		<i>Backing</i>	Kecenderungan perubahan energi ionisasi dari atas ke bawah semakin rendah karena jari-jari atomnya yang semakin panjang.	Sedang	<i>Backing</i> berupa pemahaman ilmiah seperti prinsip dan aturan umum	Bagus	<i>Backing</i> mendukung <i>warrant</i> , tetapi masih perlu klarifikasi	
78	<ul style="list-style-type: none"> Afinitas elektron yang tinggi Tingginya afinitas elektron dari halogen mendukung fakta bahwa 	<i>Claim</i>	Afinitas elektron yang tinggi	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi	C-G

	halogen lebih mudah membentuk ion negatif.						dan dituliskan dengan baik	
		<i>Ground</i>	Tingginya afinitas elektron dari halogen mendukung fakta bahwa halogen lebih mudah membentuk ion negatif.	Sedang	<i>Ground</i> yang disajikan dalam bentuk konsep	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	
79	<ul style="list-style-type: none"> Energi disosiasi ikatan <p>Energi disosiasi ikatan merupakan salah satu ukuran mudah tidaknya molekul halogen berubah menjadi atom-atom halogen (mengalami atomisasi). Dari fluorin ke astatin (atas ke bawah) energi disosiasi ikatan cenderung semakin kecil. Hal ini berkaitan dengan jari-jari atom yang semakin panjang sehingga gaya tarik inti atom terhadap pasangan elektronnya semakin lemah. Terdapat penyimpangan dimana energi disosiasi F_2 lebih rendah daripada Cl_2. Hal ini disebabkan ukuran atom F yang kecil menyebabkan kerapatan pada molekul F_2 sangat tinggi. Akibat adanya pengaruh gaya tolak-menolak antara pasangan elektron bebas dari kedua atom pada F_2, gaya tarik inti terhadap pasangan elektron ikatan menjadi berkurang.</p>	<i>Ground</i>	Energi disosiasi ikatan merupakan salah satu ukuran mudah tidaknya molekul halogen berubah menjadi atom-atom halogen (mengalami atomisasi).	Sedang	<i>Ground</i> yang disajikan dalam bentuk konsep	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	G-C-W-R
		<i>Claim</i>	Dari fluorin ke astatin (atas ke bawah) energi disosiasi ikatan cenderung semakin kecil.	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	
		<i>Warrant</i>	Hal ini berkaitan dengan jari-jari atom yang semakin panjang sehingga gaya tarik inti atom terhadap pasangan elektronnya semakin lemah.	Sedang	<i>Warrant</i> berupa pemahaman ilmiah seperti prinsip dan aturan umum	Bagus	<i>Warrant</i> jelas dan dapat diidentifikasi, tetapi masih perlu klarifikasi	
		<i>Rebuttal</i>	Terdapat penyimpangan dimana energi disosiasi F_2 lebih rendah daripada Cl_2 . Hal ini disebabkan ukuran atom F yang kecil menyebabkan kerapatan pada molekul F_2 sangat tinggi. Akibat adanya pengaruh gaya tolak-menolak antara pasangan elektron bebas dari kedua atom pada F_2 , gaya tarik inti terhadap pasangan elektron ikatan menjadi berkurang.	Tinggi	<i>Rebuttal</i> berupa bukti empiris atau konseptual serta menggunakan penalaran.	Sangat bagus	Elemen <i>rebuttal</i> tertulis dengan baik, mudah diidentifikasi dan relevan	
80	a. Sifat fisis halogen Pada suhu kamar, F_2 merupakan gas berwarna kuning muda, Cl_2 merupakan gas berwarna hijau muda, Br_2 merupakan zat cair berwarna cokelat yang mudah menguap, dan I_2 merupakan kristal berwarna ungu gelap (mendekati hitam) mengilap seperti logam dan mudah menyublim. (Gambar 3.3)	<i>Claim</i>	Semua halogen sukar larut dalam air, tetapi mudah larut dalam pelarut nonpolar, misalnya CCl_4 dan eter.	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Bagus	<i>Claim</i> dituliskan secara jelas namun masih perlu diklarifikasi	C-G



Gambar 3.3 Wujud halogen berturut-turut: gas klorin, cairan bromin, dan padatan iodin. Fluorin tidak dapat ditampilkan karena sangat reaktif. Semua halogen sukar larut dalam air, tetapi mudah larut dalam pelarut nonpolar, misalnya CCl_4 dan eter. I_2 mudah larut dalam larutan KI dengan membentuk senyawa kompleks KI_3 . F_2 dan Cl_2 di dalam air mengalami reaksi membentuk halida dan gas oksigen.

		<i>Ground</i>	I_2 mudah larut dalam larutan KI dengan membentuk senyawa kompleks KI_3 . F_2 dan Cl_2 di dalam air mengalami reaksi membentuk halida dan gas oksigen.	Tinggi	<i>Ground</i> berdasarkan hasil penelitian, hasil observasi, dan data statistik	Sedang	<i>Ground</i> dari argumen tidak jelas dan perlu dikembangkan	
81	<p>b. Sifat kimia halogen</p> <p>1) <i>Sifat umum</i></p> <p>Secara kimiawi, halogen merupakan unsur nonlogam yang paling reaktif. Hal ini didukung oleh beberapa faktor, antara lain:</p> <ol style="list-style-type: none"> Berdasarkan konfigurasi elektronnya, halogen mempunyai sebuah elektron tidak berpasangan sehingga mudah membentuk ikatan kovalen. Afinitas elektron yang tinggi mengakibatkan halogen mudah membentuk ion negatif dan membentuk senyawa dengan berikatan secara ionik. 	<i>Claim</i>	Secara kimiawi, halogen merupakan unsur nonlogam yang paling reaktif.	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	C-G
		<i>Ground</i>	Hal ini didukung oleh beberapa faktor, antara lain: <ol style="list-style-type: none"> Berdasarkan konfigurasi elektronnya, halogen mempunyai sebuah elektron tidak berpasangan sehingga mudah membentuk ikatan kovalen. Afinitas elektron yang tinggi mengakibatkan halogen mudah membentuk ion negatif dan membentuk senyawa dengan berikatan secara ionik. 	Sedang	<i>Ground</i> yang disajikan dalam bentuk konsep	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	
82	<p>Dari atas ke bawah (dari F ke I), terdapat kecenderungan berkurangnya afinitas elektron halogen. Hal ini mengakibatkan kereaktifannya berkurang. Meskipun afinitas elektron fluorin lebih rendah daripada klorin, tetapi karena energi disosiasi ikatan fluorin lebih rendah daripada klorin, maka fluorin masih lebih reaktif daripada klorin. Demikian juga bromin dan iodin, keduanya masih cukup reaktif karena energi disosiasi ikatannya yang relatif rendah.</p> <p>Oleh karena kereaktifannya, halogen dapat bersenyawa dengan hampir semua unsur, termasuk fluorin yang dapat bereaksi dengan gas mulia. Beberapa halogen dapat bereaksi langsung dengan unsur lain membentuk suatu halida.</p>	<i>Claim</i>	Dari atas ke bawah (dari F ke I), terdapat kecenderungan berkurangnya afinitas elektron halogen. Hal ini mengakibatkan kereaktifannya berkurang.	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	C-R-G-W
		<i>Rebuttal</i>	Meskipun afinitas elektron fluorin lebih rendah daripada klorin, tetapi karena energi disosiasi ikatan fluorin lebih rendah daripada klorin, maka fluorin masih lebih reaktif daripada klorin. Demikian juga bromin dan iodin, keduanya masih cukup reaktif karena energi disosiasi ikatannya yang relatif rendah.	Tinggi	<i>Rebuttal</i> berupa bukti empiris atau konseptual serta menggunakan penalaran.	Bagus	Elemen <i>rebuttal</i> tertulis dengan baik namun perlu klarifikasi	

		<i>Ground</i>	Oleh karena kereaktifannya, halogen dapat bersenyawa dengan hampir semua unsur, termasuk fluorin yang dapat bereaksi dengan gas mulia.	Tinggi	<i>Ground</i> berdasarkan hasil penelitian, hasil observasi, dan data statistik	Bagus	<i>Ground</i> dari argumen mudah diidentifikasi, namun perlu klarifikasi	
		<i>Warrant</i>	Beberapa halogen dapat bereaksi langsung dengan unsur lain membentuk suatu halida.	Sedang	<i>Warrant</i> berupa pemahaman ilmiah seperti prinsip dan aturan umum	Sangat bagus	<i>Warrant</i> tertulis dengan baik, mudah diidentifikasi, dan menghubungkan <i>claim</i> dan <i>ground</i> .	
83	<p>2) <i>Daya oksidasi halogen dan daya reduksi halida</i></p> <p>Untuk memahami daya oksidasi halogen, lakukan Kegiatan 3.1 berikut.</p> <p>Potensial elektrode standar (E°) halogen ditunjukkan dengan setengah reaksi.</p> $X_2(g) + 2e^- \rightarrow 2X^-(aq)$ <p>Semua halogen mempunyai potensial elektrode positif. Hal ini menunjukkan bahwa semua halogen merupakan <i>oksidator</i>, dan mempunyai kecenderungan daya oksidasi: $F_2 > Cl_2 > Br_2 > I_2$. Menurunnya daya oksidasi halogen menunjukkan semakin kuatnya daya reduksi halida, dengan kecenderungan daya reduksi: $I^- > Br^- > Cl^- > F^-$.</p>	<i>Warrant</i>	Potensial elektrode standar (E°) halogen ditunjukkan dengan setengah reaksi.	Sedang	<i>Warrant</i> berupa pemahaman ilmiah seperti prinsip dan aturan umum	Sangat bagus	<i>Warrant</i> tertulis dengan baik, mudah diidentifikasi, dan menghubungkan <i>claim</i> dan <i>ground</i> .	W-G-C
		<i>Ground</i>	Semua halogen mempunyai potensial elektrode positif.	Tinggi	<i>Ground</i> berdasarkan hasil penelitian, hasil observasi, dan data statistik	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	
		<i>Claim</i>	Hal ini menunjukkan bahwa semua halogen merupakan <i>oksidator</i> , dan mempunyai kecenderungan daya oksidasi: $F_2 > Cl_2 > Br_2 > I_2$. Menurunnya daya oksidasi halogen menunjukkan semakin kuatnya daya reduksi halida, dengan kecenderungan daya reduksi: $I^- > Br^- > Cl^- > F^-$.	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	
84	<p>3) <i>Reaksi-reaksi halogen</i></p> <p>a) <i>Reaksi halogen dengan unsur logam</i></p> <p>Reaksi halogen dengan unsur logam, baik logam golongan A maupun golongan B dapat langsung membentuk garam, dan reaksinya berlangsung dengan hebat.</p> <p>Contoh:</p>	<i>Claim</i>	Reaksi halogen dengan unsur logam, baik logam golongan A maupun golongan B dapat langsung membentuk garam, dan reaksinya berlangsung dengan hebat.	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Bagus	<i>Claim</i> dituliskan secara jelas namun masih perlu diklarifikasi	C-G

	$Na(s) + \frac{1}{2}Cl_2(g) \rightarrow NaCl(s)$ $Fe(s) + Cl_2(g) \rightarrow FeCl_2(s)$	Ground	$Na(s) + \frac{1}{2}Cl_2(g) \rightarrow NaCl(s)$ $Fe(s) + Cl_2(g) \rightarrow FeCl_2(s)$	Sedang	Ground yang disajikan dalam bentuk konsep	Sangat bagus	Ground dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	
85	<p>b) <i>Reaksi halogen dengan unsur golongan IVA</i> Kecuali dengan karbon, halogen dapat bereaksi langsung dengan semua unsur golongan IVA membentuk senyawa halida. Contoh: $Si(s) + 2Cl_2(g) \rightarrow SiCl_4(s)$</p>	Claim	Kecuali dengan karbon, halogen dapat bereaksi langsung dengan semua unsur golongan IVA membentuk senyawa halida.	Tinggi	Claim berdasarkan pada fakta	Bagus	Claim dituliskan secara jelas namun masih perlu diklarifikasi	C-G
		Ground	$Si(s) + 2Cl_2(g) \rightarrow SiCl_4(s)$	Sedang	Ground yang disajikan dalam bentuk konsep	Sangat bagus	Ground dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	
86	<p>c) <i>Reaksi halogen dengan unsur golongan VA</i> Kecuali dengan N₂, halogen dapat bereaksi langsung dengan unsur golongan VA pada suhu kamar, Contoh: $P_4(s) + 6Cl_2(g) \rightarrow 4PCl_3(g)$</p>	Claim	Kecuali dengan N ₂ , halogen dapat bereaksi langsung dengan unsur golongan VA pada suhu kamar,	Tinggi	Claim berdasarkan pada fakta	Bagus	Claim dituliskan secara jelas namun masih perlu diklarifikasi	C-G
		Ground	$P_4(s) + 6Cl_2(g) \rightarrow 4PCl_3(g)$	Sedang	Ground yang disajikan dalam bentuk konsep	Sangat bagus	Ground dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	
87	<p>d) <i>Reaksi halogen dengan halogen lainnya</i> Reaksi halogen dengan unsur halogen lainnya dapat membentuk senyawa antarhalogen dengan rumus molekul XY_n, di mana Y lebih elektronegatif daripada X dan n merupakan bilangan ganjil. Contoh: $I_2(g) + 3F_2(g) \rightarrow 2IF_3(g)$ $I_2(g) + 5F_2(g) \rightarrow 2IF_5(g)$ $Br_2(g) + Cl_2(g) \rightarrow 2BrCl(g)$</p>	Claim	Reaksi halogen dengan unsur halogen lainnya dapat membentuk senyawa antarhalogen dengan rumus molekul XY _n , di mana Y lebih elektronegatif daripada X dan n merupakan bilangan ganjil.	Tinggi	Claim berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	Claim dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	C-G
		Ground	$I_2(g) + 3F_2(g) \rightarrow 2IF_3(g)$ $I_2(g) + 5F_2(g) \rightarrow 2IF_5(g)$ $Br_2(g) + Cl_2(g) \rightarrow 2BrCl(g)$	Sedang	Ground yang disajikan dalam bentuk konsep	Sangat bagus	Ground dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	
88	<p>e) <i>Reaksi halogen dengan gas hidrogen</i> Reaksi halogen dengan gas hidrogen berlangsung sangat hebat membentuk gas hidrogen halida. Contoh:</p>	Claim	Reaksi halogen dengan gas hidrogen berlangsung sangat hebat membentuk gas hidrogen halida.	Tinggi	Claim berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	Claim dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	C-G

	$H_2(g) + F_2(g) \rightarrow 2HF(g)$	<i>Ground</i>	$H_2(g) + F_2(g) \rightarrow 2HF(g)$	Sedang	<i>Ground</i> yang disajikan dalam bentuk konsep	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	
89	<p>f) <i>Reaksi halogen dengan air</i> Fluorin dapat mengoksidasi air dan menghasilkan gas oksigen. $F_2(g) + H_2O(l) \rightarrow 2HF(aq) + \frac{1}{2}O_2(g)$ Jika gas klorin dialirkan ke dalam air, klorin akan mengalami reaksi disproporsionasi. $Cl_2(g) + H_2O(l) \rightleftharpoons HCl(aq) + HClO(aq)$ Reaksi tersebut berada dalam kesetimbangan sehingga di dalam air masih tetap ada gas klorin (sebagai Cl_2). Larutan ini disebut dengan air klorin. Br_2 dan I_2 dalam air tidak bereaksi dan larutannya disebut dengan air bromin dan air iodin.</p>	<i>Ground</i>	<p>Fluorin dapat mengoksidasi air dan menghasilkan gas oksigen. $F_2(g) + H_2O(l) \rightarrow 2HF(aq) + \frac{1}{2}O_2(g)$ Jika gas klorin dialirkan ke dalam air, klorin akan mengalami reaksi disproporsionasi. $Cl_2(g) + H_2O(l) \rightleftharpoons HCl(aq) + HClO(aq)$</p>	Sedang	<i>Ground</i> yang disajikan dalam bentuk konsep	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	G-C-W-R
		<i>Claim</i>	Reaksi tersebut berada dalam kesetimbangan sehingga di dalam air masih tetap ada gas klorin (sebagai Cl_2).	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	
		<i>Warrant</i>	Larutan ini disebut dengan air klorin.	Sedang	<i>Warrant</i> berupa pemahaman ilmiah seperti prinsip dan aturan umum	Bagus	<i>Warrant</i> jelas dan dapat diidentifikasi, tetapi masih perlu klarifikasi	
		<i>Rebuttal</i>	Br_2 dan I_2 dalam air tidak bereaksi dan larutannya disebut dengan air bromin dan air iodin.	Tinggi	<i>Rebuttal</i> berupa bukti empiris atau konseptual serta menggunakan penalaran.	Sangat bagus	Elemen <i>rebuttal</i> tertulis dengan baik, mudah diidentifikasi dan relevan	
90	<p>g) <i>Reaksi halogen dengan basa kuat</i> Kecuali F_2, semua halogen di dalam basa kuat akan mengalami reaksi disproporsionasi (autoreduksi). Reaksi yang terjadi dipengaruhi oleh suhu. Pada suhu rendah: $X_2(g) + 2OH^-(aq) \rightarrow X^-(aq) + XO^-(aq) + H_2O(l)$ Pada suhu tinggi: $3X_2(g) + 6OH^-(aq) \rightarrow 5X^-(aq) + XO_3^-(aq) + 3H_2O(l)$</p>	<i>Claim</i>	Kecuali F_2 , semua halogen di dalam basa kuat akan mengalami reaksi disproporsionasi (autoreduksi). Reaksi yang terjadi dipengaruhi oleh suhu.	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Bagus	<i>Claim</i> dituliskan secara jelas namun masih perlu diklarifikasi	C-G
		<i>Ground</i>	<p>Pada suhu rendah: $X_2(g) + 2OH^-(aq) \rightarrow X^-(aq) + XO^-(aq) + H_2O(l)$ Pada suhu tinggi: $3X_2(g) + 6OH^-(aq) \rightarrow 5X^-(aq) + XO_3^-(aq) + 3H_2O(l)$</p>	Sedang	<i>Ground</i> yang disajikan dalam bentuk konsep	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	

91	<p><i>h) Reaksi halogen dengan halida</i> Dengan memperhatikan nilai potensial elektrode dari masing-masing halogen, maka halida dapat dioksidasi oleh halogen yang mempunyai daya oksidasi lebih tinggi. Nilai potensial elektrode halogen adalah: $F_2(g) + 2e^- \rightarrow 2F^-(aq) \quad E^o = +2,87 V$ $Cl_2(g) + 2e^- \rightarrow 2Cl^-(aq) \quad E^o = +1,36 V$ $Br_2(g) + 2e^- \rightarrow 2Br^-(aq) \quad E^o = +1,07 V$ $I_2(g) + 2e^- \rightarrow 2I^-(aq) \quad E^o = +0,54 V$ Perhatikan reaksi berikut: $2Cl^-(aq) + F_2(g) \rightarrow 2F^-(aq) + Cl_2(g) \quad E^o = +1,51 V$ (reaksi spontan) $2Cl^-(aq) + Br_2(g) \rightarrow Cl_2(g) + 2Br^-(aq) \quad E^o = -0,30 V$ (reaksi tak spontan) Dari dua reaksi tersebut dapat disimpulkan, jika halida direaksikan dengan halogen yang terletak di atasnya dalam sistem periodik unsur, halida tersebut akan mengalami oksidasi menghasilkan halogen. Sebaliknya, halogen akan mengalami reduksi menjadi halida. Akan tetapi, hal yang sebaliknya tidak dapat terjadi, sebab akan mempunyai potensial reaksi yang bernilai negatif.</p>	<i>Ground</i>	Dengan memperhatikan nilai potensial elektrode dari masing-masing halogen, maka halida dapat dioksidasi oleh halogen yang mempunyai daya oksidasi lebih tinggi. Nilai potensial elektrode halogen adalah: $F_2(g) + 2e^- \rightarrow 2F^-(aq) \quad E^o = +2,87 V$ $Cl_2(g) + 2e^- \rightarrow 2Cl^-(aq) \quad E^o = +1,36 V$ $Br_2(g) + 2e^- \rightarrow 2Br^-(aq) \quad E^o = +1,07 V$ $I_2(g) + 2e^- \rightarrow 2I^-(aq) \quad E^o = +0,54 V$	Tinggi	<i>Ground</i> berdasarkan hasil penelitian, hasil observasi, dan data statistik	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	G-W-C
		<i>Warrant</i>	Perhatikan reaksi berikut: $2Cl^-(aq) + F_2(g) \rightarrow 2F^-(aq) + Cl_2(g) \quad E^o = +1,51 V$ (reaksi spontan) $2Cl^-(aq) + Br_2(g) \rightarrow Cl_2(g) + 2Br^-(aq) \quad E^o = -0,30 V$ (reaksi tak spontan)	Sedang	<i>Warrant</i> berupa pemahaman ilmiah seperti prinsip dan aturan umum	Bagus	<i>Warrant</i> jelas dan dapat diidentifikasi, tetapi masih perlu klarifikasi	
		<i>Claim</i>	Dari dua reaksi tersebut dapat disimpulkan, jika halida direaksikan dengan halogen yang terletak di atasnya dalam sistem periodik unsur, halida tersebut akan mengalami oksidasi menghasilkan halogen. Sebaliknya, halogen akan mengalami reduksi menjadi halida. Akan tetapi, hal yang sebaliknya tidak dapat terjadi, sebab akan mempunyai potensial reaksi yang bernilai negatif.	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	
92	<p>Penerapan reaksi tersebut dalam reaksi molekuler adalah sebagai berikut. $2KCl(aq) + F_2(g) \rightarrow 2KF(aq) + Cl_2(g)$ (reaksi berlangsung spontan) $2KCl(aq) + Br_2(g) \nrightarrow$ (reaksi tidak berlangsung spontan) Dengan demikian, halogen dapat mendesak halida di bawahnya dari suatu senyawa.</p> <ul style="list-style-type: none"> • F_2 dapat mendesak Cl^-, Br^-, dan I^- dari senyawanya. • Cl_2 dapat mendesak Br^- dan I^- dari senyawanya, tetapi tidak dapat mendesak F^-. • Br_2 dapat mendesak I^- dari senyawanya, tetapi tidak dapat mendesak Cl^- dan F^- dari senyawanya. 	<i>Ground</i>	$2KCl(aq) + F_2(g) \rightarrow 2KF(aq) + Cl_2(g)$ (reaksi berlangsung spontan) $2KCl(aq) + Br_2(g) \nrightarrow$ (reaksi tidak berlangsung spontan)	Tinggi	<i>Ground</i> berdasarkan hasil penelitian, hasil observasi, dan data statistik	Bagus	<i>Ground</i> dari argumen mudah diidentifikasi, namun perlu klarifikasi	G-C-W
		<i>Claim</i>	Dengan demikian, halogen dapat mendesak halida di bawahnya dari suatu senyawa.	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Bagus	<i>Claim</i> dituliskan secara jelas namun masih perlu diklarifikasi	

		<i>Warrant</i>	<ul style="list-style-type: none"> • F₂ dapat mendesak Cl⁻, Br⁻, dan I⁻ dari senyawanya. • Cl₂ dapat mendesak Br⁻ dan I⁻ dari senyawanya, tetapi tidak dapat mendesak F⁻ • Br₂ dapat mendesak I⁻ dari senyawanya, tetapi tidak dapat mendesak Cl⁻ dan F⁻ dari senyawanya. 	Sedang	<i>Warrant</i> berupa pemahaman ilmiah seperti prinsip dan aturan umum	Sangat bagus	<i>Warrant</i> tertulis dengan baik, mudah diidentifikasi, dan menghubungkan <i>claim</i> dan <i>ground</i> .	
93	3. Senyawa Halogen Halogen (kecuali F) dapat membentuk senyawa dengan bilangan oksidasi yang bervariasi dari -1 sampai dengan +7. Senyawa halogen dengan bilangan oksidasi -1 disebut dengan <i>halida</i> , sedangkan senyawa halogen dengan bilangan oksidasi +1 sampai dengan +7 disebut dengan senyawa <i>oksihalogen</i> , dan senyawanya dengan oksigen disebut dengan <i>oksida halogen</i> .	<i>Claim</i>	Halogen (kecuali F) dapat membentuk senyawa dengan bilangan oksidasi yang bervariasi dari -1 sampai dengan +7.	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Bagus	<i>Claim</i> dituliskan secara jelas namun masih perlu diklarifikasi	C-G
		<i>Ground</i>	Senyawa halogen dengan bilangan oksidasi -1 disebut dengan <i>halida</i> , sedangkan senyawa halogen dengan bilangan oksidasi +1 sampai dengan +7 disebut dengan senyawa <i>oksihalogen</i> , dan senyawanya dengan oksigen disebut dengan <i>oksida halogen</i> .	Tinggi	<i>Ground</i> berdasarkan hasil penelitian, hasil observasi, dan data statistik	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	
94	a. Senyawa antarhalogen Halogen yang satu dengan halogen yang lain dapat membentuk senyawa kovalen dengan rumus umum XY _n dengan X adalah halogen yang lebih elektropositif dan Y halogen yang lebih elektronegatif, serta n merupakan bilangan 1, 3, 5, dan 7. Contoh: IF ₇ , ICl ₃ , ClF ₃ , ICl ₅ , dan ClF. Senyawa antarhalogen mudah terurai menjadi atom-atom halogen yang sangat reaktif sehingga senyawa antarhalogen sering dimanfaatkan untuk oksidator kuat.	<i>Claim</i>	Halogen yang satu dengan halogen yang lain dapat membentuk senyawa kovalen dengan rumus umum XY _n dengan X adalah halogen yang lebih elektropositif dan Y halogen yang lebih elektronegatif, serta n merupakan bilangan 1, 3, 5, dan 7.	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Bagus	<i>Claim</i> dituliskan secara jelas namun masih perlu diklarifikasi	C-G
		<i>Ground</i>	Contoh: IF ₇ , ICl ₃ , ClF ₃ , ICl ₅ , dan ClF.	Tinggi	<i>Ground</i> berdasarkan hasil penelitian, hasil observasi, dan data statistik	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	
95	b. Senyawa Oksida halogen Semua halogen dapat membentuk senyawa oksida. Fluorin dapat membentuk oksida OF ₂ dan O ₂ F ₂ yang dikenal sebagai oksigen fluorida. Senyawa O ₂ F ₂ dibuat dengan mengalirkan gas F ₂ secara cepat melalui larutan NaOH 2%. Senyawa O ₂ F ₂ merupakan zat padat berwarna kuning jingga yang digunakan	<i>Claim</i>	Semua halogen dapat membentuk senyawa oksida. Fluorin dapat membentuk oksida OF ₂ dan O ₂ F ₂ yang dikenal sebagai oksigen fluorida.	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	C-G

	sebagai bahan bakar roket.	<i>Ground</i>	Senyawa O ₂ F ₂ dibuat dengan mengalirkan gas F ₂ secara cepat melalui larutan NaOH 2%. Senyawa O ₂ F ₂ merupakan zat padat berwarna kuning jingga yang digunakan sebagai bahan bakar roket.	Tinggi	<i>Ground</i> berdasarkan hasil penelitian, hasil observasi, dan data statistik	Bagus	<i>Ground</i> dari argumen mudah diidentifikasi, namun perlu klarifikasi	
96	Senyawa oksida klorin lebih banyak jenisnya, yaitu Cl ₂ O, Cl ₂ O ₃ , ClO ₂ , Cl ₂ O ₄ , Cl ₂ O ₆ , dan Cl ₂ O ₇ . Senyawa oksida klorin tidak stabil dan cenderung meledak. Senyawa ClO ₂ merupakan oksidator sangat kuat yang digunakan untuk pemutih bubuk kertas (pulp). Senyawa ClO ₂ dibuat sesaat sebelum digunakan, dengan reaksi: $2NaClO_3 + SO_2 + H_2SO_4 \rightarrow 2ClO_2 + 2NaHSO_4$	<i>Claim</i>	Senyawa oksida klorin lebih banyak jenisnya, yaitu Cl ₂ O, Cl ₂ O ₃ , ClO ₂ , Cl ₂ O ₄ , Cl ₂ O ₆ , dan Cl ₂ O ₇ .	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dengan baik	C-G
		<i>Ground</i>	Senyawa oksida klorin tidak stabil dan cenderung meledak. Senyawa ClO ₂ merupakan oksidator sangat kuat yang digunakan untuk pemutih bubuk kertas (pulp). Senyawa ClO ₂ dibuat sesaat sebelum digunakan, dengan reaksi: $2NaClO_3 + SO_2 + H_2SO_4 \rightarrow 2ClO_2 + 2NaHSO_4$	Tinggi	<i>Ground</i> berdasarkan hasil penelitian, hasil observasi, dan data statistik	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	
97	Iodin dapat membentuk I ₂ O ₅ dengan memanaskan asam iodat pada suhu 240°C dengan reaksi: $2HIO_3 \rightleftharpoons I_2O_5 + H_2O$	<i>Claim</i>	Iodin dapat membentuk I ₂ O ₅ dengan memanaskan asam iodat pada suhu 240°C dengan reaksi:	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	C-G
		<i>Ground</i>	$2HIO_3 \rightleftharpoons I_2O_5 + H_2O$	Sedang	<i>Ground</i> yang disajikan dalam bentuk konsep	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	
98	c. Senyawa halida Senyawa halida merupakan senyawa halogen dengan bilangan oksidasi -1, dan merupakan senyawa yang paling banyak di antara senyawa halogen. Secara umum, senyawa halida dapat dikelompokkan menjadi senyawa hidrogen halida dan garam halida. 1) <i>Senyawa hidrogen halida</i> Senyawa hidrogen halida (HX) pada suhu kamar merupakan gas yang mudah larut dalam air. Larutannya dalam air bersifat asam, sehingga sering disebut asam halida. Senyawa HF dikelompokkan sebagai asam lemah, sedangkan HCl, HBr, dan HI merupakan asam kuat. Kekuatan asamnya meningkat dari HF ke HI. Peningkatan kekuatan asam ini berhubungan dengan jari-jari atomnya yang semakin	<i>Ground</i>	Senyawa hidrogen halida (HX) pada suhu kamar merupakan gas yang mudah larut dalam air. Larutannya dalam air bersifat asam, sehingga sering disebut asam halida.	Tinggi	<i>Ground</i> berdasarkan hasil penelitian, hasil observasi, dan data statistik	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	G-C-W-B
		<i>Claim</i>	Senyawa HF dikelompokkan sebagai asam lemah, sedangkan HCl, HBr, dan HI merupakan asam kuat.	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	

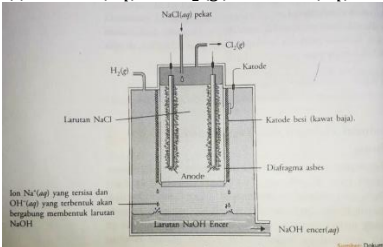
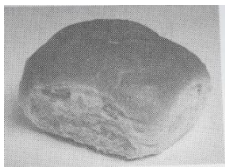
	panjang sehingga kekuatan ikatan H-X semakin lemah. Semakin lemahnya kekuatan ikatan tersebut mengakibatkan semakin mudahnya ion H ⁺ terlepas jika berinteraksi dengan H ₂ O dalam larutan.	<i>Warrant</i>	Kekuatan asamnya meningkat dari HF ke HI.	Sedang	<i>Warrant</i> berupa pemahaman ilmiah seperti prinsip dan aturan umum	Bagus	<i>Warrant</i> jelas dan dapat diidentifikasi, tetapi masih perlu klarifikasi	
		<i>Backing</i>	Peningkatan kekuatan asam ini berhubungan dengan jari-jari atomnya yang semakin panjang sehingga kekuatan ikatan H-X semakin lemah. Semakin lemahnya kekuatan ikatan tersebut mengakibatkan semakin mudahnya ion H ⁺ terlepas jika berinteraksi dengan H ₂ O dalam larutan.	Sedang	<i>Backing</i> berupa pemahaman ilmiah seperti prinsip dan aturan umum	Sangat bagus	<i>Backing</i> mendukung <i>warrant</i>	
99	Titik didih dan titik leleh HX semakin besar dari HCl ke HI. Hal ini disebabkan semakin kuatnya gaya van der Waals. Titik didih HF paling tinggi di antara hidrogen halida yang lain karena adanya ikatan hidrogen pada HF.	<i>Claim</i>	Titik didih dan titik leleh HX semakin besar dari HCl ke HI	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Bagus	<i>Claim</i> dituliskan secara jelas namun masih perlu diklarifikasi	C-G
		<i>Ground</i>	Hal ini disebabkan semakin kuatnya gaya van der Waals. Titik didih HF paling tinggi di antara hidrogen halida yang lain karena adanya ikatan hidrogen pada HF.	Tinggi	<i>Ground</i> berdasarkan hasil penelitian, hasil observasi, dan data statistik	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	
100	2) <i>Garam halida</i> Garam halida dapat terbentuk dari interaksi langsung antara logam dengan halogen. Semua garam halida mudah larut dalam air, kecuali garam halida dari perak (I), timbel (II), raksa (I), dan tembaga (I). Warna endapan perak halida dan timbel (II) halida dari reaksi ion halida dengan ion perak dan ion timbel (II) digunakan untuk identifikasi adanya ion halida di dalam suatu larutan.	<i>Claim</i>	Semua garam halida mudah larut dalam air, kecuali garam halida dari perak (I), timbel (II), raksa (I), dan tembaga (I).	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Bagus	<i>Claim</i> dituliskan secara jelas namun masih perlu diklarifikasi	C-G
		<i>Ground</i>	Warna endapan perak halida dan timbel (II) halida dari reaksi ion halida dengan ion perak dan ion timbel (II) digunakan untuk identifikasi adanya ion halida di dalam suatu larutan.	Tinggi	<i>Ground</i> berdasarkan hasil penelitian, hasil observasi, dan data statistik	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	
101	Endapan perak klorida dapat larut dalam amonia encer, sedangkan perak bromida tidak larut dalam amonia encer tetapi larut dalam amonia pekat. Sementara itu, perak iodida tidak dapat larut dalam amonia encer dan pekat.	<i>Claim</i>	Endapan perak klorida dan perak bromida dapat larut dalam amonia karena membentuk ion kompleks dengan reaksi sebagai berikut.	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi	C-G

	Endapan perak klorida dan perak bromida dapat larut dalam amonia karena membentuk ion kompleks dengan reaksi sebagai berikut. $AgCl(s) + 2NH_3(aq) \rightarrow [Ag(NH_3)_2]^+(aq) + Cl^-(aq)$						dan dituliskan dengan baik	
		<i>Ground</i>	$AgCl(s) + 2NH_3(aq) \rightarrow [Ag(NH_3)_2]^+(aq) + Cl^-(aq)$	Sedang	<i>Ground</i> yang disajikan dalam bentuk konsep	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	
102	Identifikasi adanya ion halida dapat dilakukan dengan menambahkan larutan Pb^{2+} (misalnya $Pb(NO_2)_2$). Jika terbentuk endapan putih, kemungkinan ion halidanya adalah F^- atau Cl^- . Akan tetapi, jika endapannya berwarna kuning berarti ion halidanya adalah Br^- atau I^- . Jika tidak terbentuk endapan, berarti tidak ada ion halida di dalam larutan.	<i>Claim</i>	Identifikasi adanya ion halida dapat dilakukan dengan menambahkan larutan Pb^{2+} (misalnya $Pb(NO_2)_2$).	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	C-G
		<i>Ground</i>	Jika terbentuk endapan putih, kemungkinan ion halidanya adalah F^- atau Cl^- . Akan tetapi, jika endapannya berwarna kuning berarti ion halidanya adalah Br^- atau I^- . Jika tidak terbentuk endapan, berarti tidak ada ion halida di dalam larutan.	Tinggi	<i>Ground</i> berdasarkan hasil penelitian, hasil observasi, dan data statistik	Bagus	<i>Ground</i> dari argumen mudah diidentifikasi, namun perlu klarifikasi	
103	Untuk membedakan ion F^- dan Cl^- , maka ke dalam larutan ditambahkan Ag^+ (misalnya $AgNO_3$). Jika tidak terbentuk endapan, berarti ion halidanya adalah ion F^- dan jika terbentuk endapan putih, berarti ion halidanya adalah ion Cl^- .	<i>Claim</i>	Untuk membedakan ion F^- dan Cl^- , maka ke dalam larutan ditambahkan Ag^+ (misalnya $AgNO_3$).	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	C-G
		<i>Ground</i>	Jika tidak terbentuk endapan, berarti ion halidanya adalah ion F^- dan jika terbentuk endapan putih, berarti ion halidanya adalah ion Cl^- .	Tinggi	<i>Ground</i> berdasarkan hasil penelitian, hasil observasi, dan data statistik	Bagus	<i>Ground</i> dari argumen mudah diidentifikasi, namun perlu klarifikasi	
104	Untuk membedakan ion Br^- dan I^- , maka larutan direaksikan dengan Ag^+ , endapan yang terbentuk didekantasi, kemudian ditambahkan NH_3 pekat. Jika larut, berarti yang ada dalam larutan adalah ion Br^- dan jika tidak larut, berarti yang ada dalam larutan adalah ion I^- . Halida padat (kecuali fluorida) dapat dioksidasi oleh oksidator kuat (misalnya MnO_2 , $KmnO_4$, atau $K_2Cr_2O_7$ dalam H_2SO_4 pekat) menghasilkan gas halogen.	<i>Claim</i>	Untuk membedakan ion Br^- dan I^- , maka larutan direaksikan dengan Ag^+ , endapan yang terbentuk didekantasi, kemudian ditambahkan NH_3 pekat.	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	C-G
		<i>Ground</i>	Jika larut, berarti yang ada dalam larutan adalah ion Br^- dan jika tidak larut, berarti yang ada dalam larutan adalah ion I^- .	Tinggi	<i>Ground</i> berdasarkan hasil penelitian, hasil observasi, dan data statistik	Bagus	<i>Ground</i> dari argumen mudah diidentifikasi, namun perlu klarifikasi	

105	Reaksi-reaksi di atas digunakan untuk membuat gas halogen di laboratorium. Bromida dan iodida dapat teroksidasi sebagian oleh asam kuat oksidator, misalnya H_2SO_4 pekat, sedangkan fluorida dan klorida tidak dapat teroksidasi. <ul style="list-style-type: none"> $KI(s) + H_2SO_4(l) \rightarrow KHSO_4(s) + HI(g)$ $2HI(g) + H_2SO_4(l) \rightarrow SO_2(g) + I_2(g) + 2H_2O(l)$ $CaF_2(s) + H_2SO_4(l) \rightarrow CaSO_4(s) + 2HF(g)$ 	<i>Claim</i>	Bromida dan iodida dapat teroksidasi sebagian oleh asam kuat oksidator, misalnya H_2SO_4 pekat, sedangkan fluorida dan klorida tidak dapat teroksidasi.	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Bagus	<i>Claim</i> dituliskan secara jelas namun masih perlu diklarifikasi	C-G																																													
		<i>Ground</i>	<ul style="list-style-type: none"> $KI(s) + H_2SO_4(l) \rightarrow KHSO_4(s) + HI(g)$ $2HI(g) + H_2SO_4(l) \rightarrow SO_2(g) + I_2(g) + 2H_2O(l)$ $CaF_2(s) + H_2SO_4(l) \rightarrow CaSO_4(s) + 2HF(g)$ 	Sedang	<i>Ground</i> yang disajikan dalam bentuk konsep	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi																																														
106	Halida padat dapat digunakan untuk membuat gas hidrogen halida (HX) jika direaksikan dengan asam lemah pekat. $MX(s) + H_3PO_4(l) \rightarrow MH_2PO_4(s) + HX(g)$	<i>Claim</i>	Halida padat dapat digunakan untuk membuat gas hidrogen halida (HX) jika direaksikan dengan asam lemah pekat.	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Bagus	<i>Claim</i> dituliskan secara jelas namun masih perlu diklarifikasi	C-G																																													
		<i>Ground</i>	$MX(s) + H_3PO_4(l) \rightarrow MH_2PO_4(s) + HX(g)$	Sedang	<i>Ground</i> yang disajikan dalam bentuk konsep	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi																																														
107	d. Senyawa oksihalogen Selain membentuk oksida dan halida, unsur-unsur halogen dapat membentuk senyawa-senyawa oksihalogen. Garam oksihalogen lebih stabil daripada asamnya. Asam oksihalogen sedikit larut dalam air. Beberapa senyawa oksihalogen yang dikenal terdapat pada Tabel 3.4. Asam oksipemunya mempunyai struktur umum. $H\text{---}O\text{---}X$ <p>Tabel 3.4 Senyawa oksihalogen yang dikenal.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Bilangan oksidasi</th> <th rowspan="2">Rumus umum</th> <th rowspan="2">Nama</th> <th colspan="3">Rumus kimia</th> </tr> <tr> <th>Klorin</th> <th>Bromin</th> <th>Iodin</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>-1</td> <td>X^-</td> <td>Halida</td> <td>Cl^-</td> <td>Br^-</td> <td>I^-</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>X_2</td> <td>Halogen</td> <td>Cl_2</td> <td>Br_2</td> <td>I_2</td> </tr> <tr> <td>+1</td> <td>XO^-</td> <td>Hipohalit</td> <td>ClO^-</td> <td>BrO^-</td> <td>IO^-</td> </tr> <tr> <td>+3</td> <td>XO_2^-</td> <td>Halit</td> <td>ClO_2^-</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>+5</td> <td>XO_3^-</td> <td>Halat</td> <td>ClO_3^-</td> <td>BrO_3^-</td> <td>IO_3^-</td> </tr> <tr> <td>+7</td> <td>XO_4^-</td> <td>Perhalat</td> <td>ClO_4^-</td> <td>BrO_4^-</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table>	Bilangan oksidasi	Rumus umum	Nama	Rumus kimia			Klorin	Bromin	Iodin	-1	X^-	Halida	Cl^-	Br^-	I^-	0	X_2	Halogen	Cl_2	Br_2	I_2	+1	XO^-	Hipohalit	ClO^-	BrO^-	IO^-	+3	XO_2^-	Halit	ClO_2^-	-	-	+5	XO_3^-	Halat	ClO_3^-	BrO_3^-	IO_3^-	+7	XO_4^-	Perhalat	ClO_4^-	BrO_4^-	-	<i>Claim</i>	Selain membentuk oksida dan halida, unsur-unsur halogen dapat membentuk senyawa-senyawa oksihalogen. Garam oksihalogen lebih stabil daripada asamnya. Asam oksihalogen sedikit larut dalam air. Beberapa senyawa oksihalogen yang dikenal terdapat pada Tabel 3.4. Asam oksipemunya mempunyai struktur umum. $H\text{---}O\text{---}X$	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	C-G
					Bilangan oksidasi	Rumus umum	Nama	Rumus kimia																																													
Klorin	Bromin	Iodin																																																			
-1	X^-	Halida	Cl^-	Br^-	I^-																																																
0	X_2	Halogen	Cl_2	Br_2	I_2																																																
+1	XO^-	Hipohalit	ClO^-	BrO^-	IO^-																																																
+3	XO_2^-	Halit	ClO_2^-	-	-																																																
+5	XO_3^-	Halat	ClO_3^-	BrO_3^-	IO_3^-																																																
+7	XO_4^-	Perhalat	ClO_4^-	BrO_4^-	-																																																
<i>Ground</i>	Tabel 3.4 Senyawa oksihalogen yang dikenal.	Tinggi	<i>Ground</i> berdasarkan hasil penelitian, hasil observasi, dan data statistik	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi																																																
108	Kekuatan asam oksihalogen ditentukan oleh kekuatan ikatan H-O dan ikatan O-X. Jika ikatan O-X lemah, ikatan H-O kuat dan sebaliknya jika ikatan O-X kuat, ikatan H-O lemah. Semakin lemah ikatan H-O, semakin mudah asam tersebut	<i>Claim</i>	Kekuatan asam oksihalogen ditentukan oleh kekuatan ikatan H-O dan ikatan O-X.	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi	C-G-W																																													

	terionisasi, dan berarti semakin kuat asamnya. Kekuatan ikatan O-X dipengaruhi oleh dua faktor, yaitu keelektronegatifan dari X dan banyak sedikitnya atom oksigen yang mengelilingi X.						dan dituliskan dengan baik	
		<i>Ground</i>	Jika ikatan O-X lemah, ikatan H-O kuat dan sebaliknya jika ikatan O-X kuat, ikatan H-O lemah.	Sedang	<i>Ground</i> yang disajikan dalam bentuk konsep	Sedang	<i>Ground</i> dari argumen tidak jelas dan perlu dikembangkan	
		<i>Warrant</i>	Semakin lemah ikatan H-O, semakin mudah asam tersebut terionisasi, dan berarti semakin kuat asamnya. Kekuatan ikatan O-X dipengaruhi oleh dua faktor, yaitu keelektronegatifan dari X dan banyak sedikitnya atom oksigen yang mengelilingi X.	Sedang	<i>Warrant</i> berupa pemahaman ilmiah seperti prinsip dan aturan umum	Bagus	<i>Warrant</i> jelas dan dapat diidentifikasi, tetapi masih perlu klarifikasi	
109	Semua halogen dapat membentuk senyawa oksihalogen, kecuali fluorin. Larutan ion oksihalogen dapat diperoleh dengan mereaksikan halogen dengan basa. $3X_2(g) + 6OH^-(aq) \rightarrow 5X^-(aq) + XO_3^-(aq) + 3H_2O(l)$ $X_2(g) + 2OH^-(aq) \rightarrow X^-(aq) + XO^-(aq) + H_2O(l)$	<i>Claim</i>	Semua halogen dapat membentuk senyawa oksihalogen, kecuali fluorin. Larutan ion oksihalogen dapat diperoleh dengan mereaksikan halogen dengan basa.	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	C-G
		<i>Ground</i>	$3X_2(g) + 6OH^-(aq) \rightarrow 5X^-(aq) + XO_3^-(aq) + 3H_2O(l)$ $X_2(g) + 2OH^-(aq) \rightarrow X^-(aq) + XO^-(aq) + H_2O(l)$	Sedang	<i>Ground</i> yang disajikan dalam bentuk konsep	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	
110	Dalam suasana asam, senyawa oksihalogen merupakan oksidator kuat. Perubahan yang terjadi jika senyawa oksihalogen bertindak sebagai oksidator adalah: $XO_n^-(aq) + 2nH^+(aq) + 2ne^- \rightarrow X^-(aq) + nH_2O(l)$ Reaksi antara oksihalogen dengan halida dapat membebaskan halogen.	<i>Claim</i>	Dalam suasana asam, senyawa oksihalogen merupakan oksidator kuat.	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	C-G
		<i>Ground</i>	Perubahan yang terjadi jika senyawa oksihalogen bertindak sebagai oksidator adalah: $XO_n^-(aq) + 2nH^+(aq) + 2ne^- \rightarrow X^-(aq) + nH_2O(l)$	Sedang	<i>Ground</i> yang disajikan dalam bentuk konsep	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	
111	Reaksi-reaksi yang membebaskan I ₂ dimanfaatkan untuk penentuan kadar zat dengan cara titrasi yang dikenal dengan <i>titrasi iodometri</i> . Dalam titrasi tersebut, I ₂ yang dibebaskan dari suatu reaksi dititrasi dengan larutan standar Na ₂ S ₂ O ₃ dan indikator yang digunakan adalah amilum. $I_2(aq) + 2S_2O_3^{2-}(aq) \rightarrow 2I^-(aq) + S_4O_6^{2-}(aq)$ Amilum dengan I ₂ akan memberikan warna biru sampai ungu. Hilangnya warna biru menandakan bahwa I ₂ telah habis bereaksi.	<i>Claim</i>	Reaksi-reaksi yang membebaskan I ₂ dimanfaatkan untuk penentuan kadar zat dengan cara titrasi yang dikenal dengan <i>titrasi iodometri</i> .	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	C-W-G-B
		<i>Warrant</i>	Dalam titrasi tersebut, I ₂ yang dibebaskan dari suatu reaksi dititrasi dengan larutan standar Na ₂ S ₂ O ₃ dan indikator yang digunakan adalah amilum.	Sedang	<i>Warrant</i> berupa pemahaman ilmiah seperti prinsip dan aturan umum	Bagus	<i>Warrant</i> jelas dan dapat diidentifikasi, tetapi masih perlu klarifikasi	

		<i>Ground</i>	$I_2(aq) + 2S_2O_3^{2-}(aq) \rightarrow 2I^-(aq) + S_4O_6^{2-}(aq)$	Sedang	<i>Ground</i> yang disajikan dalam bentuk konsep	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	
		<i>Backing</i>	Amilum dengan I_2 akan memberikan warna biru sampai ungu. Hilangnya warna biru menandakan bahwa I_2 telah habis bereaksi.	Sedang	<i>Backing</i> berupa pemahaman ilmiah seperti prinsip dan aturan umum	Sangat bagus	<i>Backing</i> mendukung warrant	
112	<p>4. Industri Halogen dan Kegunaannya</p> <p>a. Fluorin</p> <p>Fluorin pertama kali dipisahkan dari senyawanya oleh Moissan pada tahun 1886 dengan cara elektrolisis lelehan fluorida. Pada umumnya, cara elektrolisis masih tetap digunakan. Elektrolisis dilakukan terhadap campuran KF dan HF dengan perbandingan 2 : 3 yang meleleh pada suhu 70 – 100°C. Sel elektrolisis dibuat dari baja atau paduan logam Ni-Cu. Logam paduan tersebut sebenarnya bereaksi dengan fluorida, tetapi kemudian membentuk lapisan tipis yang tidak reaktif. Katodenya terbuat dari baja atau Cu dan anodenya adalah grafit.</p> <p>Reaksi yang terjadi:</p> $KHF_2(l) \rightarrow KF + HF$ $HF(l) \rightarrow H^+(l) + F^-(l)$ <p>Anode (+) : $2F^-(l) \rightarrow F_2(g) + 2e^-$</p> <p>Katode (-) : $2H^+(l) + 2e^- \rightarrow H_2(g)$</p> <p>Reaksi sel : $2H^+(l) + 2F^-(l) \rightarrow H_2(g) + F_2(g)$</p>	<i>Claim</i>	Fluorin pertama kali dipisahkan dari senyawanya oleh Moissan pada tahun 1886 dengan cara elektrolisis lelehan fluorida. Pada umumnya, cara elektrolisis masih tetap digunakan.	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	C-W-G
		<i>Warrant</i>	Elektrolisis dilakukan terhadap campuran KF dan HF dengan perbandingan 2 : 3 yang meleleh pada suhu 70 – 100°C. Sel elektrolisis dibuat dari baja atau paduan logam Ni-Cu. Logam paduan tersebut sebenarnya bereaksi dengan fluorida, tetapi kemudian membentuk lapisan tipis yang tidak reaktif. Katodenya terbuat dari baja atau Cu dan anodenya adalah grafit.	Sedang	<i>Warrant</i> berupa pemahaman ilmiah seperti prinsip dan aturan umum	Sangat bagus	<i>Warrant</i> tertulis dengan baik, mudah diidentifikasi, dan menghubungkan an <i>claim</i> dan <i>ground</i> .	
		<i>Ground</i>	Reaksi yang terjadi: $KHF_2(l) \rightarrow KF + HF$ $HF(l) \rightarrow H^+(l) + F^-(l)$ <p>Anode (+) : $2F^-(l) \rightarrow F_2(g) + 2e^-$</p> <p>Katode (-) : $2H^+(l) + 2e^- \rightarrow H_2(g)$</p> <p>Reaksi sel : $2H^+(l) + 2F^-(l) \rightarrow H_2(g) + F_2(g)$</p>	Sedang	<i>Ground</i> yang disajikan dalam bentuk konsep	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	
113	<p>Gas fluorin jarang digunakan secara langsung, sebab sangat beracun. Paulin Louyet dan Jerome Nickles, merupakan dua ahli kimia yang meninggal akibat keracunan fluorin. Senyawa HF digunakan untuk mengetsa (mengukir) kaca sebab bereaksi dengan SiO_2 (pembentuk kaca).</p> $4HF(l) + SiO_2(s) \rightarrow SiF_4(aq) + 2H_2O(l)$ <p>Senyawa fluorokarbon lebih banyak dimanfaatkan, misalnya tetrafluoroetena (teflon) untuk plastik, freon (CCl_2F_2, $CClF_3$) untuk cairan pendingin dan propelan.</p>	<i>Claim</i>	Senyawa HF digunakan untuk mengetsa (mengukir) kaca sebab bereaksi dengan SiO_2 (pembentuk kaca).	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Bagus	<i>Claim</i> dituliskan secara jelas namun masih perlu diklarifikasi	C-G
		<i>Ground</i>	$4HF(l) + SiO_2(s) \rightarrow SiF_4(aq) + 2H_2O(l)$	Sedang	<i>Ground</i> yang disajikan dalam bentuk konsep	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	

114	<p>b. Klorin Secara komersial, klorin dipisahkan dari senyawanya dengan cara elektrolisis lelehan NaCl (Proses Down) atau dengan elektrolisis larutan NaCl (sel diafragma). Pada sel ini diberi diafragma yang berfungsi untuk mencegah bereaksinya kembali gas klorin yang dihasilkan dengan logam natrium (Gambar 3.4). Reaksi yang terjadi:</p> $NaCl(aq) \rightarrow Na^+(aq) + Cl^-(aq)$ <p>Katode : $2H_2O(l) + 2e^- \rightarrow H_2(g) + 2OH^-(aq)$ Anode : $2Cl^-(aq) \rightarrow Cl_2(g) + 2e^-$</p> <p>Reaksi sel : $2H_2O(l) + 2Cl^-(aq) \rightarrow H_2(g) + 2OH^-(aq) + Cl_2(g)$</p>  <p>Gambar 3.4 Bagan sel diafragma Ion OH⁻ bereaksi dengan ion Na⁺ menghasilkan NaOH. Dalam reaksi ini, dihasilkan zat tambahan berupa gas hidrogen dan NaOH.</p>	<i>Claim</i>	Secara komersial, klorin dipisahkan dari senyawanya dengan cara elektrolisis lelehan NaCl (Proses Down) atau dengan elektrolisis larutan NaCl (sel diafragma).	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	C-W-G
		<i>Warrant</i>	Pada sel ini diberi diafragma yang berfungsi untuk mencegah bereaksinya kembali gas klorin yang dihasilkan dengan logam natrium (Gambar 3.4).	Sedang	<i>Warrant</i> berupa pemahaman ilmiah seperti prinsip dan aturan umum	Bagus	<i>Warrant</i> jelas dan dapat diidentifikasi, tetapi masih perlu klarifikasi	
		<i>Ground</i>	Reaksi yang terjadi: $NaCl(aq) \rightarrow Na^+(aq) + Cl^-(aq)$ Katode : $2H_2O(l) + 2e^- \rightarrow H_2(g) + 2OH^-(aq)$ Anode : $2Cl^-(aq) \rightarrow Cl_2(g) + 2e^-$ Reaksi sel : $2H_2O(l) + 2Cl^-(aq) \rightarrow H_2(g) + 2OH^-(aq) + Cl_2(g)$	Sedang	<i>Ground</i> yang disajikan dalam bentuk konsep	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	
115	<p>Klorin banyak digunakan untuk mensintesis senyawa-senyawa kimia, misalnya plastik. Senyawa klorin, terutama senyawa oksida, misalnya kaporit (Ca(ClO)₂) dan kapur klorin (CaOCl₂) digunakan sebagai pemutih (pengelantang) dan desinfektan pada air minum dan kolam renang. Senyawa NaClO dikenal sebagai larutan klorox dan digunakan untuk pemutih pakaian. Garam dapur (NaCl) merupakan salah satu bahan industri kimia yang sangat penting. Senyawa NaCl dapat disintesis menjadi beberapa bahan kimia yang lebih bermanfaat, misalnya NaOH (soda api), NaHCO₃ (soda kue), dan Na₂CO₃ (soda abu).</p>  <p>Sumber: Corel Professional Photos</p>	<i>Claim</i>	Klorin banyak digunakan untuk mensintesis senyawa-senyawa kimia, misalnya plastik.	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	C-G
		<i>Ground</i>	Senyawa klorin, terutama senyawa oksida, misalnya kaporit (Ca(ClO) ₂) dan kapur klorin (CaOCl ₂) digunakan sebagai pemutih (pengelantang) dan desinfektan pada air minum dan kolam renang. Senyawa NaClO dikenal sebagai larutan klorox dan digunakan untuk pemutih pakaian. Garam dapur (NaCl) merupakan salah satu bahan industri kimia yang sangat penting. Senyawa NaCl dapat disintesis menjadi beberapa bahan kimia yang lebih bermanfaat, misalnya NaOH (soda api), NaHCO ₃ (soda kue), dan Na ₂ CO ₃	Tinggi	<i>Ground</i> berdasarkan hasil penelitian, hasil observasi, dan data statistik	Bagus	<i>Ground</i> dari argumen mudah diidentifikasi, namun perlu klarifikasi	

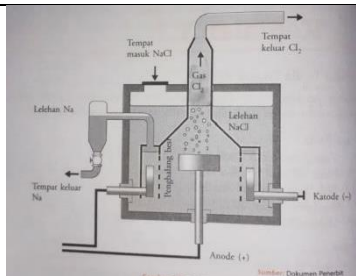
118	<p>C. Logam Alkali Logam alkali merupakan logam yang sangat reaktif. Dalam sistem periodik, unsur-unsur logam alkali terdapat pada golongan IA, dengan anggotanya adalah litium (Li), natrium (Na), kalium (K), rubidium (Rb), sesium (Cs), dan francium (Fr). “Alkali” berasal dari bahasa Arab yang berarti pembentuk basa. Logam Li, Na, dan K berwarna putih mengkilap, sedangkan Cs berwarna kuning keemasan. Semua logam alkali merupakan logam lunak (mudah diiris dengan pisau) dan mempunyai daya hantar listrik dan panas yang baik.</p> <p>1. Logam Alkali di Alam Oleh karena kereaktifannya, logam alkali di alam berada sebagai senyawa dengan bilangan oksidasi +1. Logam natrium dan kalium terdapat di air laut sebagai NaCl dan KCl. Selain itu, kedua logam ini juga banyak terdapat di litosfer (2,6% dan 2,4%), terutama sebagai NaCl dan karnalit (KCl.MG-Cl₂.6H₂O). Logam Li, Rb, dan Cs terdapat dalam jumlah yang lebih sedikit sebagai senyawa klorida dan oksida dalam batuan lepidolit dan polusit, sedangkan Fr merupakan zat radioaktif.</p>	<i>Claim</i>	Oleh karena kereaktifannya, logam alkali di alam berada sebagai senyawa dengan bilangan oksidasi +1.	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	C-G																		
		<i>Ground</i>	Logam natrium dan kalium terdapat di air laut sebagai NaCl dan KCl. Selain itu, kedua logam ini juga banyak terdapat di litosfer (2,6% dan 2,4%), terutama sebagai NaCl dan karnalit (KCl.MG-Cl ₂ .6H ₂ O). Logam Li, Rb, dan Cs terdapat dalam jumlah yang lebih sedikit sebagai senyawa klorida dan oksida dalam batuan lepidolit dan polusit, sedangkan Fr merupakan zat radioaktif.	Tinggi	<i>Ground</i> berdasarkan hasil penelitian, hasil observasi, dan data statistik	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi																			
119	<p>2. Sifat-sifat Logam Alkali a. Sifat umum logam alkali Logam alkali merupakan logam reaktif. Hal ini didukung oleh beberapa faktor, yaitu:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Konfigurasi elektron valensi logam alkali adalah ns¹. Apabila melepaskan sebuah elektron membentuk ion +1, akan didapat konfigurasi elektron yang stabil (seperti gas mulia). 2) Energi ionisasinya yang relatif rendah mengakibatkan logam alkali akan sangat mudah melepaskan elektron valensinya untuk membentuk ion +1. 3) Potensial elektrodanya yang rendah menunjukkan bahwa logam alkali adalah reduktor yang sangat kuat. 	<i>Claim</i>	Logam alkali merupakan logam reaktif.	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	C-G																		
		<i>Ground</i>	Hal ini didukung oleh beberapa faktor, yaitu: <ol style="list-style-type: none"> 1) Konfigurasi elektron valensi logam alkali adalah ns¹. Apabila melepaskan sebuah elektron membentuk ion +1, akan didapat konfigurasi elektron yang stabil (seperti gas mulia). 2) Energi ionisasinya yang relatif rendah mengakibatkan logam alkali akan sangat mudah melepaskan elektron valensinya untuk membentuk ion +1. 3) Potensial elektrodanya yang rendah menunjukkan bahwa logam alkali adalah reduktor yang sangat kuat. 	Tinggi	<i>Ground</i> berdasarkan hasil penelitian, hasil observasi, dan data statistik	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi																			
120	<p>Tabel 3.5 Sifat-sifat umum logam alkali</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Sifat-sifat umum</th> <th>Li</th> <th>Na</th> <th>K</th> <th>Rb</th> <th>Cs</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Nomor atom</td> <td>3</td> <td>11</td> <td>19</td> <td>37</td> <td>55</td> </tr> <tr> <td>Konfigurasi elektron</td> <td>[He] 2s¹</td> <td>[Ne] 3s¹</td> <td>[Ar] 4s¹</td> <td>[Kr] 5s¹</td> <td>[Xe] 6s¹</td> </tr> </tbody> </table>	Sifat-sifat umum	Li	Na	K	Rb	Cs	Nomor atom	3	11	19	37	55	Konfigurasi elektron	[He] 2s ¹	[Ne] 3s ¹	[Ar] 4s ¹	[Kr] 5s ¹	[Xe] 6s ¹	<i>Ground</i>	Titik leleh dan titik didih logam alkali relatif rendah.	Tinggi	<i>Ground</i> berdasarkan hasil penelitian, hasil observasi, dan data statistik	Bagus	<i>Ground</i> dari argumen mudah diidentifikasi, namun perlu klarifikasi	G-C-W
Sifat-sifat umum	Li	Na	K	Rb	Cs																					
Nomor atom	3	11	19	37	55																					
Konfigurasi elektron	[He] 2s ¹	[Ne] 3s ¹	[Ar] 4s ¹	[Kr] 5s ¹	[Xe] 6s ¹																					

	<table border="1"> <tbody> <tr> <td>Titik leleh (°C)</td> <td>181</td> <td>98</td> <td>63</td> <td>39</td> <td>29</td> </tr> <tr> <td>Titik didih (°C)</td> <td>1.342</td> <td>883</td> <td>760</td> <td>686</td> <td>669</td> </tr> <tr> <td>Jari-jari atom (Å)</td> <td>1,34</td> <td>1,54</td> <td>4,3</td> <td>4,2</td> <td>3,9</td> </tr> <tr> <td>Jari-jari ion (Å)</td> <td>0,60</td> <td>0,95</td> <td>1,33</td> <td>1,48</td> <td>1,69</td> </tr> <tr> <td>Energi ionisasi pertama (kJ/mol)</td> <td>520</td> <td>495</td> <td>418</td> <td>403</td> <td>374</td> </tr> <tr> <td>Energi ionisasi kedua (kJ/mol)</td> <td>7.298</td> <td>4.563</td> <td>3.051</td> <td>2.632</td> <td>2.420</td> </tr> <tr> <td>Keelektronegatifan</td> <td>0,98</td> <td>0,93</td> <td>0,82</td> <td>0,82</td> <td>0,79</td> </tr> <tr> <td>Potensial elektrode (volt) $M^+(aq) + e^- \rightarrow M$</td> <td>-3,04</td> <td>-2,71</td> <td>-2,93</td> <td>-2,99</td> <td>-3,02</td> </tr> <tr> <td>Massa jenis (g/mL)</td> <td>0,63</td> <td>0,97</td> <td>0,86</td> <td>1,53</td> <td>1,95</td> </tr> </tbody> </table> <p>Tabel 3.5 tersebut menunjukkan adanya kecenderungan perubahan sifat unsur-unsur logam alkali sebagai berikut.</p> <p>1) Titik leleh dan titik didih relatif rendah Titik leleh dan titik didih logam alkali relatif rendah. Dari Li ke Cs titik leleh dan titik didihnya semakin rendah. Hal ini terkait dengan struktur logam alkali yang membentuk kristal logam yang renggang.</p>	Titik leleh (°C)	181	98	63	39	29	Titik didih (°C)	1.342	883	760	686	669	Jari-jari atom (Å)	1,34	1,54	4,3	4,2	3,9	Jari-jari ion (Å)	0,60	0,95	1,33	1,48	1,69	Energi ionisasi pertama (kJ/mol)	520	495	418	403	374	Energi ionisasi kedua (kJ/mol)	7.298	4.563	3.051	2.632	2.420	Keelektronegatifan	0,98	0,93	0,82	0,82	0,79	Potensial elektrode (volt) $M^+(aq) + e^- \rightarrow M$	-3,04	-2,71	-2,93	-2,99	-3,02	Massa jenis (g/mL)	0,63	0,97	0,86	1,53	1,95	<i>Claim</i>	Dari Li ke Cs titik leleh dan titik didihnya semakin rendah.	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	
Titik leleh (°C)	181	98	63	39	29																																																									
Titik didih (°C)	1.342	883	760	686	669																																																									
Jari-jari atom (Å)	1,34	1,54	4,3	4,2	3,9																																																									
Jari-jari ion (Å)	0,60	0,95	1,33	1,48	1,69																																																									
Energi ionisasi pertama (kJ/mol)	520	495	418	403	374																																																									
Energi ionisasi kedua (kJ/mol)	7.298	4.563	3.051	2.632	2.420																																																									
Keelektronegatifan	0,98	0,93	0,82	0,82	0,79																																																									
Potensial elektrode (volt) $M^+(aq) + e^- \rightarrow M$	-3,04	-2,71	-2,93	-2,99	-3,02																																																									
Massa jenis (g/mL)	0,63	0,97	0,86	1,53	1,95																																																									
		<i>Warrant</i>	Hal ini terkait dengan struktur logam alkali yang membentuk kristal logam yang renggang.	Sedang	<i>Warrant</i> berupa pemahaman ilmiah seperti prinsip dan aturan umum	Bagus	<i>Warrant</i> jelas dan dapat diidentifikasi, tetapi masih perlu klarifikasi																																																							
121	<p>2) Energi ionisasi yang rendah Logam alkali memiliki jari-jari paling panjang dibanding unsur lain yang seperiode dan hanya mempunyai sebuah elektron pada kulit terluar dengan muatan inti yang kecil. Hal ini menyebabkan rendahnya energi ionisasi dari logam alkali. Dari Li ke Cs energi ionisasinya semakin kecil karena jari-jari atomnya semakin panjang. Perbedaan energi ionisasi pertama dan kedua yang sangat besar menunjukkan bahwa logam alkali stabil dalam keadaan sebagai senyawa dengan bilangan oksidasi +1.</p>	<i>Ground</i>	Logam alkali memiliki jari-jari paling panjang dibanding unsur lain yang seperiode dan hanya mempunyai sebuah elektron pada kulit terluar dengan muatan inti yang kecil.	Sedang	<i>Ground</i> yang disajikan dalam bentuk konsep	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	G-C-W																																																						
		<i>Claim</i>	Hal ini menyebabkan rendahnya energi ionisasi dari logam alkali. Dari Li ke Cs energi ionisasinya semakin kecil karena jari-jari atomnya semakin panjang.	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik																																																							

		<i>Warrant</i>	Perbedaan energi ionisasi pertama dan kedua yang sangat besar menunjukkan bahwa logam alkali stabil dalam keadaan sebagai senyawa dengan bilangan oksidasi +1.	Sedang	<i>Warrant</i> berupa pemahaman ilmiah seperti prinsip dan aturan umum	Sedang	<i>Warrant</i> kurang jelas, tetapi ada yang menghubungkan <i>claim</i> dan <i>ground</i>	
122	3) Potensial elektrode rendah Nilai potensial elektrode yang rendah menunjukkan bahwa logam alkali merupakan reduktor kuat. Logam alkali yang daya reduksinya paling kuat adalah litium, tetapi secara keseluruhan mempunyai kecenderungan semakin kuat dari Na ke Cs.	<i>Claim</i>	Nilai potensial elektrode yang rendah menunjukkan bahwa logam alkali merupakan reduktor kuat.	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	C-G
		<i>Ground</i>	Logam alkali yang daya reduksinya paling kuat adalah litium, tetapi secara keseluruhan mempunyai kecenderungan semakin kuat dari Na ke Cs.	Tinggi	<i>Ground</i> berdasarkan hasil penelitian, hasil observasi, dan data statistik	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	
123	4) Massa jenis yang rendah Dilihat dari massa jenisnya, logam alkali merupakan logam yang ringan. Logam Li, Na, dan K mempunyai massa jenis kurang dari 1 g/mL. Artinya, logam alkali akan terapung di permukaan air.	<i>Claim</i>	Dilihat dari massa jenisnya, logam alkali merupakan logam yang ringan.	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	C-G
		<i>Ground</i>	Logam Li, Na, dan K mempunyai massa jenis kurang dari 1 g/mL. Artinya, logam alkali akan terapung di permukaan air.	Tinggi	<i>Ground</i> berdasarkan hasil penelitian, hasil observasi, dan data statistik	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	
124	b. Sifat kimia logam alkali Kereaktifan logam alkali ditunjukkan oleh reaksi-reaksinya dengan beberapa unsur nonlogam. Logam alkali dapat bereaksi dengan gas hidrogen membentuk hidrida yang berikatan ion, dimana bilangan oksidasi hidrogen adalah -1 dan bilangan oksidasi logam alkali adalah +1. Logam alkali dapat bereaksi dengan oksigen membentuk oksida, dan beberapa di antaranya dapat membentuk peroksida dan superperoksida. Litium juga dapat bereaksi dengan gas nitrogen pada suhu kamar membentuk litium nitrida (Li_3N). Semua senyawa logam alkali merupakan senyawa yang mudah larut dalam air, sedangkan dengan raksa membentuk amalgam yang sangat reaktif sebagai	<i>Claim</i>	Kereaktifan logam alkali ditunjukkan oleh reaksi-reaksinya dengan beberapa unsur nonlogam.	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	C-W-G

	<p>reduktor. Beberapa reaksi logam alkali dapat dilihat pada Tabel 3.6 Tabel 3.6 Beberapa reaksi logam alkali</p> <table border="1" data-bbox="264 355 909 692"> <thead> <tr> <th>Reaksi umum</th> <th>Keterangan</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>$4M(s) + O_2(g) \rightarrow 2M_2O(s)$</td> <td>Jumlah oksigen terbatas</td> </tr> <tr> <td>$2M(s) + O_2(g) \rightarrow M_2O_2(s)$</td> <td>Dipanaskan di udara dengan oksigen berlebih. Logam K dapat membentuk superoksida (KO₂).</td> </tr> <tr> <td>$2M(s) + X_2 \rightarrow 2MX(s)$</td> <td>X adalah F, Cl, Br, dan I.</td> </tr> <tr> <td>$2M(s) + S(g) \rightarrow M_2S(s)$</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>$2M(s) + 2H_2O(l) \rightarrow 2MOH(aq) + H_2(g)$</td> <td>Reaksinya dasyat, kecuali untuk Li.</td> </tr> <tr> <td>$6M(s) + N_2(g) \rightarrow 2M_3N(s)$</td> <td>Hanya Li yang dapat bereaksi.</td> </tr> <tr> <td>$2M(s) + H_2(g) \rightarrow 2MH(s)$</td> <td>Gas H₂ kering (bebas air).</td> </tr> <tr> <td>$2M(s) + 2H^+(aq) \rightarrow 2M^+(aq) + H_2(g)$</td> <td>Reaksinya dengan asam (H⁺) berlangsung dasyat.</td> </tr> </tbody> </table>	Reaksi umum	Keterangan	$4M(s) + O_2(g) \rightarrow 2M_2O(s)$	Jumlah oksigen terbatas	$2M(s) + O_2(g) \rightarrow M_2O_2(s)$	Dipanaskan di udara dengan oksigen berlebih. Logam K dapat membentuk superoksida (KO ₂).	$2M(s) + X_2 \rightarrow 2MX(s)$	X adalah F, Cl, Br, dan I.	$2M(s) + S(g) \rightarrow M_2S(s)$	-	$2M(s) + 2H_2O(l) \rightarrow 2MOH(aq) + H_2(g)$	Reaksinya dasyat, kecuali untuk Li.	$6M(s) + N_2(g) \rightarrow 2M_3N(s)$	Hanya Li yang dapat bereaksi.	$2M(s) + H_2(g) \rightarrow 2MH(s)$	Gas H ₂ kering (bebas air).	$2M(s) + 2H^+(aq) \rightarrow 2M^+(aq) + H_2(g)$	Reaksinya dengan asam (H ⁺) berlangsung dasyat.	<p><i>Warrant</i></p>	<p>Logam alkali dapat bereaksi dengan gas hidrogen membentuk hidrida yang berikatan ion, dimana bilangan oksidasi hidrogen adalah -1 dan bilangan oksidasi logam alkali adalah +1. Logam alkali dapat bereaksi dengan oksigen membentuk oksida, dan beberapa di antaranya dapat membentuk peroksida dan superperoksida. Litium juga dapat bereaksi dengan gas nitrogen pada suhu kamar membentuk litium nitrida (Li₃N).</p>	<p>Sedang</p>	<p><i>Warrant</i> berupa pemahaman ilmiah seperti prinsip dan aturan umum</p>	<p>Sangat bagus</p>	<p><i>Warrant</i> tertulis dengan baik, mudah diidentifikasi, dan menghubungkan <i>claim</i> dan <i>ground</i>.</p>	
Reaksi umum	Keterangan																									
$4M(s) + O_2(g) \rightarrow 2M_2O(s)$	Jumlah oksigen terbatas																									
$2M(s) + O_2(g) \rightarrow M_2O_2(s)$	Dipanaskan di udara dengan oksigen berlebih. Logam K dapat membentuk superoksida (KO ₂).																									
$2M(s) + X_2 \rightarrow 2MX(s)$	X adalah F, Cl, Br, dan I.																									
$2M(s) + S(g) \rightarrow M_2S(s)$	-																									
$2M(s) + 2H_2O(l) \rightarrow 2MOH(aq) + H_2(g)$	Reaksinya dasyat, kecuali untuk Li.																									
$6M(s) + N_2(g) \rightarrow 2M_3N(s)$	Hanya Li yang dapat bereaksi.																									
$2M(s) + H_2(g) \rightarrow 2MH(s)$	Gas H ₂ kering (bebas air).																									
$2M(s) + 2H^+(aq) \rightarrow 2M^+(aq) + H_2(g)$	Reaksinya dengan asam (H ⁺) berlangsung dasyat.																									
125	<p>Logam alkali dapat larut dalam amonia pekat (NH₃), diperkirakan membentuk senyawa amida.</p> $Na(s) + NH_3(l) \rightarrow NaNH_2(s) + \frac{1}{2}H_2(g)$ <p>Logam alkali dalam amonia yang sangat murni akan membentuk larutan berwarna biru, dan merupakan sumber elektron yang tersolvasi (larutan elektron).</p>	<p><i>Claim</i></p>	<p>Logam alkali dapat larut dalam amonia pekat (NH₃), diperkirakan membentuk senyawa amida.</p>	<p>Tinggi</p>	<p><i>Claim</i> berdasarkan pada fakta</p>	<p>Sangat bagus</p>	<p><i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik</p>	C-G-W																		
		<p><i>Ground</i></p>	$Na(s) + NH_3(l) \rightarrow NaNH_2(s) + \frac{1}{2}H_2(g)$	<p>Sedang</p>	<p><i>Ground</i> yang disajikan dalam bentuk konsep</p>	<p>Sangat bagus</p>	<p><i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi</p>																			
		<p><i>Warrant</i></p>	<p>Logam alkali dalam amonia yang sangat murni akan membentuk larutan berwarna biru, dan merupakan sumber elektron yang tersolvasi (larutan elektron).</p>	<p>Sedang</p>	<p><i>Warrant</i> berupa pemahaman ilmiah seperti prinsip dan aturan umum</p>	<p>Sedang</p>	<p><i>Warrant</i> kurang jelas, tetapi ada yang menghubungkan <i>claim</i> dan <i>ground</i></p>																			
126	<p>Berdasarkan kegiatan 3.3, dapat diamati bahwa logam-logam alkali memberikan warna nyala yang khas, misalnya Li (merah), Na (kuning), K (ungu), Rb (merah), dan Cs (biru/ungu). Warna khas dari logam alkali dapat digunakan untuk identifikasi awal adanya unsur alkali dalam suatu bahan.</p>	<p><i>Ground</i></p>	<p>Berdasarkan kegiatan 3.3, dapat diamati bahwa logam-logam alkali memberikan warna nyala yang khas, misalnya Li (merah), Na (kuning), K (ungu), Rb (merah), dan Cs (biru/ungu).</p>	<p>Tinggi</p>	<p><i>Ground</i> berdasarkan hasil penelitian, hasil observasi, dan data statistik</p>	<p>Sangat bagus</p>	<p><i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi</p>	G-C																		


		<i>Claim</i>	Warna khas dari logam alkali dapat digunakan untuk identifikasi awal adanya unsur alkali dalam suatu bahan.	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	
127	3. Ekstraksi Logam Alkali Logam alkali dapat diekstraksi (dipisahkan) dari senyawanya dengan cara elektrolisis lelehan garam kloridanya. Hal ini disebabkan oleh daya reduksi logam alkali yang sangat kuat sehingga reduktor yang mampu mereduksi ion alkali dari senyawanya sukar didapatkan. Elektrolisis larutan garam tidak menghasilkan logam alkali, sebab potensial reduksinya lebih rendah daripada potensial reduksi air sehingga pada elektrolisis larutan garam alkali, yang akan tereduksi adalah air yang merupakan pelarutnya.	<i>Claim</i>	Logam alkali dapat diekstraksi (dipisahkan) dari senyawanya dengan cara elektrolisis lelehan garam kloridanya.	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	C-G-R
		<i>Ground</i>	Hal ini disebabkan oleh daya reduksi logam alkali yang sangat kuat sehingga reduktor yang mampu mereduksi ion alkali dari senyawanya sukar didapatkan.	Sedang	<i>Ground</i> yang disajikan dalam bentuk konsep	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	
		<i>Rebuttal</i>	Elektrolisis larutan garam tidak menghasilkan logam alkali, sebab potensial reduksinya lebih rendah daripada potensial reduksi air sehingga pada elektrolisis larutan garam alkali, yang akan tereduksi adalah air yang merupakan pelarutnya.	Tinggi	<i>Rebuttal</i> berupa bukti empiris atau konseptual serta menggunakan penalaran.	Sangat bagus	Elemen <i>rebuttal</i> tertulis dengan baik, mudah diidentifikasi dan relevan	
128	a. Natrium Natrium diproduksi secara besar-besaran dengan menggunakan sel Down. Proses ini dilakukan dengan elektrolisis lelehan NaCl yang dicampur dengan CaCl ₂ . Penambahan CaCl ₂ berfungsi untuk menurunkan titik lelehnya (dari 800°C menjadi 580°C). Anode terbuat dari grafit dan katode dari baja. Reaksi yang terjadi: $NaCl(l) \rightarrow Na^+(l) + Cl^-(l)$ Anode : $2Cl^-(l) \rightarrow Cl_2(g) + 2e^-$ Katode : $2Na^+(l) + 2e^- \rightarrow 2Na(l)$ Reaksi sel : $2Na^+(l) + 2Cl^-(l) \rightarrow 2Na(l) + Cl_2(g)$	<i>Claim</i>	Natrium diproduksi secara besar-besaran dengan menggunakan sel Down	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	C-W-G
		<i>Warrant</i>	Proses ini dilakukan dengan elektrolisis lelehan NaCl yang dicampur dengan CaCl ₂ . Penambahan CaCl ₂ berfungsi untuk menurunkan titik lelehnya (dari 800°C menjadi 580°C). Anode terbuat dari grafit dan katode dari baja.	Sedang	<i>Warrant</i> berupa pemahaman ilmiah seperti prinsip dan aturan umum	Sangat bagus	<i>Warrant</i> tertulis dengan baik, mudah diidentifikasi, dan menghubungkan <i>claim</i> dan <i>ground</i> .	



Gambar 3.6 Sel Down

		<i>Ground</i>	<p>Reaksi yang terjadi:</p> $NaCl(l) \rightarrow Na^+(l) + Cl^-(l)$ <p>Anode : $2Cl^-(l) \rightarrow Cl_2(g) + 2e^-$ Katode : $2Na^+(l) + 2e^- \rightarrow 2Na(l)$</p> <hr/> <p>Reaksi sel : $2Na^+(l) + 2Cl^-(l) \rightarrow 2Na(l) + Cl_2(g)$</p>	Sedang	<i>Ground</i> yang disajikan dalam bentuk konsep	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	
129	<p>b. Litium Litium diproduksi dengan cara elektrolisis dari lelehan LiCl dengan elektrode dari baja dan grafit. Lelehan LiCl ditambah CaCl₂ untuk menurunkan titik lelehnya ketika dielektrolisis dalam ruangan yang berisi gas argon. Hal ini bertujuan agar di dalam ruangan tidak terdapat oksigen atau nitrogen. Sebab, Li bereaksi dengan oksigen membentuk Li₂O dan juga dapat bereaksi dengan nitrogen membentuk Li₃N. Adapun reaksi elektrolisis yang terjadi adalah:</p> $LiCl(l) \rightarrow Li^+(l) + Cl^-(l)$ <p>Anode : $2Cl^-(l) \rightarrow Cl_2(g) + 2e^-$ Katode : $2Li^+(l) + 2e^- \rightarrow 2Li(l)$</p> <hr/> <p>Reaksi sel : $2Li^+(l) + 2Cl^-(l) \rightarrow 2Li(l) + Cl_2(g)$</p>	<i>Claim</i>	Litium diproduksi dengan cara elektrolisis dari lelehan LiCl dengan elektrode dari baja dan grafit.	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	C-W-B-G
		<i>Warrant</i>	Lelehan LiCl ditambah CaCl ₂ untuk menurunkan titik lelehnya ketika dielektrolisis dalam ruangan yang berisi gas argon.	Sedang	<i>Warrant</i> berupa pemahaman ilmiah seperti prinsip dan aturan umum	Sangat bagus	<i>Warrant</i> tertulis dengan baik, mudah diidentifikasi, dan menghubungkan <i>claim</i> dan <i>ground</i> .	
		<i>Backing</i>	Hal ini bertujuan agar di dalam ruangan tidak terdapat oksigen atau nitrogen. Sebab, Li bereaksi dengan oksigen membentuk Li ₂ O dan juga dapat bereaksi dengan nitrogen membentuk Li ₃ N.	Sedang	<i>Backing</i> berupa pemahaman ilmiah seperti prinsip dan aturan umum	Sangat bagus	<i>Backing</i> mendukung <i>warrant</i>	
		<i>Ground</i>	Adapun reaksi elektrolisis yang terjadi adalah: $LiCl(l) \rightarrow Li^+(l) + Cl^-(l)$ <p>Anode : $2Cl^-(l) \rightarrow Cl_2(g) + 2e^-$ Katode : $2Li^+(l) + 2e^- \rightarrow 2Li(l)$</p> <hr/> <p>Reaksi sel : $2Li^+(l) + 2Cl^-(l) \rightarrow 2Li(l) + Cl_2(g)$</p>	Sedang	<i>Ground</i> yang disajikan dalam bentuk konsep	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	

130	<p>c. Kalium Kalium diproduksi dengan mereaksikan uap natrium dengan lelehan garam kloridanya. Oleh karena Li, K, dan Cs mudah menguap, maka ketiganya tidak dapat dibuat dengan elektrolisis lelehan garamnya. Uap kalium yang terbentuk kemudian didinginkan melalui kolom distilasi. Reaksi yang terjadi adalah:</p> $Na(g) + KCl(l) \rightarrow NaCl(s) + K(g)$	<i>Claim</i>	Kalium diproduksi dengan mereaksikan uap natrium dengan lelehan garam kloridanya. Oleh karena Li, K, dan Cs mudah menguap, maka ketiganya tidak dapat dibuat dengan elektrolisis lelehan garamnya. Uap kalium yang terbentuk kemudian didinginkan melalui kolom distilasi.	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	C-G
		<i>Ground</i>	Reaksi yang terjadi adalah: $Na(g) + KCl(l) \rightarrow NaCl(s) + K(g)$	Sedang	<i>Ground</i> yang disajikan dalam bentuk konsep	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	
131	<p>4. Senyawa Alkali dan Kegunaannya a. Oksida Oksida logam alkali mempunyai rumus umum M_2O, dan merupakan zat padat putih yang sangat reaktif terhadap air dan gas karbon dioksida. $M_2O(s) + H_2O(l) \rightarrow 2MOH(aq)$ $M_2O(s) + CO_2(g) \rightarrow M_2CO_3(s)$</p> <p>Selain membentuk oksida, beberapa logam alkali (Na dan K) dapat membentuk peroksida (Na_2O_2, K_2O_2). Bahkan, kalium dapat membentuk superoksida (KO_2). Superoksida digunakan sebagai zat penghasil oksigen pada tabung penyelam karena dapat terurai menghasilkan oksigen, serta K_2O yang dapat menyerap CO_2 dari udara pernafasan. $4KO_2(s) \rightarrow 2K_2O(s) + 3O_2(g)$ $K_2O(s) + CO_2(g) \rightarrow K_2CO_3(s)$</p>	<i>Claim</i>	Oksida logam alkali mempunyai rumus umum M_2O , dan merupakan zat padat putih yang sangat reaktif terhadap air dan gas karbon dioksida.	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	C-G-R
		<i>Ground</i>	$M_2O(s) + H_2O(l) \rightarrow 2MOH(aq)$ $M_2O(s) + CO_2(g) \rightarrow M_2CO_3(s)$	Sedang	<i>Ground</i> yang disajikan dalam bentuk konsep	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	
		<i>Rebuttal</i>	Selain membentuk oksida, beberapa logam alkali (Na dan K) dapat membentuk peroksida (Na_2O_2 , K_2O_2). Bahkan, kalium dapat membentuk superoksida (KO_2). Superoksida digunakan sebagai zat penghasil oksigen pada tabung penyelam karena dapat terurai menghasilkan oksigen, serta K_2O yang dapat menyerap CO_2 dari udara pernafasan. $4KO_2(s) \rightarrow 2K_2O(s) + 3O_2(g)$ $K_2O(s) + CO_2(g) \rightarrow K_2CO_3(s)$	Tinggi	<i>Rebuttal</i> berupa bukti empiris atau konseptual serta menggunakan penalaran.	Bagus	Elemen <i>rebuttal</i> tertulis dengan baik namun perlu klarifikasi	
132	<p>b. Hidroksida Logam alkali dapat membentuk hidroksida secara langsung jika direaksikan dengan air. $2M(s) + 2H_2O(l) \rightarrow 2MOH(aq) + H_2(g) \quad \Delta H < 0$</p>	<i>Claim</i>	Logam alkali dapat membentuk hidroksida secara langsung jika direaksikan dengan air.	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	C-G-W

	<p>Reaksi logam alkali dengan air merupakan reaksi eksoterm, dimana dari Li ke Cs reaksinya semakin hebat. Energi yang dihasilkan dapat membakar gas hidrogen yang dihasilkan sehingga meskipun reaksi terjadi di dalam air, akan tetap menyala (Gambar 3.7).</p>  <p>Sumber: www.commonswikimedia.org/©Tavoromann</p> <p>Gambar 3.7 Reaksi Na dengan air</p>	<p><i>Ground</i></p> $2M(s) + 2H_2O(l) \rightarrow 2MOH(aq) + H_2(g) \quad \Delta H < 0$	Sedang	<i>Ground</i> yang disajikan dalam bentuk konsep	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	
		<p><i>Warrant</i></p> <p>Reaksi logam alkali dengan air merupakan reaksi eksoterm, dimana dari Li ke Cs reaksinya semakin hebat. Energi yang dihasilkan dapat membakar gas hidrogen yang dihasilkan sehingga meskipun reaksi terjadi di dalam air, akan tetap menyala (Gambar 3.7).</p>	Sedang	<i>Warrant</i> berupa pemahaman ilmiah seperti prinsip dan aturan umum	Bagus	<i>Warrant</i> jelas dan dapat diidentifikasi, tetapi masih perlu klarifikasi	
133	<p>c. Halida Halida alkali yang banyak dimanfaatkan adalah NaCl dan KCl. Senyawa NaCl digunakan untuk membuat bahan kimia yang lain, misalnya gas klorin dan NaOH dari elektrolisis larutan NaCl. Dari NaOH, dapat dibuat NaHCO₃ dan Na₂CO₃, serta bahan yang lain. KCl digunakan untuk pupuk kalium, dan diperoleh dari penguapan air laut.</p>	<p><i>Claim</i></p> <p>Halida alkali yang banyak dimanfaatkan adalah NaCl dan KCl.</p>	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	C-G
		<p><i>Ground</i></p> <p>Senyawa NaCl digunakan untuk membuat bahan kimia yang lain, misalnya gas klorin dan NaOH dari elektrolisis larutan NaCl. Dari NaOH, dapat dibuat NaHCO₃ dan Na₂CO₃, serta bahan yang lain. KCl digunakan untuk pupuk kalium, dan diperoleh dari penguapan air laut.</p>	Tinggi	<i>Ground</i> berdasarkan hasil penelitian, hasil observasi, dan data statistik	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	
134	<p>d. Karbonat Natrium karbonat (Na₂CO₃) dikenal dengan soda abu dan digunakan sebagai bahan baku pada pembuatan kaca (gelas). Natrium karbonat diproduksi dengan pemanasan batuan <i>trona</i> yang mengandung Na₂CO₃·NaHCO₃·2H₂O, atau dari proses Solvay. Kalium karbonat atau potasium (apotas) digunakan dalam proses penyepuhan emas untuk membentuk senyawa kompleks dengan emas.</p>	<p><i>Claim</i></p> <p>Natrium karbonat (Na₂CO₃) dikenal dengan soda abu dan digunakan sebagai bahan baku pada pembuatan kaca (gelas).</p>	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	C-G
		<p><i>Ground</i></p> <p>Natrium karbonat diproduksi dengan pemanasan batuan <i>trona</i> yang mengandung Na₂CO₃·NaHCO₃·2H₂O, atau dari proses Solvay.</p>	Tinggi	<i>Ground</i> berdasarkan hasil penelitian, hasil observasi, dan data statistik	Bagus	<i>Ground</i> dari argumen mudah diidentifikasi, namun perlu klarifikasi	

135	<p>e. Sulfat</p> <p>Natrium sulfat dan kalium sulfat merupakan senyawa sulfat yang penting dari golongan alkali. Natrium sulfat sering disebut dengan <i>garam Glauber</i> dan digunakan sebagai penyimpan panas matahari sehingga dapat mempertahankan suhu di dalam rumah agar tetap hangat. Proses penyimpanan panas ini terjadi akibat adanya panas pelarutan Na_2SO_4. Proses pelarutan Na_2SO_4 adalah endoterm dan proses sebaliknya adalah eksoterm. Pada siang hari, $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ akan melarut karena adanya panas yang diterima. Pada saat tidak ada panas matahari, $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ akan mengkristal sambil melepaskan kalor yang semula digunakan untuk melarut.</p>	<i>Claim</i>	Natrium sulfat dan kalium sulfat merupakan senyawa sulfat yang penting dari golongan alkali. Natrium sulfat sering disebut dengan <i>garam Glauber</i> dan digunakan sebagai penyimpan panas matahari sehingga dapat mempertahankan suhu di dalam rumah agar tetap hangat.	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Bagus	<i>Claim</i> dituliskan secara jelas namun masih perlu diklarifikasi	C-G-W
		<i>Ground</i>	Proses penyimpanan panas ini terjadi akibat adanya panas pelarutan Na_2SO_4 .	Tinggi	<i>Ground</i> berdasarkan hasil penelitian, hasil observasi, dan data statistik	Bagus	<i>Ground</i> dari argumen mudah diidentifikasi, namun perlu klarifikasi	
		<i>Warrant</i>	Proses pelarutan Na_2SO_4 adalah endoterm dan proses sebaliknya adalah eksoterm. Pada siang hari, $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ akan melarut karena adanya panas yang diterima. Pada saat tidak ada panas matahari, $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ akan mengkristal sambil melepaskan kalor yang semula digunakan untuk melarut.	Sedang	<i>Warrant</i> berupa pemahaman ilmiah seperti prinsip dan aturan umum	Sangat bagus	<i>Warrant</i> tertulis dengan baik, mudah diidentifikasi, dan menghubungkan <i>claim</i> dan <i>ground</i> .	
136	<p>D. Logam Alkali Tanah</p> <p>1. Logam Alkali Tanah di Alam</p> <p>Logam alkali tanah banyak tersebar di air laut dan mineral (batuan) dalam bentuk senyawa dengan bilangan oksidasi +2. Batuan dan mineral mengandung unsur alkali tanah yang umumnya berupa senyawa karbonat, silikat, atau sulfat, sebab kelarutan senyawa tersebut sangat kecil. Berilium terdapat sebagai mineral beril ($\text{Be}_3\text{Al}_2(\text{SiO}_3)_6$). Magnesium terdapat sebagai mineral magnesit ($\text{Mg}-\text{CO}_3$), dolomit ($\text{CaCO}_3 \cdot \text{Mg}-\text{CO}_3$), dan asbestos ($\text{CaMg}_3(\text{SiO}_3)_4$). Kalsium terdapat pada dolomit, gips ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), dan kalsium fosfat ($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$). Stronsium terdapat sebagai mineral selestit (SrSO_4) dan barium terdapat sebagai barit (BaSO_4) dan BaCO_3. Radium merupakan unsur radioaktif alam dan terdapat pada <i>pitchblende</i> yang mengandung 0,37 gram Ra per ton bijih.</p>	<i>Claim</i>	Logam alkali tanah banyak tersebar di air laut dan mineral (batuan) dalam bentuk senyawa dengan bilangan oksidasi +2.	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	C-W-G
		<i>Warrant</i>	Batuan dan mineral mengandung unsur alkali tanah yang umumnya berupa senyawa karbonat, silikat, atau sulfat, sebab kelarutan senyawa tersebut sangat kecil.	Sedang	<i>Warrant</i> berupa pemahaman ilmiah seperti prinsip dan aturan umum	Sangat bagus	<i>Warrant</i> tertulis dengan baik, mudah diidentifikasi, dan menghubungkan <i>claim</i> dan <i>ground</i> .	
		<i>Ground</i>	Berilium terdapat sebagai mineral beril ($\text{Be}_3\text{Al}_2(\text{SiO}_3)_6$). Magnesium terdapat sebagai mineral magnesit ($\text{Mg}-\text{CO}_3$), dolomit ($\text{CaCO}_3 \cdot \text{Mg}-\text{CO}_3$), dan asbestos ($\text{CaMg}_3(\text{SiO}_3)_4$). Kalsium terdapat pada dolomit, gips ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), dan kalsium fosfat ($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$).	Tinggi	<i>Ground</i> berdasarkan hasil penelitian, hasil observasi, dan	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	

			Stronsium terdapat sebagai mineral selestit (SrSO_4) dan barium terdapat sebagai barit (BaSO_4) dan BaCO_3 . Radium merupakan unsur radioaktif alam dan terdapat pada <i>pitchblende</i> yang mengandung 0,37 gram Ra per ton bijih.		data statistik																																																			
137	<p>2. Sifat-sifat Logam Alkali Tanah a. Sifat umum logam alkali tanah Logam alkali tanah dalam sistem periodik unsur terletak pada golongan IIA, terdiri atas berilium (Be), magnesium (Mg), kalsium (Ca), stronsium (Sr), barium (Ba), dan radium (Ra). Radium merupakan unsur radioaktif. Kecuali berilium, semua logam alkali tanah merupakan logam yang tergolong reaktif meskipun relatif kurang reaktif dibandingkan logam alkali, mempunyai kilap logam, relatif lunak, serta dapat menghantarkan panas dan listrik dengan baik. Tabel 3.7 Beberapa sifat umum logam alkali tanah.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Sifat umum</th> <th>Be</th> <th>Mg</th> <th>Ca</th> <th>Sr</th> <th>Ba</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Nomor atom</td> <td>4</td> <td>12</td> <td>20</td> <td>38</td> <td>56</td> </tr> <tr> <td>Konfigurasi elektron</td> <td>[He] 2s²</td> <td>[Ne] 3s²</td> <td>[Ar] 4s²</td> <td>[Kr] 5s²</td> <td>[Xe] 6s²</td> </tr> <tr> <td>Titik leleh (°C)</td> <td>1.278</td> <td>649</td> <td>839</td> <td>769</td> <td>725</td> </tr> <tr> <td>Titik didih (°C)</td> <td>2.970</td> <td>1.107</td> <td>1.484</td> <td>1.384</td> <td>1.643</td> </tr> <tr> <td>Jari-jari atom (Å)</td> <td>1,12</td> <td>1,60</td> <td>1,97</td> <td>2,15</td> <td>2,22</td> </tr> <tr> <td>Jari-jari ion (Å)</td> <td>0,31</td> <td>0,65</td> <td>0,99</td> <td>1,13</td> <td>1,35</td> </tr> <tr> <td>Energi</td> <td>900</td> <td>740</td> <td>590</td> <td>550</td> <td>500</td> </tr> </tbody> </table>	Sifat umum	Be	Mg	Ca	Sr	Ba	Nomor atom	4	12	20	38	56	Konfigurasi elektron	[He] 2s ²	[Ne] 3s ²	[Ar] 4s ²	[Kr] 5s ²	[Xe] 6s ²	Titik leleh (°C)	1.278	649	839	769	725	Titik didih (°C)	2.970	1.107	1.484	1.384	1.643	Jari-jari atom (Å)	1,12	1,60	1,97	2,15	2,22	Jari-jari ion (Å)	0,31	0,65	0,99	1,13	1,35	Energi	900	740	590	550	500	<i>Claim</i>	Semua sifat logam alkali tanah mempunyai kecenderungan yang teratur dari Be ke Ba.	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	C-G
Sifat umum	Be	Mg	Ca	Sr	Ba																																																			
Nomor atom	4	12	20	38	56																																																			
Konfigurasi elektron	[He] 2s ²	[Ne] 3s ²	[Ar] 4s ²	[Kr] 5s ²	[Xe] 6s ²																																																			
Titik leleh (°C)	1.278	649	839	769	725																																																			
Titik didih (°C)	2.970	1.107	1.484	1.384	1.643																																																			
Jari-jari atom (Å)	1,12	1,60	1,97	2,15	2,22																																																			
Jari-jari ion (Å)	0,31	0,65	0,99	1,13	1,35																																																			
Energi	900	740	590	550	500																																																			

	<table border="1"> <tr> <td>ionisasi pertama (kJ/mol)</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Energi ionisasi kedua (kJ/mol)</td> <td>1.800</td> <td>1.450</td> <td>1.150</td> <td>1.060</td> <td>970</td> </tr> <tr> <td>Keelektonegatifan</td> <td>1,57</td> <td>1,31</td> <td>1,00</td> <td>0,95</td> <td>0,89</td> </tr> <tr> <td>Potensial elektrode (volt) $M^+(aq) + e^- \rightarrow M$</td> <td>-1,85</td> <td>-2,37</td> <td>-2,87</td> <td>-2,89</td> <td>-2,90</td> </tr> <tr> <td>Massa jenis (g/mL)</td> <td>1,86</td> <td>1,75</td> <td>1,55</td> <td>2,6</td> <td>3,6</td> </tr> </table> <p>Beberapa hal yang dapat dijelaskan dari sifat umum logam alkali tanah pada Tabel 3.7 adalah:</p> <p>1) Semua sifat logam alkali tanah mempunyai kecenderungan yang teratur dari Be ke Ba. Misalnya, jari-jari atom semakin panjang, energi ionisasi semakin rendah, keelektonegatifan semakin kecil, dan daya reduksi semakin kuat.</p>	ionisasi pertama (kJ/mol)						Energi ionisasi kedua (kJ/mol)	1.800	1.450	1.150	1.060	970	Keelektonegatifan	1,57	1,31	1,00	0,95	0,89	Potensial elektrode (volt) $M^+(aq) + e^- \rightarrow M$	-1,85	-2,37	-2,87	-2,89	-2,90	Massa jenis (g/mL)	1,86	1,75	1,55	2,6	3,6	<i>Ground</i>	Misalnya, jari-jari atom semakin panjang, energi ionisasi semakin rendah, keelektonegatifan semakin kecil, dan daya reduksi semakin kuat.	Tinggi	<i>Ground</i> berdasarkan hasil penelitian, hasil observasi, dan data statistik	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	
ionisasi pertama (kJ/mol)																																						
Energi ionisasi kedua (kJ/mol)	1.800	1.450	1.150	1.060	970																																	
Keelektonegatifan	1,57	1,31	1,00	0,95	0,89																																	
Potensial elektrode (volt) $M^+(aq) + e^- \rightarrow M$	-1,85	-2,37	-2,87	-2,89	-2,90																																	
Massa jenis (g/mL)	1,86	1,75	1,55	2,6	3,6																																	
138	2) Konfigurasi elektronnya menunjukkan bahwa logam alkali tanah mempunyai elektron valensi ns^2 . Selain jari-jari atomnya yang lebih kecil dibandingkan logam alkali, kedua elektron valensinya yang telah berpasangan mengakibatkan energi ionisasi logam alkali tanah lebih tinggi daripada alkali.	<i>Claim</i>	Konfigurasi elektronnya menunjukkan bahwa logam alkali tanah mempunyai elektron valensi ns^2 .	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	C-G																														
		<i>Ground</i>	Selain jari-jari atomnya yang lebih kecil dibandingkan logam alkali, kedua elektron valensinya yang telah berpasangan mengakibatkan energi ionisasi logam alkali tanah lebih tinggi daripada alkali.	Sedang	<i>Ground</i> yang disajikan dalam bentuk konsep	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi																															
139	3) Meskipun energi ionisasinya tinggi, tetapi karena energi hidrasi ion M^{2+} logam alkali tanah lebih besar daripada energi hidrasi ion M^+ logam alkali, akibatnya logam alkali tanah tetap mudah melepaskan kedua elektron valensinya sehingga lebih stabil sebagai ion M^{2+} .	<i>Ground</i>	Meskipun energi ionisasinya tinggi, tetapi karena energi hidrasi ion M^{2+} logam alkali tanah lebih besar daripada energi hidrasi ion M^+ logam alkali,	Tinggi	<i>Ground</i> berdasarkan hasil penelitian, hasil observasi, dan data statistik	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	G-C																														
		<i>Claim</i>	logam alkali tanah tetap mudah melepaskan kedua elektron valensinya sehingga lebih stabil sebagai ion M^{2+} .	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi																															

							dan dituliskan dengan baik	
140	4) Jari-jari atomnya yang kecil dan muatan intinya yang lebih besar mengakibatkan logam alkali tanah membentuk kristal dengan susunan yang lebih rapat sehingga mempunyai sifat yang lebih keras daripada logam alkali, dan massa jenisnya juga lebih tinggi.	<i>Ground</i>	Jari-jari atomnya yang kecil dan muatan intinya yang lebih besar	Sedang	<i>Ground</i> yang disajikan dalam bentuk konsep	Bagus	<i>Ground</i> dari argumen mudah diidentifikasi, namun perlu klarifikasi	G-C
		<i>Claim</i>	logam alkali tanah membentuk kristal dengan susunan yang lebih rapat sehingga mempunyai sifat yang lebih keras daripada logam alkali, dan massa jenisnya juga lebih tinggi.	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	
141	5) Berilium mempunyai energi ionisasi yang sangat tinggi dan keelektronegatifan yang cukup besar. Kedua hal ini menyebabkan Be cenderung membentuk ikatan kovalen ketika berikatan.	<i>Claim</i>	Berilium mempunyai energi ionisasi yang sangat tinggi dan keelektronegatifan yang cukup besar.	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	C-G
		<i>Ground</i>	Kedua hal ini menyebabkan Be cenderung membentuk ikatan kovalen ketika berikatan.	Sedang	<i>Ground</i> yang disajikan dalam bentuk konsep	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	
142	6) Potensial elektrode (reduksi) standar menunjukkan nilai yang rendah (negatif). Hal ini menunjukkan bahwa logam alkali tanah merupakan reduktor yang cukup kuat, bahkan Ca, Sr, dan Ba mempunyai daya reduksi yang lebih kuat daripada Na.	<i>Ground</i>	Potensial elektrode (reduksi) standar menunjukkan nilai yang rendah (negatif).	Tinggi	<i>Ground</i> berdasarkan hasil penelitian, hasil observasi, dan data statistik	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	G-C
		<i>Claim</i>	Hal ini menunjukkan bahwa logam alkali tanah merupakan reduktor yang cukup kuat, bahkan Ca, Sr, dan Ba mempunyai daya reduksi yang lebih kuat daripada Na.	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	

143	<p>b. Sifat kimia logam alkali tanah Seperti halnya logam alkali, unsur-unsur logam alkali tanah merupakan logam yang reaktif. Kereaktifannya semakin bertambah dari Be ke Ba. Be merupakan unsur alkali tanah yang kurang reaktif, bahkan tidak bereaksi dengan air. Beberapa reaksi unsur alkali tanah ditunjukkan pada Tabel 3.8.</p> <p>Tabel 3.8 Reaksi-reaksi logam alkali tanah</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Reaksi secara umum</th> <th>Keterangan</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>$4M(s) + O_2(g) \rightarrow 2MO(s)$</td> <td>Selain Be dan Mg, reaksi tidak memerlukan pemanasan</td> </tr> <tr> <td>$M(s) + O_2(g) \rightarrow MO_2(s)$</td> <td>Ba mudah; Sr dengan tekanan tinggi; Be, Mg, dan Ca tidak dapat berlangsung</td> </tr> <tr> <td>$M(s) + X_2 \rightarrow MX_2(s)$</td> <td>X: F, Cl, Br, dan I.</td> </tr> <tr> <td>$M(s) + S(g) \rightarrow MS(s)$</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>$M(s) + 2H_2O(l) \rightarrow M(OH)_2(aq) + H_2(g)$</td> <td>Be tidak dapat berlangsung, Mg perlu pemanasan</td> </tr> <tr> <td>$3M(s) + N_2(g) \rightarrow M_3N_2(s)$</td> <td>Reaksi berlangsung pada suhu tinggi, Be tidak dapat berlangsung.</td> </tr> <tr> <td>$M(s) + 2H^+(aq) \rightarrow M^{2+}(aq) + H_2(g)$</td> <td>Reaksi cepat berlangsung</td> </tr> <tr> <td>$M(s) + H_2(g) \rightarrow MH_2(s)$</td> <td>Reaksi memerlukan pemanasan, Be dan Mg tidak dapat berlangsung</td> </tr> </tbody> </table>	Reaksi secara umum	Keterangan	$4M(s) + O_2(g) \rightarrow 2MO(s)$	Selain Be dan Mg, reaksi tidak memerlukan pemanasan	$M(s) + O_2(g) \rightarrow MO_2(s)$	Ba mudah; Sr dengan tekanan tinggi; Be, Mg, dan Ca tidak dapat berlangsung	$M(s) + X_2 \rightarrow MX_2(s)$	X: F, Cl, Br, dan I.	$M(s) + S(g) \rightarrow MS(s)$	-	$M(s) + 2H_2O(l) \rightarrow M(OH)_2(aq) + H_2(g)$	Be tidak dapat berlangsung, Mg perlu pemanasan	$3M(s) + N_2(g) \rightarrow M_3N_2(s)$	Reaksi berlangsung pada suhu tinggi, Be tidak dapat berlangsung.	$M(s) + 2H^+(aq) \rightarrow M^{2+}(aq) + H_2(g)$	Reaksi cepat berlangsung	$M(s) + H_2(g) \rightarrow MH_2(s)$	Reaksi memerlukan pemanasan, Be dan Mg tidak dapat berlangsung	<p><i>Claim</i></p>	<p>Seperti halnya logam alkali, unsur-unsur logam alkali tanah merupakan logam yang reaktif. Kereaktifannya semakin bertambah dari Be ke Ba. Be merupakan unsur alkali tanah yang kurang reaktif, bahkan tidak bereaksi dengan air.</p>	Tinggi	<p><i>Claim</i> berdasarkan pada fakta</p>	Sangat bagus	<p><i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik</p>	C-G
		Reaksi secara umum	Keterangan																							
$4M(s) + O_2(g) \rightarrow 2MO(s)$	Selain Be dan Mg, reaksi tidak memerlukan pemanasan																									
$M(s) + O_2(g) \rightarrow MO_2(s)$	Ba mudah; Sr dengan tekanan tinggi; Be, Mg, dan Ca tidak dapat berlangsung																									
$M(s) + X_2 \rightarrow MX_2(s)$	X: F, Cl, Br, dan I.																									
$M(s) + S(g) \rightarrow MS(s)$	-																									
$M(s) + 2H_2O(l) \rightarrow M(OH)_2(aq) + H_2(g)$	Be tidak dapat berlangsung, Mg perlu pemanasan																									
$3M(s) + N_2(g) \rightarrow M_3N_2(s)$	Reaksi berlangsung pada suhu tinggi, Be tidak dapat berlangsung.																									
$M(s) + 2H^+(aq) \rightarrow M^{2+}(aq) + H_2(g)$	Reaksi cepat berlangsung																									
$M(s) + H_2(g) \rightarrow MH_2(s)$	Reaksi memerlukan pemanasan, Be dan Mg tidak dapat berlangsung																									
<p><i>Ground</i></p>	<p>Beberapa reaksi unsur alkali tanah ditunjukkan pada Tabel 3.8.</p>	Tinggi	<p><i>Ground</i> berdasarkan hasil penelitian, hasil observasi, dan data statistik</p>	Sangat bagus	<p><i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi</p>																					
144	<p>1) <i>Reaksi logam alkali tanah dengan air</i> Be tidak bereaksi dengan air, sedangkan logam Mg bereaksi sangat lambat. Ca, Sr, dan Ba bereaksi sangat cepat seperti reaksi antara logam Na dan air. Contoh: $Ca(s) + 2H_2O(l) \rightarrow Ca(OH)_2(aq) + H_2(g)$</p>	<p><i>Claim</i></p>	<p>Be tidak bereaksi dengan air, sedangkan logam Mg bereaksi sangat lambat. Ca, Sr, dan Ba bereaksi sangat cepat seperti reaksi antara logam Na dan air.</p>	Tinggi	<p><i>Claim</i> berdasarkan pada fakta</p>	Sangat bagus	<p><i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik</p>	C-G																		
		<p><i>Ground</i></p>	<p>$Ca(s) + 2H_2O(l) \rightarrow Ca(OH)_2(aq) + H_2(g)$</p>	Sedang	<p><i>Ground</i> yang disajikan dalam bentuk konsep</p>	Sangat bagus	<p><i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi</p>																			
145	<p>2) <i>Reaksi logam alkali tanah dengan halogen</i> Logam alkali tanah (kecuali Be) bereaksi cepat dengan halogen membentuk garam halida. Oleh karena daya polarisasi ion Be^{2+} terhadap pasangan elektron halogen (kecuali F^-), maka $BeCl_2$ berikatan kovalen, sedangkan alkali tanah yang lain berikatan ion. Contoh: $Mg(s) + Cl_2(g) \rightarrow MgCl_2(s)$</p>	<p><i>Claim</i></p>	<p>Logam alkali tanah (kecuali Be) bereaksi cepat dengan halogen membentuk garam halida.</p>	Tinggi	<p><i>Claim</i> berdasarkan pada fakta</p>	Sangat bagus	<p><i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik</p>	C-W-G																		
		<p><i>Warrant</i></p>	<p>Oleh karena daya polarisasi ion Be^{2+} terhadap pasangan elektron halogen (kecuali F^-), maka $BeCl_2$ berikatan kovalen, sedangkan alkali tanah yang lain berikatan ion.</p>	Sedang	<p><i>Warrant</i> berupa pemahaman ilmiah seperti</p>	Sedang	<p><i>Warrant</i> kurang jelas, tetapi ada yang</p>																			

					prinsip dan aturan umum		menghubungkan <i>claim</i> dan <i>ground</i>	
		<i>Ground</i>	$Mg(s) + Cl_2(g) \rightarrow MgCl_2(s)$	Sedang	<i>Ground</i> yang disajikan dalam bentuk konsep	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	
146	3) <i>Reaksi logam alkali tanah dengan oksigen</i> Reaksi logam alkali tanah dengan oksigen akan membentuk oksida (MO). Ba dapat membentuk peroksida (BaO ₂) jika oksigen yang direaksikan berlebihan. $2Mg(s) + O_2(g) \rightarrow 2MgO(s)$ $Ba(s) + O_2(g)_{(berlebihan)} \rightarrow BaO_2(s)$	<i>Claim</i>	Reaksi logam alkali tanah dengan oksigen akan membentuk oksida (MO). Ba dapat membentuk peroksida (BaO ₂) jika oksigen yang direaksikan berlebihan.	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	C-G
		<i>Ground</i>	$2Mg(s) + O_2(g) \rightarrow 2MgO(s)$ $Ba(s) + O_2(g)_{(berlebihan)} \rightarrow BaO_2(s)$	Sedang	<i>Ground</i> yang disajikan dalam bentuk konsep	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	
147	Barium oksida merupakan peroksida yang sangat baik untuk menghasilkan hidrogen peroksida (H ₂ O ₂). Untuk mendapatkan hidrogen peroksida, BaO ₂ direaksikan dengan asam sulfat sehingga BaSO ₄ akan terpisah sebagai endapan. $BaO_2(s) + H_2SO_4(aq) \rightarrow BaSO_4(s) + H_2O_2(l)$	<i>Claim</i>	Barium oksida merupakan peroksida yang sangat baik untuk menghasilkan hidrogen peroksida (H ₂ O ₂). Untuk mendapatkan hidrogen peroksida, BaO ₂ direaksikan dengan asam sulfat sehingga BaSO ₄ akan terpisah sebagai endapan.	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	C-G
		<i>Ground</i>	$BaO_2(s) + H_2SO_4(aq) \rightarrow BaSO_4(s) + H_2O_2(l)$	Sedang	<i>Ground</i> yang disajikan dalam bentuk konsep	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	
148	Pembakaran magnesium di udara dengan oksigen terbatas pada suhu tinggi akan menghasilkan magnesium nitrida (Mg ₃ N ₂). $4Mg(s) + \frac{1}{2}O_2(g) + N_2(g) \rightarrow MgO(s) + Mg_3N_2(s)$ (udara)	<i>Claim</i>	Pembakaran magnesium di udara dengan oksigen terbatas pada suhu tinggi akan menghasilkan magnesium nitrida (Mg ₃ N ₂).	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	C-G
		<i>Ground</i>	$4Mg(s) + \frac{1}{2}O_2(g) + N_2(g) \rightarrow MgO(s) + Mg_3N_2(s)$ (udara)	Sedang	<i>Ground</i> yang disajikan dalam bentuk konsep	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	
149	Jika Mg ₃ N ₂ direaksikan dengan air, akan didapatkan gas NH ₃ . $Mg_3N_2(s) + 6H_2O(l) \rightarrow 3Mg(OH)_2(s) + 2NH_3(g)$	<i>Claim</i>	Jika Mg ₃ N ₂ direaksikan dengan air, akan didapatkan gas NH ₃ .	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	C-G


		<i>Ground</i>	$Mg_3N_2(s) + 6H_2O(l) \rightarrow 3Mg(OH)_2(s) + 2NH_3(g)$	Sedang	<i>Ground</i> yang disajikan dalam bentuk konsep	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	
150	4) <i>Warna nyala</i> Seperti halnya logam alkali, logam alkali tanah juga memberikan warna nyala yang khas. Warna nyala senyawa logam alkali tanah ini dapat digunakan untuk identifikasi awal adanya logam alkali tanah dalam suatu bahan. Be dan Mg memberikan warna spektrum pada daerah gelombang elektromagnet sehingga pada pembakaran magnesium hanya akan menimbulkan warna nyala yang sangat terang, Ca memberikan warna merah jingga, Sr merah ungu, dan Ba kuning kehijauan.	<i>Claim</i>	Seperti halnya logam alkali, logam alkali tanah juga memberikan warna nyala yang khas. Warna nyala senyawa logam alkali tanah ini dapat digunakan untuk identifikasi awal adanya logam alkali tanah dalam suatu bahan.	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	C-G
		<i>Ground</i>	Be dan Mg memberikan warna spektrum pada daerah gelombang elektromagnet sehingga pada pembakaran magnesium hanya akan menimbulkan warna nyala yang sangat terang, Ca memberikan warna merah jingga, Sr merah ungu, dan Ba kuning kehijauan.	Tinggi	<i>Ground</i> berdasarkan hasil penelitian, hasil observasi, dan data statistik	Bagus	<i>Ground</i> dari argumen mudah diidentifikasi, namun perlu klarifikasi	
151	3. Senyawa-senyawa Logam Alkali Tanah a. Oksida dan hidroksida logam alkali tanah Semua oksida logam alkali tanah dalam air akan membentuk hidroksida yang bersifat basa, kecuali BeO yang bersifat amfoter. $CaO(s) + H_2O(l) \rightarrow Ca(OH)_2(aq)$ Reaksi oksida logam alkali tanah dengan air merupakan reaksi eksoterm, dan semakin ke bawah, semakin besar energi yang dihasilkan. MgO bereaksi lambat, sedangkan CaO (kapur tohor) bereaksi kuat dan menghasilkan panas yang tinggi. Sementara itu, BaO yang direaksikan dengan air akan kelihatan membara	<i>Claim</i>	Semua oksida logam alkali tanah dalam air akan membentuk hidroksida yang bersifat basa, kecuali BeO yang bersifat amfoter.	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Bagus	<i>Claim</i> dituliskan secara jelas namun masih perlu diklarifikasi	C-G-W-B
		<i>Ground</i>	$CaO(s) + H_2O(l) \rightarrow Ca(OH)_2(aq)$	Sedang	<i>Ground</i> yang disajikan dalam bentuk konsep	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	
		<i>Warrant</i>	Reaksi oksida logam alkali tanah dengan air merupakan reaksi eksoterm, dan semakin ke bawah, semakin besar energi yang dihasilkan	Sedang	<i>Warrant</i> berupa pemahaman ilmiah seperti prinsip dan aturan umum	Bagus	<i>Warrant</i> jelas dan dapat diidentifikasi, tetapi masih perlu klarifikasi	
		<i>Backing</i>	MgO bereaksi lambat, sedangkan CaO (kapur tohor) bereaksi kuat dan menghasilkan panas yang tinggi. Sementara itu, BaO yang direaksikan dengan air akan kelihatan membara	Sedang	<i>Backing</i> berupa pemahaman ilmiah seperti prinsip dan aturan umum	Bagus	<i>Backing</i> mendukung <i>warrant</i> , tetapi masih perlu klarifikasi	
152	Kelarutan hidroksida alkali tanah dari Mg ke Ba semakin besar. Hal ini disebabkan oleh jari-jari ion M^{2+} yang semakin besar, mengakibatkan turunnya energi hidrasi sehingga kelarutannya semakin besar. Urutan kelarutan hidroksida	<i>Claim</i>	Kelarutan hidroksida alkali tanah dari Mg ke Ba semakin besar.	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi	C-W-G

	alkali tanah adalah sebagai berikut. $Mg(OH)_2 < Ca(OH)_2 < Sr(OH)_2 < Ba(OH)_2$						dan dituliskan dengan baik	
		<i>Warrant</i>	Hal ini disebabkan oleh jari-jari ion M^{2+} yang semakin besar, mengakibatkan turunnya energi hidrasi sehingga kelarutannya semakin besar.	Sedang	<i>Warrant</i> berupa pemahaman ilmiah seperti prinsip dan aturan umum	Bagus	<i>Warrant</i> jelas dan dapat diidentifikasi, tetapi masih perlu klarifikasi	
		<i>Ground</i>	Urutan kelarutan hidroksida alkali tanah adalah sebagai berikut. $Mg(OH)_2 < Ca(OH)_2 < Sr(OH)_2 < Ba(OH)_2$	Tinggi	<i>Ground</i> berdasarkan hasil penelitian, hasil observasi, dan data statistik	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	
153	Meskipun $Mg(OH)_2$ sukar larut, tetapi karena $Mg(OH)_2$ dalam larutan mengalami ionisasi sempurna, maka $Mg(OH)_2$ dikelompokkan ke dalam basa yang kekuatannya sedang atau kuat; sedangkan $Ca(OH)_2$, $Sr(OH)_2$, dan $Ba(OH)_2$ dikelompokkan sebagai basa kuat. Senyawa $Be(OH)_2$ dapat larut dalam basa kuat membentuk ion berilat $[Be(OH)_4]^{2-}$. Hal ini menunjukkan sifat amfoter dari berilium. Larutan garam berilium dalam air bersifat asam karena adanya hidrolisis.	<i>Ground</i>	Meskipun $Mg(OH)_2$ sukar larut, tetapi karena $Mg(OH)_2$ dalam larutan mengalami ionisasi sempurna	Tinggi	<i>Ground</i> berdasarkan hasil penelitian, hasil observasi, dan data statistik	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	G-C
		<i>Claim</i>	$Mg(OH)_2$ dikelompokkan ke dalam basa yang kekuatannya sedang atau kuat; sedangkan $Ca(OH)_2$, $Sr(OH)_2$, dan $Ba(OH)_2$ dikelompokkan sebagai basa kuat. Senyawa $Be(OH)_2$ dapat larut dalam basa kuat membentuk ion berilat $[Be(OH)_4]^{2-}$.	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Bagus	<i>Claim</i> dituliskan secara jelas namun masih perlu diklarifikasi	
154	Senyawa MgO dikenal sebagai bata tahan api karena tidak terurai pada suhu tinggi, sedangkan CaO dikenal sebagai kapur dan digunakan sebagai bahan bangunan karena kemampuannya melakukan hidrasi (menyerap air). $Ba(OH)_2$ dikenal dengan air barit yang dapat digunakan untuk identifikasi adanya gas CO_2 (dapat digunakan untuk membuktikan adanya gas CO_2). $Ba(OH)_2(aq) + CO_2(g) \rightarrow BaCO_3(s) + H_2O(l)$ Adanya endapan (keruh) menunjukkan bahwa gas yang mengenai air barit mengandung CO_2 .	<i>Claim</i>	$Ba(OH)_2$ dikenal dengan air barit yang dapat digunakan untuk identifikasi adanya gas CO_2 (dapat digunakan untuk membuktikan adanya gas CO_2).	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	C-G-W
		<i>Ground</i>	$Ba(OH)_2(aq) + CO_2(g) \rightarrow BaCO_3(s) + H_2O(l)$	Sedang	<i>Ground</i> yang disajikan dalam bentuk konsep	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	
		<i>Warrant</i>	Adanya endapan (keruh) menunjukkan bahwa gas yang mengenai air barit mengandung CO_2 .	Sedang	<i>Warrant</i> berupa pemahaman ilmiah seperti prinsip dan	Sangat bagus	<i>Warrant</i> tertulis dengan baik, mudah diidentifikasi, dan	

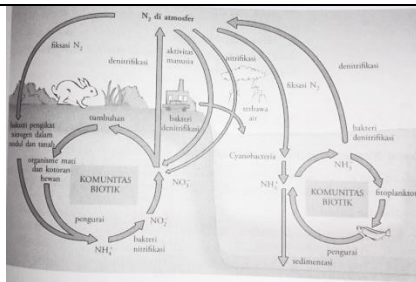
					aturan umum		menghubungkan <i>claim</i> dan <i>ground</i> .																																				
155	<p>b. Halida alkali tanah</p> <p>Senyawa BeX_2 merupakan senyawa halida yang berikatan kovalen dan dapat membentuk polimer (molekul gabungan) yang sangat besar. Senyawa halida logam alkali tanah yang lain merupakan senyawa ion yang mempunyai kemampuan untuk menarik air (higroskopis). CaCl_2 digunakan untuk memurnikan alkohol karena dapat menarik seluruh air yang terlarut di dalam alkohol. Semua garam halida dari alkali tanah mudah larut dalam air.</p>	<i>Claim</i>	Senyawa BeX_2 merupakan senyawa halida yang berikatan kovalen dan dapat membentuk polimer (molekul gabungan) yang sangat besar. Senyawa halida logam alkali tanah yang lain merupakan senyawa ion yang mempunyai kemampuan untuk menarik air (higroskopis).	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	C-G																																			
		<i>Ground</i>	CaCl_2 digunakan untuk memurnikan alkohol karena dapat menarik seluruh air yang terlarut di dalam alkohol.	Tinggi	<i>Ground</i> berdasarkan hasil penelitian, hasil observasi, dan data statistik	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi																																				
156	<p>c. Kelarutan senyawa alkali tanah</p> <p>Untuk memahami kelarutan senyawa-senyawa alkali tanah, lakukan kegiatan 3.4 berikut ini.</p> <p>Eksperimen di atas menunjukkan bahwa garam-garam sulfat, kromat, oksalat, dan karbonat dari alkali tanah merupakan garam yang sukar larut dalam air. Keteraturan sifat kelarutan garam alkali tanah dari Mg ke Ba dapat digunakan untuk identifikasi adanya ion alkali tanah dalam suatu larutan. Selain dapat digunakan untuk identifikasi, perbedaan kelarutan dapat dimanfaatkan untuk memisahkan campuran ion-ion alkali tanah di dalam suatu larutan. Beberapa nilai hasil kali kelarutan (K_{sp}) garam alkali tanah terdapat pada Tabel 3.9 berikut.</p> <p>Tabel 3.9 Nilai hasil kali kelarutan garam alkali tanah</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Kation</th> <th colspan="5">Hasil kali kelarutan (K_{sp})</th> </tr> <tr> <th>MCO_3</th> <th>MCrO_4</th> <th>MSO_4</th> <th>MC_2O_4</th> <th>M(OH)_2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mg^{2+}</td> <td>3×10^{-5}</td> <td>Besar</td> <td>Besar</td> <td>9×10^{-5}</td> <td>1×10^{-11}</td> </tr> <tr> <td>Ca^{2+}</td> <td>5×10^{-9}</td> <td>$7,1 \times 10^{-4}$</td> <td>6×10^{-5}</td> <td>2×10^{-9}</td> <td>$3,7 \times 10^{-6}$</td> </tr> <tr> <td>Sr^{2+}</td> <td>2×10^{-9}</td> <td>$2,2 \times 10^{-5}$</td> <td>3×10^{-7}</td> <td>6×10^{-8}</td> <td>$1,2 \times 10^{-4}$</td> </tr> <tr> <td>Ba^{2+}</td> <td>7×10^{-9}</td> <td>$1,2 \times 10^{-10}$</td> <td>1×10^{-10}</td> <td>2×10^{-7}</td> <td>5×10^{-2}</td> </tr> </tbody> </table> <p>Data kelarutan setiap senyawa tersebut dapat digunakan sebagai dasar pemisahan campuran ion alkali tanah dalam suatu larutan.</p> <p>Identifikasi jenis ion alkali tanah dalam larutan dapat dilakukan dengan cara</p>	Kation	Hasil kali kelarutan (K_{sp})					MCO_3	MCrO_4	MSO_4	MC_2O_4	M(OH)_2	Mg^{2+}	3×10^{-5}	Besar	Besar	9×10^{-5}	1×10^{-11}	Ca^{2+}	5×10^{-9}	$7,1 \times 10^{-4}$	6×10^{-5}	2×10^{-9}	$3,7 \times 10^{-6}$	Sr^{2+}	2×10^{-9}	$2,2 \times 10^{-5}$	3×10^{-7}	6×10^{-8}	$1,2 \times 10^{-4}$	Ba^{2+}	7×10^{-9}	$1,2 \times 10^{-10}$	1×10^{-10}	2×10^{-7}	5×10^{-2}	<i>Claim</i>	Keteraturan sifat kelarutan garam alkali tanah dari Mg ke Ba dapat digunakan untuk identifikasi adanya ion alkali tanah dalam suatu larutan. Selain dapat digunakan untuk identifikasi, perbedaan kelarutan dapat dimanfaatkan untuk memisahkan campuran ion-ion alkali tanah di dalam suatu larutan.	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	C-G-W-B
			Kation	Hasil kali kelarutan (K_{sp})																																							
		MCO_3		MCrO_4	MSO_4	MC_2O_4	M(OH)_2																																				
Mg^{2+}	3×10^{-5}	Besar	Besar	9×10^{-5}	1×10^{-11}																																						
Ca^{2+}	5×10^{-9}	$7,1 \times 10^{-4}$	6×10^{-5}	2×10^{-9}	$3,7 \times 10^{-6}$																																						
Sr^{2+}	2×10^{-9}	$2,2 \times 10^{-5}$	3×10^{-7}	6×10^{-8}	$1,2 \times 10^{-4}$																																						
Ba^{2+}	7×10^{-9}	$1,2 \times 10^{-10}$	1×10^{-10}	2×10^{-7}	5×10^{-2}																																						
<i>Ground</i>	Beberapa nilai hasil kali kelarutan (K_{sp}) garam alkali tanah terdapat pada Tabel 3.9 berikut.	Tinggi	<i>Ground</i> berdasarkan hasil penelitian, hasil observasi, dan data statistik	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi																																						
<i>Warrant</i>	Data kelarutan setiap senyawa tersebut dapat digunakan sebagai dasar pemisahan campuran ion alkali tanah dalam suatu larutan.	Sedang	<i>Warrant</i> berupa pemahaman ilmiah seperti prinsip dan aturan umum	Sangat bagus	<i>Warrant</i> tertulis dengan baik, mudah diidentifikasi, dan menghubungkan <i>claim</i> dan <i>ground</i> .																																						

	mereaksikannya dengan pereaksi-pereaksi tertentu.	<i>Backing</i>	Identifikasi jenis ion alkali tanah dalam larutan dapat dilakukan dengan cara mereaksikannya dengan pereaksi-pereaksi tertentu.	Sedang	<i>Backing</i> berupa pemahaman ilmiah seperti prinsip dan aturan umum	Bagus	<i>Backing</i> mendukung <i>warrant</i> , tetapi masih perlu klarifikasi	
157	4. Pemisahan Logam Alkali Tanah dan Kegunaannya a. Berilium Berilium diperoleh dari reduksi BeCl_2 dengan logam Ca atau Mg. Reaksi yang terjadi adalah: $\text{BeCl}_2(s) + \text{Ca}(s) \rightarrow \text{Be}(s) + \text{CaCl}_2(s)$	<i>Claim</i>	Berilium diperoleh dari reduksi BeCl_2 dengan logam Ca atau Mg.	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	C-G
		<i>Ground</i>	Reaksi yang terjadi adalah: $\text{BeCl}_2(s) + \text{Ca}(s) \rightarrow \text{Be}(s) + \text{CaCl}_2(s)$	Sedang	<i>Ground</i> yang disajikan dalam bentuk konsep	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	
158	Berilium digunakan sebagai logam paduan dengan tembaga untuk membuat pegas yang tahan karat. Kerapatan elektron dalam logam berilium sangat tinggi sehingga mempunyai daya serap yang tinggi terhadap radiasi. Sifat ini dimanfaatkan sebagai peralatan sinar X dan penghambat neutron pada reaksi nuklir.	<i>Ground</i>	Kerapatan elektron dalam logam berilium sangat tinggi sehingga mempunyai daya serap yang tinggi terhadap radiasi	Tinggi	<i>Ground</i> berdasarkan hasil penelitian, hasil observasi, dan data statistik	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	G-C
		<i>Claim</i>	Sifat ini dimanfaatkan sebagai peralatan sinar X dan penghambat neutron pada reaksi nuklir.	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	
159	b. Magnesium Logam magnesium dipisahkan melalui elektrolisis lelehan Mg-Cl_2 yang dicampur dengan sedikit CaCl_2 dan NaCl untuk menurunkan titik lelehnya. Cara yang saat ini banyak dikembangkan adalah reduksi bolomit yang dikalsinasi (MgO.CaO) dengan ferosilikon (FeSi) pada suhu tinggi. $\text{CaO.MgO} + \text{FeSi} \rightarrow \text{Mg} + \text{Silikat Ca dan Fe}$	<i>Claim</i>	Cara yang saat ini banyak dikembangkan adalah reduksi bolomit yang dikalsinasi (MgO.CaO) dengan ferosilikon (FeSi) pada suhu tinggi.	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	C-G
		<i>Ground</i>	$\text{CaO.MgO} + \text{FeSi} \rightarrow \text{Mg} + \text{Silikat Ca dan Fe}$	Sedang	<i>Ground</i> yang disajikan dalam bentuk konsep	Bagus	<i>Ground</i> dari argumen mudah diidentifikasi, namun perlu klarifikasi	
160	atau pemanasan MgO dengan batu bara pada suhu 2.000°C $\text{MgO} + \text{C} \rightarrow \text{Mg} + \text{CO}$	<i>Claim</i>	atau pemanasan MgO dengan batu bara pada suhu 2.000°C	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan	C-G

							dengan baik	
		<i>Ground</i>	$MgO + C \rightarrow Mg + CO$	Sedang	<i>Ground</i> yang disajikan dalam bentuk konsep	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	
161	Magnesium merupakan logam yang berwarna abu-abu mengilap, ringan dan rapuh, sebenarnya mudah mengalami korosi, tetapi lapisan oksidanya akan melindungi logam di dalamnya. Logam magnesium digunakan sebagai logam paduan magnalium yang mengandung 90% Mg serta 10% Al dan Cu. Magnalium merupakan bahan yang ringan dan kuat, yang digunakan untuk konstruksi (chasis) pesawat terbang. Nyalanya yang terang jika terbakar, dimanfaatkan untuk lampu kilat pada fotografi. Senyawa magnesium, misalnya $MgSO_4$ dikenal sebagai garam inggris dan digunakan untuk obat pencahar. Senyawa $Mg(OH)_2$ dikenal sebagai bubuk magnesia yang digunakan sebagai obat antasid (obat maag). Magnesium juga terdapat sebagai ion logam yang penting dalam klorofil.	<i>Ground</i>	Logam magnesium digunakan sebagai logam paduan magnalium yang mengandung 90% Mg serta 10% Al dan Cu.	Tinggi	<i>Ground</i> berdasarkan hasil penelitian, hasil observasi, dan data statistik	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	G-C
		<i>Claim</i>	Magnalium merupakan bahan yang ringan dan kuat, yang digunakan untuk konstruksi (chasis) pesawat terbang. Nyalanya yang terang jika terbakar, dimanfaatkan untuk lampu kilat pada fotografi.	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	
162	c. Kalsium, Stronsium, dan Barium Kalsium, stronsium, dan barium hanya dibuat dalam jumlah yang sedikit dan diperoleh melalui reduksi halidanya dengan logam Na. $CaCl_2(l) + 2Na(s) \rightarrow Ca(l) + 2NaCl(l)$	<i>Claim</i>	Kalsium, stronsium, dan barium hanya dibuat dalam jumlah yang sedikit dan diperoleh melalui reduksi halidanya dengan logam Na.	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	C-G
		<i>Ground</i>	$CaCl_2(l) + 2Na(s) \rightarrow Ca(l) + 2NaCl(l)$	Sedang	<i>Ground</i> yang disajikan dalam bentuk konsep	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	
163	Kalsium dalam bentuk logamnya jarang digunakan, tetapi dalam bentuk senyawanya banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari. CaO dikenal sebagai kapur tohor dan digunakan untuk menyerap air karena sifatnya yang higroskopis. Senyawa CaO dibuat dengan memanaskan batu kapur, yaitu $CaCO_3$. $CaCO_3(s) \rightarrow CaO(s) + CO_2(g)$	<i>Claim</i>	Kalsium dalam bentuk logamnya jarang digunakan, tetapi dalam bentuk senyawanya banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari. CaO dikenal sebagai kapur tohor dan digunakan untuk menyerap air karena sifatnya yang higroskopis. Senyawa CaO dibuat dengan memanaskan batu kapur, yaitu $CaCO_3$.	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Bagus	<i>Claim</i> dituliskan secara jelas namun masih perlu diklarifikasi	C-G
		<i>Ground</i>	$CaCO_3(s) \rightarrow CaO(s) + CO_2(g)$	Sedang	<i>Ground</i> yang disajikan dalam bentuk konsep	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	

164	<p>Senyawa CaO dapat menyerap air membentuk $\text{Ca}(\text{OH})_2$ yang merupakan basa kuat dan banyak digunakan dalam industri untuk menetralkan keasaman, misalnya menetralkan keasaman tanah dan air limbah. Senyawa $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ dikenal sebagai bubuk gips yang biasa digunakan untuk bahan cetakan dan pelindung patah tulang. Kalsium karbida (CaC_2) dikenal dengan nama dagang karbid dan dibuat dengan memanaskan CaO dengan karbon pada suhu tinggi.</p> $\text{CaO}(s) + 3\text{C}(s) \rightarrow \text{CaC}_2(s) + \text{CO}(g)$  <p>Gambar 3.9 Gas karbid banyak digunakan untuk mempercepat pematangan buah pisang.</p>	<i>Claim</i>	Kalsium karbida (CaC_2) dikenal dengan nama dagang karbid dan dibuat dengan memanaskan CaO dengan karbon pada suhu tinggi.	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	C-G
		<i>Ground</i>	$\text{CaO}(s) + 3\text{C}(s) \rightarrow \text{CaC}_2(s) + \text{CO}(g)$	Sedang	<i>Ground</i> yang disajikan dalam bentuk konsep	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	
165	<p>Jika kalsium karbida direaksikan dengan air akan dihasilkan gas asetilena (gas karbid) yang dimanfaatkan untuk proses pengelasan.</p> $\text{CaC}_2(s) + 2\text{H}_2\text{O}(l) \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2(s) + \text{C}_2\text{H}_2(g)$	<i>Claim</i>	Jika kalsium karbida direaksikan dengan air akan dihasilkan gas asetilena (gas karbid) yang dimanfaatkan untuk proses pengelasan.	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	C-G
		<i>Ground</i>	$\text{CaC}_2(s) + 2\text{H}_2\text{O}(l) \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2(s) + \text{C}_2\text{H}_2(g)$	Sedang	<i>Ground</i> yang disajikan dalam bentuk konsep	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	
166	<p>Senyawa barium yang banyak digunakan adalah BaSO_4. Umumnya senyawa ini digunakan sebagai bahan cat berwarna putih. Senyawa BaSO_4 diserap oleh usus dalam jumlah yang sangat sedikit karena kelarutannya yang sangat rendah. Sifat ini dimanfaatkan untuk proses pemotretan sinar X dalam rongga usus agar memberikan visualisasi yang jelas pada organ pencernaan.</p>	<i>Claim</i>	Senyawa barium yang banyak digunakan adalah BaSO_4 .	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	C-G-W
		<i>Ground</i>	Senyawa BaSO_4 diserap oleh usus dalam jumlah yang sangat sedikit karena kelarutannya yang sangat rendah.	Tinggi	<i>Ground</i> berdasarkan hasil penelitian, hasil observasi, dan data statistik	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	
		<i>Warrant</i>	Sifat ini dimanfaatkan untuk proses pemotretan sinar X dalam rongga usus agar memberikan visualisasi yang jelas pada organ pencernaan.	Sedang	<i>Warrant</i> berupa pemahaman ilmiah seperti prinsip dan	Sangat bagus	<i>Warrant</i> tertulis dengan baik, mudah diidentifikasi, dan	

					aturan umum		menghubungkan <i>claim</i> dan <i>ground</i> .	
BAB IV NITROGEN DAN OKSIGEN								
167	<p>Tuhan Maha Besar menciptakan udara yang terdiri atas berbagai macam gas. Komposisi terbesarnya merupakan gas nitrogen ($\pm 78\%$) dan oksigen ($\pm 20\%$), sisanya merupakan campuran dari beberapa gas. Dengan kadar nitrogen dan oksigen yang sedemikian rupa, bumi telah menjadi tempat hidup yang nyaman bagi makhluk hidup.</p> <p>Selain terdapat di udara, nitrogen dan oksigen juga terdapat sebagai senyawa di dalam tubuh makhluk hidup, misalnya asam amino. Keduanya juga terdapat di tanah dalam bentuk senyawa nitrit dan nitrat. Selain berikatan dengan nitrogen, oksigen umumnya dapat berikatan dengan unsur lain membentuk berbagai senyawa oksida. Di alam senyawa-senyawa ini dapat ditemukan pada berbagai mineral dan bebatuan.</p> <p>Pada bab ini akan dibahas dua jenis unsur golongan utama, yaitu nitrogen dan oksigen. Adapun pembahasannya meliputi keberadaan, sifat-sifat, serta kegunaan dari unsur dan senyawanya bagi manusia.</p>	<i>Ground</i>	Komposisi terbesarnya merupakan gas nitrogen ($\pm 78\%$) dan oksigen ($\pm 20\%$), sisanya merupakan campuran dari beberapa gas.	Tinggi	<i>Ground</i> berdasarkan hasil penelitian, hasil observasi, dan data statistik	Bagus	<i>Ground</i> dari argumen mudah diidentifikasi, namun perlu klarifikasi	G-C
		<i>Claim</i>	Dengan kadar nitrogen dan oksigen yang sedemikian rupa, bumi telah menjadi tempat hidup yang nyaman bagi makhluk hidup.	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	
168	<p>A. Nitrogen</p> <p>1. Keberadaan Nitrogen</p> <p>Nitrogen terdapat bebas di udara dengan kadar 78%. Selain itu, nitrogen juga terdapat dalam bentuk senyawa nitrat, misalnya dalam sendawa (KNO_3) dan sendawa Chili (NaNO_3). Di udara juga terdapat gas oksida nitrogen (NO_x) sebagai hasil reaksi antara nitrogen dan oksigen pada suhu tinggi.</p>	<i>Ground</i>	Nitrogen terdapat bebas di udara dengan kadar 78%.	Tinggi	<i>Ground</i> berdasarkan hasil penelitian, hasil observasi, dan data statistik	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	G-W-C
		<i>Warrant</i>	Gambar 4.1 Siklus nitrogen di alam	Sedang	<i>Warrant</i> berupa pemahaman ilmiah seperti prinsip dan aturan umum	Sangat bagus	<i>Warrant</i> tertulis dengan baik, mudah diidentifikasi, dan menghubungkan <i>claim</i> dan <i>ground</i> .	



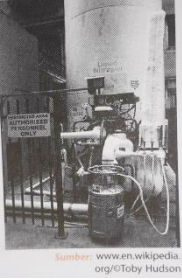
Gambar 4.1 Siklus nitrogen di alam

Siklus nitrogen pada gambar 4.1 menunjukkan bahwa nitrogen terdapat di udara sebagai unsur bebas N_2 dan terdapat di dalam tanah dan perairan sebagai senyawa nitrat (NO_3^-), nitrit (NO_2^-), dan amonium (NH_4^+).

		<i>Claim</i>	Siklus nitrogen pada gambar 4.1 menunjukkan bahwa nitrogen terdapat di udara sebagai unsur bebas N_2 dan terdapat di dalam tanah dan perairan sebagai senyawa nitrat (NO_3^-), nitrit (NO_2^-), dan amonium (NH_4^+).	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	
169	<p>Nitrogen di udara dapat berubah menjadi senyawa nitrat, nitrit, dan amonium melalui berbagai cara berikut.</p> <ol style="list-style-type: none"> Terjadinya reaksi antara N_2 dan O_2 di udara akibat adanya kilat atau suhu tinggi (letusan gunung berapi dan pembakaran bahan bakar), membentuk oksida nitrogen (NO), yang selanjutnya menjadi NO_2 dan bereaksi dengan air membentuk ion NO_2^- atau HNO_2 serta NO_3^- atau HNO_3; dan selanjutnya masuk ke dalam tanah. Fiksasi (penangkapan langsung) N_2 oleh berbagai bakteri akan mengubah molekul tersebut menjadi senyawa asam amino yang kemudian diserap tanaman. Tanaman selanjutnya akan dimakan hewan dan ketika hewan atau tanaman tersebut mati, protein akan diuraikan oleh bakteri pengurai menjadi amonia (NH_3) yang larut dalam air membentuk amonium (NH_4^+). Selanjutnya, oleh bakteri denitrifikasi, senyawa tersebut diubah menjadi senyawa nitrit (NO_2^-) dan kemudian diubah menjadi senyawa nitrat (NO_3^-) dan kemudian berubah menjadi nitrat (NO_3^-) Gas N_2 di udara ditangkap oleh bakteri Rhizobium dan diubah menjadi senyawa nitrat yang larut dalam air (tanah). Sementara itu, senyawa nitrogen (nitrit, nitrat, dan amonium) akan berubah kembali menjadi N_2 di udara melalui proses denitrifikasi yang dilakukan oleh bakteri yang ada di dalam tanah atau air. 	<i>Claim</i>	Nitrogen di udara dapat berubah menjadi senyawa nitrat, nitrit, dan amonium melalui berbagai cara berikut.	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	C-G
		<i>Ground</i>	<ol style="list-style-type: none"> Terjadinya reaksi antara N_2 dan O_2 di udara akibat adanya kilat atau suhu tinggi (letusan gunung berapi dan pembakaran bahan bakar), membentuk oksida nitrogen (NO), yang selanjutnya menjadi NO_2 dan bereaksi dengan air membentuk ion NO_2^- atau HNO_2 serta NO_3^- atau HNO_3; dan selanjutnya masuk ke dalam tanah. Fiksasi (penangkapan langsung) N_2 oleh berbagai bakteri akan mengubah molekul tersebut menjadi senyawa asam amino yang kemudian diserap tanaman. Tanaman selanjutnya akan dimakan hewan dan ketika hewan atau tanaman tersebut mati, protein akan diuraikan oleh bakteri pengurai menjadi amonia (NH_3) yang larut dalam air membentuk amonium (NH_4^+). Selanjutnya, oleh bakteri 	Tinggi	<i>Ground</i> berdasarkan hasil penelitian, hasil observasi, dan data statistik	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	

			<p>denitrifikasi, senyawa tersebut diubah menjadi senyawa nitrit (NO_2^-) dan kemudian diubah menjadi senyawa nitrit (NO_2^-) dan kemudian berubah menjadi nitrat (NO_3^-)</p> <p>c. Gas N_2 di udara ditangkap oleh bakteri Rhizobium dan diubah menjadi senyawa nitrat yang larut dalam air (tanah). Sementara itu, senyawa nitrogen (nitrit, nitrat, dan amonium) akan berubah kembali menjadi N_2 di udara melalui proses denitrifikasi yang dilakukan oleh bakteri yang ada di dalam tanah atau air.</p>					
170	<p>2. Sifat-sifat Nitrogen Untuk mengawali pemahaman sifat gas nitrogen, lakukan Kegiatan 4.1 berikut.</p> <p>a. Sifat fisis Nitrogen merupakan gas yang tidak berbau dan tidak berwarna. Titik leleh nitrogen sebesar -210°C, sedangkan titik didihnya sebesar -195°C. Massa jenis gas nitrogen (N_2) adalah $0,001145 \text{ g/mL}$.</p> <p>b. Sifat kimia</p> <p>1) Nitrogen merupakan unsur yang stabil (kurang reaktif). Dalam keadaan bebas, nitrogen merupakan molekul diatomik dengan ikatan kovalen rangkap 3.</p> <p style="text-align: center;"> $\cdot\ddot{\text{N}}\cdot + \cdot\ddot{\text{N}}\cdot \rightarrow \text{:}\ddot{\text{N}}\text{:}::\ddot{\text{N}}\text{:}$ atau $\text{:}\text{N}\equiv\text{N}\text{:}$ </p> <p>Kestabilan molekul nitrogen didukung oleh besarnya energi disosiasi ikatan.</p> <p style="text-align: center;">$\text{N}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{N}(\text{g}) \quad \Delta H = +944 \text{ kJ/mol}$</p>	<p><i>Claim</i> Nitrogen merupakan unsur yang stabil (kurang reaktif).</p>	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	C-W-G	
		<p><i>Warrant</i> Dalam keadaan bebas, nitrogen merupakan molekul diatomik dengan ikatan kovalen rangkap 3.</p>	Sedang	<i>Warrant</i> berupa pemahaman ilmiah seperti prinsip dan aturan umum	Sangat bagus	<i>Warrant</i> tertulis dengan baik, mudah diidentifikasi, dan menghubungkan <i>claim</i> dan <i>ground</i> .		
		<p><i>Ground</i> Kestabilan molekul nitrogen didukung oleh besarnya energi disosiasi ikatan.</p> <p style="text-align: center;">$\text{N}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{N}(\text{g}) \quad \Delta H = +944 \text{ kJ/mol}$</p>	Tinggi	<i>Ground</i> berdasarkan hasil penelitian, hasil observasi, dan data statistik	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi		
171	<p>2) Pada suhu rendah, nitrogen sukar bereaksi dengan unsur lain, hanya logam litium yang dapat bereaksi dengan nitrogen.</p> <p style="text-align: center;">$\text{N}_2(\text{g}) + 6\text{Li}(\text{s}) \rightarrow 2\text{Li}_3\text{N}(\text{s})$</p>	<p><i>Claim</i> Pada suhu rendah, nitrogen sukar bereaksi dengan unsur lain, hanya logam litium yang dapat bereaksi dengan nitrogen.</p>	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	C-G	

		<i>Ground</i>	$N_2(g) + 6Li(s) \rightarrow 2Li_3N(s)$	Sedang	<i>Ground</i> yang disajikan dalam bentuk konsep	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	
172	3) Pada suhu tinggi, dapat bereaksi dengan beberapa logam alkali dan alkali tanah Contoh: $6Mg(s) + 2N_2(g) \rightarrow 2Mg_3N_2(s)$ $6Ca(s) + 2N_2(g) \rightarrow 2Ca_3N_2(s)$	<i>Claim</i>	Pada suhu tinggi, dapat bereaksi dengan beberapa logam alkali dan alkali tanah	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	C-G
		<i>Ground</i>	Contoh: $6Mg(s) + 2N_2(g) \rightarrow 2Mg_3N_2(s)$ $6Ca(s) + 2N_2(g) \rightarrow 2Ca_3N_2(s)$	Sedang	<i>Ground</i> yang disajikan dalam bentuk konsep	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	
173	3) Pada suhu tinggi, dapat bereaksi dengan unsur nonlogam, misalnya oksigen dan hidrogen. Contoh: $N_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2NO(g)$ $N_2(g) + 3H_2(g) \rightarrow 2NH_3(g)$	<i>Claim</i>	Pada suhu tinggi, dapat bereaksi dengan unsur nonlogam, misalnya oksigen dan hidrogen.	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	C-G
		<i>Ground</i>	Contoh: $N_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2NO(g)$ $N_2(g) + 3H_2(g) \rightarrow 2NH_3(g)$	Sedang	<i>Ground</i> yang disajikan dalam bentuk konsep	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	
174	3. Cara Memperoleh Nitrogen a. Di laboratorium Untuk mendapatkan gas nitrogen murni dalam jumlah sedikit, dapat dilakukan reaksi di laboratorium. Beberapa reaksi yang menghasilkan nitrogen, antara lain sebagai berikut. 1) $3CuO(s) + 2NH_3(g) \rightarrow 3Cu(s) + 3H_2O(l) + N_2(g)$ 2) $NaNO_2(s) + NH_4Cl(s) \rightarrow NaCl(s) + 2H_2O(l) + N_2(g)$ 3) $(NH_4)_2Cr_2O_7(s) \xrightarrow{panas} Cr_2O_3(s) + 4H_2O(l) + N_2(g)$ 4) $2NH_4NO_3(s) \xrightarrow{panas} 4H_2O(l) + O_2(g) + 2N_2(g)$	<i>Claim</i>	Untuk mendapatkan gas nitrogen murni dalam jumlah sedikit, dapat dilakukan reaksi di laboratorium.	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	C-G
		<i>Ground</i>	Beberapa reaksi yang menghasilkan nitrogen, antara lain sebagai berikut. 1) $3CuO(s) + 2NH_3(g) \rightarrow 3Cu(s) + 3H_2O(l) + N_2(g)$ 2) $NaNO_2(s) + NH_4Cl(s) \rightarrow NaCl(s) + 2H_2O(l) + N_2(g)$ 3) $(NH_4)_2Cr_2O_7(s) \xrightarrow{panas} Cr_2O_3(s) + 4H_2O(l) + N_2(g)$ 4) $2NH_4NO_3(s) \xrightarrow{panas} 4H_2O(l) + O_2(g) + 2N_2(g)$	Sedang	<i>Ground</i> yang disajikan dalam bentuk konsep	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	

175	<p>b. Di industri</p> <p>Pada skala industri, gas nitrogen diambil dari udara melalui distilasi (penyulingan) udara cair. Mula-mula, udara dibersihkan dari debu dan partikel padat lainnya. Udara yang sudah bebas debu dialirkan melalui KOH atau NaOH untuk dihilangkan gas CO₂ dan uap air di dalamnya. Selain itu, untuk mengikat uap air, udara juga dapat dialirkan melalui kristal CaCl₂. Udara kering yang bebas dari gas CO₂ dimampatkan dalam ruangan menggunakan kompresor dengan tekanan 200 atm. Sambil didinginkan, udara dilepas dalam ruang yang bertekanan 20 atm sehingga udara akan mencair.</p> <p>Udara cair kemudian dinaikkan suhunya secara bertahap sehingga akan menguap. Gas N₂ akan menguap pada suhu sekitar -196°C, kemudian dikompresi untuk dicairkan kembali menjadi nitrogen cair dan disimpan pada tabung Dewar. Pada suhu sekitar -183°C, oksigen akan menguap. Uap tersebut kemudian dimasukkan ke dalam kompresor pendingin untuk dicairkan kembali dan disimpan sebagai oksigen cair.</p>  <p>Sumber: www.wikipedia.org/@Toby Hudson</p> <p>Gambar 4.2 Tabung Dewar yang sedang diisi dengan nitrogen cair</p>	<p><i>Claim</i></p> <p>Pada skala industri, gas nitrogen diambil dari udara melalui distilasi (penyulingan) udara cair.</p>	Tinggi	<p><i>Claim</i> berdasarkan pada fakta</p>	Sangat bagus	<p><i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik</p>	C-G																											
		<p><i>Ground</i></p> <p>Mula-mula, udara dibersihkan dari debu dan partikel padat lainnya. Udara yang sudah bebas debu dialirkan melalui KOH atau NaOH untuk dihilangkan gas CO₂ dan uap air di dalamnya. Selain itu, untuk mengikat uap air, udara juga dapat dialirkan melalui kristal CaCl₂. Udara kering yang bebas dari gas CO₂ dimampatkan dalam ruangan menggunakan kompresor dengan tekanan 200 atm. Sambil didinginkan, udara dilepas dalam ruang yang bertekanan 20 atm sehingga udara akan mencair.</p> <p>Udara cair kemudian dinaikkan suhunya secara bertahap sehingga akan menguap. Gas N₂ akan menguap pada suhu sekitar -196°C, kemudian dikompresi untuk dicairkan kembali menjadi nitrogen cair dan disimpan pada tabung Dewar. Pada suhu sekitar -183°C, oksigen akan menguap. Uap tersebut kemudian dimasukkan ke dalam kompresor pendingin untuk dicairkan kembali dan disimpan sebagai oksigen cair.</p>	Tinggi	<p><i>Ground</i> berdasarkan hasil penelitian, hasil observasi, dan data statistik</p>	Sangat bagus	<p><i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi</p>																												
176	<p>4. Senyawa-senyawa Nitrogen dan Manfaatnya</p> <p>Nitrogen dapat membentuk berbagai senyawa dengan beberapa bilangan oksidasi. Tabel 4.1 menunjukkan beberapa senyawa nitrogen dengan bilangan oksidasinya.</p> <p>Tabel 4.1 Berbagai senyawa nitrogen dan bilangan oksidasinya.</p> <table border="1" data-bbox="264 1102 920 1359"> <thead> <tr> <th>Senyawa</th> <th>Nama</th> <th>Biloks nitrogen</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>NH₃/NH₄⁺</td> <td>Amonia/ ion amonium</td> <td>-3</td> </tr> <tr> <td>N₂H₄</td> <td>Hidrazin</td> <td>-2</td> </tr> <tr> <td>NH₂OH</td> <td>Hidroksilamin</td> <td>-1</td> </tr> <tr> <td>N₂</td> <td>Nitrogen</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>N₂O</td> <td>Dinitrogen oksida</td> <td>+1</td> </tr> <tr> <td>NO</td> <td>Nitrogen monoksida</td> <td>+2</td> </tr> <tr> <td>N₂O₃/NO₂⁻</td> <td>Dinitrogen trioksida/ nitrit</td> <td>+3</td> </tr> <tr> <td>NO₂/N₂O₄</td> <td>Nitrogen dioksida/ dinitrogen tetroksida</td> <td>+4</td> </tr> </tbody> </table>	Senyawa	Nama	Biloks nitrogen	NH ₃ /NH ₄ ⁺	Amonia/ ion amonium	-3	N ₂ H ₄	Hidrazin	-2	NH ₂ OH	Hidroksilamin	-1	N ₂	Nitrogen	0	N ₂ O	Dinitrogen oksida	+1	NO	Nitrogen monoksida	+2	N ₂ O ₃ /NO ₂ ⁻	Dinitrogen trioksida/ nitrit	+3	NO ₂ /N ₂ O ₄	Nitrogen dioksida/ dinitrogen tetroksida	+4	<p><i>Claim</i></p> <p>Nitrogen dapat membentuk berbagai senyawa dengan beberapa bilangan oksidasi.</p>	Tinggi	<p><i>Claim</i> berdasarkan pada fakta</p>	Sangat bagus	<p><i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik</p>	C-G
		Senyawa	Nama	Biloks nitrogen																														
NH ₃ /NH ₄ ⁺	Amonia/ ion amonium	-3																																
N ₂ H ₄	Hidrazin	-2																																
NH ₂ OH	Hidroksilamin	-1																																
N ₂	Nitrogen	0																																
N ₂ O	Dinitrogen oksida	+1																																
NO	Nitrogen monoksida	+2																																
N ₂ O ₃ /NO ₂ ⁻	Dinitrogen trioksida/ nitrit	+3																																
NO ₂ /N ₂ O ₄	Nitrogen dioksida/ dinitrogen tetroksida	+4																																
<p><i>Ground</i></p> <p>Tabel 4.1 menunjukkan beberapa senyawa nitrogen dengan bilangan oksidasinya.</p>	Tinggi	<p><i>Ground</i> berdasarkan hasil penelitian, hasil observasi, dan data statistik</p>	Sangat bagus	<p><i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi</p>																														

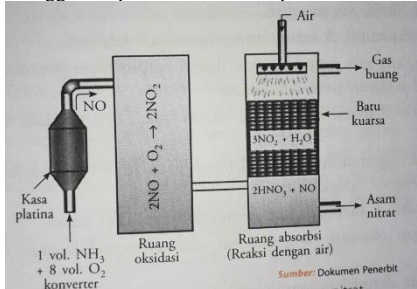
	N_2O_5/NO_3^-	Dinitrogen pentoksida/ nitrat	+5						
177	a. Amonia 1) <i>Sifat fisis amonia</i> <ul style="list-style-type: none"> Pada suhu kamar merupakan gas tidak berwarna; titik didihnya $-33,4^{\circ}C$; titik bekunya $-77,8^{\circ}C$; dan membentuk kristal putih. Berbau khas menyengat dan beracun, serta dapat menimbulkan iritasi pada mata (mata perih). Paparan gas amonia pada waktu yang lama dapat menimbulkan mual dan dapat merusak paru-paru hingga menimbulkan kematian. Gas amonia mudah larut dalam air (1.300 liter gas amonia dapat larut dalam satu liter air). Larutan gas amonia membentuk larutan basa amonium hidroksida (NH_4OH). 	<i>Ground</i>	Berbau khas menyengat dan beracun, serta dapat menimbulkan iritasi pada mata (mata perih).	Tinggi	<i>Ground</i> berdasarkan hasil penelitian, hasil observasi, dan data statistik	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	G-C	
		<i>Claim</i>	Paparan gas amonia pada waktu yang lama dapat menimbulkan mual dan dapat merusak paru-paru hingga menimbulkan kematian.	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik		
178	2) <i>Sifat kimia amonia</i> <ul style="list-style-type: none"> Mempunyai rumus molekul NH_3, bentuk molekulnya piramida segitiga (trigonal piramida), hibridisasi sp^3, dan dapat membentuk ikatan hidrogen antarmolekul amonia. Cukup stabil, tetapi dapat terurai menjadi gas nitrogen dan hidrogen jika dipanaskan dengan katalis. $2NH_3(g) \xrightarrow{katalis} N_2(g) + 3H_2(g)$	<i>Claim</i>	Cukup stabil, tetapi dapat terurai menjadi gas nitrogen dan hidrogen jika dipanaskan dengan katalis.	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	C-G	
		<i>Ground</i>	$2NH_3(g) \xrightarrow{katalis} N_2(g) + 3H_2(g)$	Sedang	<i>Ground</i> yang disajikan dalam bentuk konsep	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi		
179	<ul style="list-style-type: none"> Mudah terbakar di udara. $4NH_3(g) + 3O_2(g) \rightarrow 2N_2(g) + 6H_2O(l)$	<i>Claim</i>	Mudah terbakar di udara.	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	C-G	
		<i>Ground</i>	$4NH_3(g) + 3O_2(g) \rightarrow 2N_2(g) + 6H_2O(l)$	Sedang	<i>Ground</i> yang disajikan dalam bentuk konsep	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi		
180	<ul style="list-style-type: none"> Larut dalam air membentuk basa lemah $NH_3(g) + H_2O(l) \rightleftharpoons NH_4^+(aq) + OH^-(aq)$	<i>Claim</i>	Larut dalam air membentuk basa lemah	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi	C-G	

	<p>amonia setelah pengolahan lanjutan, antara lain bahan peledak (garam nitrat, azida, dinamit, garam amonium), plastik (nitroselulosa, formaldehida, melamin), industri kertas (amonium bisulfit), dan pupuk (ZA, urea, amonium nitrat). Penggunaan amonia secara langsung, antara lain sebagai bahan pendingin pada lemari es dan bahan pembersih asam (karena amonia bersifat basa).</p>						dengan baik	
		<i>Ground</i>	Beberapa bahan kimia yang dihasilkan dari amonia setelah pengolahan lanjutan, antara lain bahan peledak (garam nitrat, azida, dinamit, garam amonium), plastik (nitroselulosa, formaldehida, melamin), industri kertas (amonium bisulfit), dan pupuk (ZA, urea, amonium nitrat).	Tinggi	<i>Ground</i> berdasarkan hasil penelitian, hasil observasi, dan data statistik	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	
		<i>Rebuttal</i>	Penggunaan amonia secara langsung, antara lain sebagai bahan pendingin pada lemari es dan bahan pembersih asam (karena amonia bersifat basa).	Tinggi	<i>Rebuttal</i> berupa bukti empiris atau konseptual serta menggunakan penalaran.	Sangat bagus	Elemen <i>rebuttal</i> tertulis dengan baik, mudah diidentifikasi dan relevan	
184	<p>b. Hidrazin Hidrazin merupakan senyawa hidrida nitrogen selain amonia dengan rumus molekul N₂H₄. Hidrazin merupakan senyawa tidak berwarna dengan titik leleh 2°C dan titik didih 114°C. Pada suhu kamar, hidrazin merupakan zat cair dan berbau seperti amonia. Hidrazin bersifat basa yang lebih kuat dari amonia; dapat menarik ion H⁺ menjadi N₂H₅⁺ dan N₂H₆²⁺; serta merupakan reduktor kuat yang dapat bereaksi eksotermis dengan gas oksigen.</p> $N_2H_4(l) + O_2(g) \rightarrow N_2(g) + 2H_2O(l) \quad \Delta H = -666,6 \text{ kJ/mol}$	<i>Claim</i>	Hidrazin bersifat basa yang lebih kuat dari amonia; dapat menarik ion H ⁺ menjadi N ₂ H ₅ ⁺ dan N ₂ H ₆ ²⁺ ; serta merupakan reduktor kuat yang dapat bereaksi eksotermis dengan gas oksigen.	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	C-G
		<i>Ground</i>	$N_2H_4(l) + O_2(g) \rightarrow N_2(g) + 2H_2O(l) \quad \Delta H = -666,6 \text{ kJ/mol}$	Tinggi	<i>Ground</i> berdasarkan hasil penelitian, hasil observasi, dan data statistik	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	
185	Salah satu senyawa hidrazin yang cukup dikenal adalah metilhidrazin ((CH ₃) ₂ N ₂ H ₃). Campuran metilhidrazin dengan N ₂ O ₄ digunakan sebagai bahan bakar roket atau bahan peledak jenis <i>high explosive</i> . Pemanfaatan hidrazin lainnya adalah sebagai bahan pemicu timbulnya gas pada kantung udara (<i>airbag</i>) mobil, bahan pembantu pada sintesis polimer (plastik, serat kain), dan sebagai bahan antara pada industri farmasi.	<i>Ground</i>	Salah satu senyawa hidrazin yang cukup dikenal adalah metilhidrazin ((CH ₃) ₂ N ₂ H ₃).	Tinggi	<i>Ground</i> berdasarkan hasil penelitian, hasil observasi, dan data statistik	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	G-C
		<i>Claim</i>	Campuran metilhidrazin dengan N ₂ O ₄ digunakan sebagai bahan bakar roket atau bahan peledak jenis <i>high explosive</i> . Pemanfaatan hidrazin lainnya adalah sebagai bahan pemicu timbulnya gas pada kantung udara (<i>airbag</i>) mobil, bahan pembantu pada sintesis polimer (plastik, serat	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	


			kain), dan sebagai bahan antara pada industri farmasi.																									
186	<p>c. Oksida nitrogen Nitrogen dapat membentuk berbagai macam oksida. Beberapa oksida nitrogen ada yang stabil dan ada yang tidak stabil. Tabel 4.2 menunjukkan beberapa oksida nitrogen dan sifat-sifatnya.</p> <p>Tabel 4.2 Oksida nitrogen dan sifat-sifatnya</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Rumus molekul</th> <th>Nama</th> <th>Sifat-sifat</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>N₂O</td> <td>Dinitrogen oksida</td> <td>Gas tidak berwarna, berbau khas, dan dapat merangsang saraf tertawa sehingga dikenal sebagai “<i>gas gelak</i>”.</td> </tr> <tr> <td>NO</td> <td>Nitrogen monoksida</td> <td>Gas tidak berwarna, relatif stabil, dapat bergabung membentuk N₂O₄, dan tidak bereaksi dengan air (<i>oksida indiferen</i>).</td> </tr> <tr> <td>N₂O₃</td> <td>Dinitrogen trioksida</td> <td>Cairan biru yang stabil pada suhu rendah. Pada suhu tinggi terurai menjadi NO dan NO₂. Cairan ini sangat beracun dan larut dalam air membentuk HNO₂.</td> </tr> <tr> <td>NO₂</td> <td>Nitrogen dioksida</td> <td>Gas kuning-coklat, larut dalam air membentuk HNO₂ dan HNO₃, serta sangat beracun.</td> </tr> <tr> <td>N₂O₄</td> <td>Dinitrogen tetoksida</td> <td>Gas tidak berwarna, sangat beracun, korosif, mudah terurai membentuk NO₂, bereaksi dengan air membentuk HNO₂ dan HNO₃.</td> </tr> <tr> <td>N₂O₅</td> <td>Dinitrogen pentoksida</td> <td>Zat padat tidak berwarna, mudah menyublim, serta dapat bereaksi dengan air membentuk HNO₃.</td> </tr> </tbody> </table>	Rumus molekul	Nama	Sifat-sifat	N ₂ O	Dinitrogen oksida	Gas tidak berwarna, berbau khas, dan dapat merangsang saraf tertawa sehingga dikenal sebagai “ <i>gas gelak</i> ”.	NO	Nitrogen monoksida	Gas tidak berwarna, relatif stabil, dapat bergabung membentuk N ₂ O ₄ , dan tidak bereaksi dengan air (<i>oksida indiferen</i>).	N ₂ O ₃	Dinitrogen trioksida	Cairan biru yang stabil pada suhu rendah. Pada suhu tinggi terurai menjadi NO dan NO ₂ . Cairan ini sangat beracun dan larut dalam air membentuk HNO ₂ .	NO ₂	Nitrogen dioksida	Gas kuning-coklat, larut dalam air membentuk HNO ₂ dan HNO ₃ , serta sangat beracun.	N ₂ O ₄	Dinitrogen tetoksida	Gas tidak berwarna, sangat beracun, korosif, mudah terurai membentuk NO ₂ , bereaksi dengan air membentuk HNO ₂ dan HNO ₃ .	N ₂ O ₅	Dinitrogen pentoksida	Zat padat tidak berwarna, mudah menyublim, serta dapat bereaksi dengan air membentuk HNO ₃ .	<p><i>Claim</i></p> <p>Nitrogen dapat membentuk berbagai macam oksida.</p> <p><i>Ground</i></p> <p>Tabel 4.2 menunjukkan beberapa oksida nitrogen dan sifat-sifatnya.</p>	<p>Tinggi</p> <p>Tinggi</p>	<p><i>Claim</i> berdasarkan pada fakta</p> <p><i>Ground</i> berdasarkan hasil penelitian, hasil observasi, dan data statistik</p>	<p>Sangat bagus</p> <p>Sangat bagus</p>	<p><i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik</p> <p><i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi</p>	C-G
Rumus molekul	Nama	Sifat-sifat																										
N ₂ O	Dinitrogen oksida	Gas tidak berwarna, berbau khas, dan dapat merangsang saraf tertawa sehingga dikenal sebagai “ <i>gas gelak</i> ”.																										
NO	Nitrogen monoksida	Gas tidak berwarna, relatif stabil, dapat bergabung membentuk N ₂ O ₄ , dan tidak bereaksi dengan air (<i>oksida indiferen</i>).																										
N ₂ O ₃	Dinitrogen trioksida	Cairan biru yang stabil pada suhu rendah. Pada suhu tinggi terurai menjadi NO dan NO ₂ . Cairan ini sangat beracun dan larut dalam air membentuk HNO ₂ .																										
NO ₂	Nitrogen dioksida	Gas kuning-coklat, larut dalam air membentuk HNO ₂ dan HNO ₃ , serta sangat beracun.																										
N ₂ O ₄	Dinitrogen tetoksida	Gas tidak berwarna, sangat beracun, korosif, mudah terurai membentuk NO ₂ , bereaksi dengan air membentuk HNO ₂ dan HNO ₃ .																										
N ₂ O ₅	Dinitrogen pentoksida	Zat padat tidak berwarna, mudah menyublim, serta dapat bereaksi dengan air membentuk HNO ₃ .																										
187	<p>Senyawa N₂O dibuat dengan memanaskan amonium nitrat pada suhu sekitar 170°C.</p> $NH_4NO_3(s) \xrightarrow{\text{panas}} N_2O(g) + 2H_2O(g)$	<p><i>Claim</i></p> <p>Senyawa N₂O dibuat dengan memanaskan amonium nitrat pada suhu sekitar 170°C.</p> <p><i>Ground</i></p> $NH_4NO_3(s) \xrightarrow{\text{panas}} N_2O(g) + 2H_2O(g)$	<p>Tinggi</p> <p>Sedang</p>	<p><i>Claim</i> berdasarkan pada fakta</p> <p><i>Ground</i> yang disajikan dalam bentuk konsep</p>	<p>Sangat bagus</p> <p>Sangat bagus</p>	<p><i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik</p> <p><i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi</p>	C-G																					
188	<p>Pada pemanasan, gas N₂O terurai menghasilkan nitrogen dan oksigen. Oleh karena itu, gas N₂O dikenal sebagai gas <i>nitro-booster</i> pada mobil untuk meningkatkan kecepatan (<i>akselerasi</i>).</p> $N_2O(g) \rightarrow N_2(g) + \frac{1}{2}O_2(g)$	<p><i>Claim</i></p> <p>Pada pemanasan, gas N₂O terurai menghasilkan nitrogen dan oksigen. Oleh karena itu, gas N₂O dikenal sebagai gas <i>nitro-booster</i> pada mobil untuk meningkatkan kecepatan (<i>akselerasi</i>).</p>	<p>Tinggi</p>	<p><i>Claim</i> berdasarkan pada fakta</p>	<p>Sangat bagus</p>	<p><i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik</p>	C-G																					

		<i>Ground</i>	$N_2O(g) \rightarrow N_2(g) + \frac{1}{2}O_2(g)$	Sedang	<i>Ground</i> yang disajikan dalam bentuk konsep	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	
189	Gas nitrogen monoksida (NO) terbentuk di udara akibat adanya petir sehingga gas N ₂ dan O ₂ di udara bereaksi. $N_2(g) + O_2(g) \xrightarrow{\text{petir}} 2NO(g)$	<i>Claim</i>	Gas nitrogen monoksida (NO) terbentuk di udara akibat adanya petir sehingga gas N ₂ dan O ₂ di udara bereaksi.	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	C-G
		<i>Ground</i>	$N_2(g) + O_2(g) \xrightarrow{\text{petir}} 2NO(g)$	Sedang	<i>Ground</i> yang disajikan dalam bentuk konsep	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	
190	Selain itu, gas NO juga dapat disintesis di laboratorium dengan mereaksikan logam tembaga dengan asam nitrat encer. $3Cu(s) + 8HNO_3(aq) \rightarrow 3Cu(NO_3)_2(aq) + 2NO(g) + 4H_2O(l)$	<i>Claim</i>	Selain itu, gas NO juga dapat disintesis di laboratorium dengan mereaksikan logam tembaga dengan asam nitrat encer.	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	C-G
		<i>Ground</i>	$3Cu(s) + 8HNO_3(aq) \rightarrow 3Cu(NO_3)_2(aq) + 2NO(g) + 4H_2O(l)$	Sedang	<i>Ground</i> yang disajikan dalam bentuk konsep	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	
191	Senyawa N ₂ O ₃ dihasilkan dari reaksi antara NO dan NO ₂ pada suhu -21°C. $NO(g) + NO_2(g) \rightarrow N_2O_3(g)$	<i>Claim</i>	Senyawa N ₂ O ₃ dihasilkan dari reaksi antara NO dan NO ₂ pada suhu -21°C.	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	C-G
		<i>Ground</i>	$NO(g) + NO_2(g) \rightarrow N_2O_3(g)$	Sedang	<i>Ground</i> yang disajikan dalam bentuk konsep	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	
192	Jika N ₂ O ₃ direaksikan dengan NaOH, akan terbentuk natrium nitrit. $N_2O_3(g) + 2NaOH(s) \rightarrow 2NaNO_2(s) + H_2O(l)$	<i>Claim</i>	Jika N ₂ O ₃ direaksikan dengan NaOH, akan terbentuk natrium nitrit.	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	C-G
		<i>Ground</i>	$N_2O_3(g) + 2NaOH(s) \rightarrow 2NaNO_2(s) + H_2O(l)$	Sedang	<i>Ground</i> yang disajikan dalam bentuk konsep	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	
193	Nitrogen dioksida (NO ₂) dapat terbentuk di udara dan di dalam mesin kendaraan sebagai hasil reaksi antara gas NO dan O ₂ .	<i>Claim</i>	Nitrogen dioksida (NO ₂) dapat terbentuk di udara dan di dalam mesin kendaraan sebagai hasil	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah	C-G

	$NO(g) + \frac{1}{2}O_2(g) \rightarrow NO_2(g)$		reaksi antara gas NO dan O ₂ .		pada fakta		diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	
		<i>Ground</i>	$NO(g) + \frac{1}{2}O_2(g) \rightarrow NO_2(g)$	Sedang	<i>Ground</i> yang disajikan dalam bentuk konsep	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	
194	Di laboratorium, gas NO ₂ dihasilkan dari reaksi antara logam, misalnya Cu, dengan asam nitrat pekat. $Cu(s) + 4HNO_3(l) \rightarrow Cu(NO_3)_2(aq) + 2H_2O(l) + 2NO_2(g)$	<i>Claim</i>	Di laboratorium, gas NO ₂ dihasilkan dari reaksi antara logam, misalnya Cu, dengan asam nitrat pekat.	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	C-G
		<i>Ground</i>	$Cu(s) + 4HNO_3(l) \rightarrow Cu(NO_3)_2(aq) + 2H_2O(l) + 2NO_2(g)$	Sedang	<i>Ground</i> yang disajikan dalam bentuk konsep	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	
195	Gas NO ₂ dapat bergabung membentuk dimer menjadi N ₂ O ₄ yang tidak berwarna. $2NO_2(g) \rightleftharpoons N_2O_4(g)$ Senyawa N ₂ O ₄ yang diperoleh dari NO ₂ dimanfaatkan sebagai bahan bakar roket (<i>propeler</i>) jika dicampur dengan hidrazin.	<i>Claim</i>	Gas NO ₂ dapat bergabung membentuk dimer menjadi N ₂ O ₄ yang tidak berwarna.	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	C-G
		<i>Ground</i>	$2NO_2(g) \rightleftharpoons N_2O_4(g)$	Sedang	<i>Ground</i> yang disajikan dalam bentuk konsep	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	
196	Senyawa N ₂ O ₅ dibuat dengan cara dehidrasi asam nitrat dengan P ₂ O ₅ atau P ₄ O ₁₀ . $6HNO_3(aq) + P_2O_5(s) \rightarrow 3N_2O_5(g) + 2H_3PO_4(aq)$	<i>Claim</i>	Senyawa N ₂ O ₅ dibuat dengan cara dehidrasi asam nitrat dengan P ₂ O ₅ atau P ₄ O ₁₀ .	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	C-G
		<i>Ground</i>	$6HNO_3(aq) + P_2O_5(s) \rightarrow 3N_2O_5(g) + 2H_3PO_4(aq)$	Sedang	<i>Ground</i> yang disajikan dalam bentuk konsep	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	
197	d. Asam nitrat dan garam nitrat Asam nitrat dan garam nitrat merupakan salah satu senyawa nitrogen yang penting dalam industri kimia. Asam nitrat dibuat melalui <i>proses Ostwald</i> karena pertama kali dilakukan oleh Friedrich Ostwald pada tahun 1908. Bahan baku pada proses Ostwald adalah amonia yang dibakar dengan oksigen untuk	<i>Claim</i>	Asam nitrat dibuat melalui <i>proses Ostwald</i> karena pertama kali dilakukan oleh Friedrich Ostwald pada tahun 1908.	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	C-G

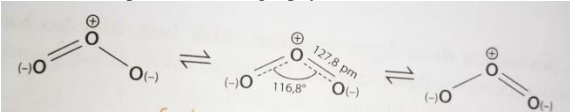
	<p>menghasilkan gas NO. Selanjutnya, gas NO yang terbentuk direaksikan lagi dengan oksigen untuk membentuk gas NO₂.</p> $4NH_3(g) + 5O_2(g) \rightarrow 4NO(g) + 6H_2O(l)$ $2NO(g) + O_2(g) \rightarrow 2NO_2(g)$ <p>Gas NO₂ yang terbentuk direaksikan dengan air untuk menghasilkan HNO₃.</p> $3NO_2(g) + H_2O(l) \rightarrow 2HNO_3(aq) + NO(g)$ <p>Gas NO yang dihasilkan direaksikan kembali dengan oksigen sehingga menjadi gas NO₂ dan berulang lagi direaksikan dengan air. Proses ini dilakukan berulang-ulang sehingga didapatkan asam nitrat pekat.</p>  <p>Gambar 4.4 Bagan proses pembuatan asam nitrat</p>	<p><i>Ground</i></p>	<p>Bahan baku pada proses Ostwald adalah amonia yang dibakar dengan oksigen untuk menghasilkan gas NO. Selanjutnya, gas NO yang terbentuk direaksikan lagi dengan oksigen untuk membentuk gas NO₂.</p> $4NH_3(g) + 5O_2(g) \rightarrow 4NO(g) + 6H_2O(l)$ $2NO(g) + O_2(g) \rightarrow 2NO_2(g)$ <p>Gas NO₂ yang terbentuk direaksikan dengan air untuk menghasilkan HNO₃.</p> $3NO_2(g) + H_2O(l) \rightarrow 2HNO_3(aq) + NO(g)$ <p>Gas NO yang dihasilkan direaksikan kembali dengan oksigen sehingga menjadi gas NO₂ dan berulang lagi direaksikan dengan air. Proses ini dilakukan berulang-ulang sehingga didapatkan asam nitrat pekat.</p>	<p>Tinggi</p>	<p><i>Ground</i> berdasarkan hasil penelitian, hasil observasi, dan data statistik</p>	<p>Sangat bagus</p>	<p><i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi</p>	
<p>198</p>	<p>Asam nitrat merupakan asam kuat dan bersifat sebagai oksidator kuat. Campuran 1 bagian volume asam nitrat pekat dengan 3 bagian volume asam klorida pekat dikenal dengan air raja (<i>aqua regia</i>) yang dapat melarutkan logam mulia seperti emas atau platina.</p> $2Au(s) + 2HNO_3(aq) + 6HCl(aq) \rightarrow 2AuCl_3(aq) + 4H_2O(l) + 2NO(g)$ $3Pt(s) + 4HNO_3(aq) + 12HCl(aq) \rightarrow 3PtCl_4(aq) + 8H_2O(l) + 4NO(g)$	<p><i>Warrant</i></p>	<p>Asam nitrat merupakan asam kuat dan bersifat sebagai oksidator kuat.</p>	<p>Sedang</p>	<p><i>Warrant</i> berupa pemahaman ilmiah seperti prinsip dan aturan umum</p>	<p>Sangat bagus</p>	<p><i>Warrant</i> tertulis dengan baik, mudah diidentifikasi, dan menghubungkan <i>claim</i> dan <i>ground</i>.</p>	<p>W-C-G</p>
		<p><i>Claim</i></p>	<p>Campuran 1 bagian volume asam nitrat pekat dengan 3 bagian volume asam klorida pekat dikenal dengan air raja (<i>aqua regia</i>) yang dapat melarutkan logam mulia seperti emas atau platina.</p>	<p>Tinggi</p>	<p><i>Claim</i> berdasarkan pada fakta</p>	<p>Sangat bagus</p>	<p><i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik</p>	
		<p><i>Ground</i></p>	$2Au(s) + 2HNO_3(aq) + 6HCl(aq) \rightarrow 2AuCl_3(aq) + 4H_2O(l) + 2NO(g)$ $3Pt(s) + 4HNO_3(aq) + 12HCl(aq) \rightarrow 3PtCl_4(aq) + 8H_2O(l) + 4NO(g)$	<p>Sedang</p>	<p><i>Ground</i> yang disajikan dalam bentuk konsep</p>	<p>Sangat bagus</p>	<p><i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi</p>	

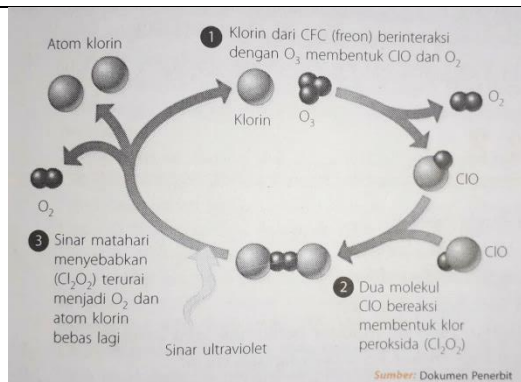
199	Garam nitrat banyak dimanfaatkan untuk pupuk tanaman karena sifatnya yang mudah larut dalam air dan mudah diserap tanaman. Garam nitrat banyak diproduksi untuk pupuk adalah garam nitrat dari amonium (NH_4NO_3), natrium (NaNO_3), kalium (KNO_3), dan kalsium ($\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$). Manfaat berikutnya adalah untuk oksidator dan bahan peledak.	<i>Ground</i>	Garam nitrat banyak dimanfaatkan untuk pupuk tanaman karena sifatnya yang mudah larut dalam air dan mudah diserap tanaman.	Tinggi	<i>Ground</i> berdasarkan hasil penelitian, hasil observasi, dan data statistik	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	G-C												
		<i>Claim</i>	Garam nitrat banyak diproduksi untuk pupuk adalah garam nitrat dari amonium (NH_4NO_3), natrium (NaNO_3), kalium (KNO_3), dan kalsium ($\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$).	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik													
200	Natrium nitrat digunakan untuk glasir pada industri keramik, dan sebagian kecil digunakan untuk pengawet daging (<i>curing</i>). Bubuk mesiu merupakan campuran dari kalium nitrat dengan serbuk belerang dan serbuk karbon. Jika diberi tekanan, campuran ini akan mudah meledak sehingga menimbulkan reaksi berikut. $16\text{KNO}_3(s) + \text{S}_8(s) + 24\text{C}(s) \rightarrow 8\text{K}_2\text{S}(s) + 24\text{CO}_2(g) + 8\text{N}_2(g) \quad \Delta H = -571,9 \text{ kJ/mol}$ Ledakan yang terjadi diakibatkan oleh terbentuknya gas yang banyak dalam waktu yang singkat. Berikut adalah beberapa senyawa nitrat dan penggunaannya. Tabel 4.3 Penggunaan senyawa nitrat	<i>Claim</i>	Bubuk mesiu merupakan campuran dari kalium nitrat dengan serbuk belerang dan serbuk karbon. Jika diberi tekanan, campuran ini akan mudah meledak sehingga menimbulkan reaksi berikut.	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	C-G-W												
		<i>Ground</i>	$16\text{KNO}_3(s) + \text{S}_8(s) + 24\text{C}(s) \rightarrow 8\text{K}_2\text{S}(s) + 24\text{CO}_2(g) + 8\text{N}_2(g) \quad \Delta H = -571,9 \text{ kJ/mol}$	Tinggi	<i>Ground</i> berdasarkan hasil penelitian, hasil observasi, dan data statistik	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi													
		<i>Warrant</i>	Ledakan yang terjadi diakibatkan oleh terbentuknya gas yang banyak dalam waktu yang singkat.	Sedang	<i>Warrant</i> berupa pemahaman ilmiah seperti prinsip dan aturan umum	Sangat bagus	<i>Warrant</i> tertulis dengan baik, mudah diidentifikasi, dan menghubungkan <i>claim</i> dan <i>ground</i> .													
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Penggunaan</th> <th>Jenis senyawa yang digunakan</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Pupuk</td> <td>NH_4NO_3, NaNO_3, $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, KNO_3, $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$.</td> </tr> <tr> <td>Petasan dan kembang api</td> <td>$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$-merah, $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$-hijau, $\text{Sr}(\text{NO}_3)_2$-merah ungu, NaNO_3-kuning, KNO_3-ungu.</td> </tr> <tr> <td>Bahan peledak, mesiu</td> <td>NH_4NO_3, NaNO_3, KNO_3, $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, TNT ($\text{C}_7\text{H}_5\text{N}_3\text{O}_6$)</td> </tr> <tr> <td>Bahan bakar roket</td> <td>NaNO_3, KNO_3, NH_4NO_3.</td> </tr> <tr> <td>Pewarna rambut</td> <td>$\text{Co}(\text{NO}_3)_2$, AgNO_3</td> </tr> <tr> <td>Cat</td> <td>$\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$, $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$, $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$</td> </tr> </tbody> </table>	Penggunaan	Jenis senyawa yang digunakan	Pupuk	NH_4NO_3 , NaNO_3 , $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, KNO_3 , $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$.	Petasan dan kembang api		$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ -merah, $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ -hijau, $\text{Sr}(\text{NO}_3)_2$ -merah ungu, NaNO_3 -kuning, KNO_3 -ungu.	Bahan peledak, mesiu	NH_4NO_3 , NaNO_3 , KNO_3 , $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, TNT ($\text{C}_7\text{H}_5\text{N}_3\text{O}_6$)	Bahan bakar roket	NaNO_3 , KNO_3 , NH_4NO_3 .	Pewarna rambut	$\text{Co}(\text{NO}_3)_2$, AgNO_3	Cat	$\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$, $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$, $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$			
Penggunaan	Jenis senyawa yang digunakan																			
Pupuk	NH_4NO_3 , NaNO_3 , $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, KNO_3 , $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$.																			
Petasan dan kembang api	$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ -merah, $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ -hijau, $\text{Sr}(\text{NO}_3)_2$ -merah ungu, NaNO_3 -kuning, KNO_3 -ungu.																			
Bahan peledak, mesiu	NH_4NO_3 , NaNO_3 , KNO_3 , $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, TNT ($\text{C}_7\text{H}_5\text{N}_3\text{O}_6$)																			
Bahan bakar roket	NaNO_3 , KNO_3 , NH_4NO_3 .																			
Pewarna rambut	$\text{Co}(\text{NO}_3)_2$, AgNO_3																			
Cat	$\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$, $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$, $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$																			
201	B. Oksigen Oksigen merupakan unsur utama penyusun kerak bumi. Sebanyak 46% dari massa kerak bumi merupakan oksigen dalam bentuk senyawa. Selain terdapat pada kerak bumi, oksigen juga terdapat di udara dengan kadar 20% sebagai O_2 . Sebanyak 90% massa air laut adalah oksigen dalam bentuk senyawa H_2O . Oksigen juga merupakan unsur utama penyusun senyawa biomolekul di dalam tubuh makhluk hidup yang berperan penting dalam proses-proses biokimia di dalam tubuh makhluk hidup.	<i>Claim</i>	Oksigen merupakan unsur utama penyusun kerak bumi.	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	C-G												
		<i>Ground</i>	Sebanyak 46% dari massa kerak bumi merupakan oksigen dalam bentuk senyawa.	Tinggi	<i>Ground</i> berdasarkan hasil	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah													

					penelitian, hasil observasi, dan data statistik		diidentifikasi	
202	<p>1. Sifat-sifat Oksigen</p> <p>a. Sifat fisis Pada suhu kamar, oksigen merupakan gas tidak berwarna dan tidak berbau, serta mempunyai titik didih $-182,95^{\circ}\text{C}$ dan titik leleh $-218,79^{\circ}\text{C}$. Oksigen cair mempunyai warna biru langit. Oksigen dapat larut dalam air dengan kelarutan 5% volume pada 0°C. Semakin besar tekanan, kelarutan oksigen dalam air semakin besar.</p> <p>b. Sifat kimia Oksigen merupakan unsur yang reaktif. Dalam keadaan bebas, unsur ini terdapat dalam dua bentuk molekul, yaitu molekul oksigen diatomik (O_2) dan bentuk alotropinya, yaitu molekul triatomik yang dikenal dengan ozon (O_3).</p>	<p><i>Ground</i></p> <p>Oksigen merupakan unsur yang reaktif.</p>	Tinggi	<i>Ground</i> berdasarkan hasil penelitian, hasil observasi, dan data statistik	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	C-G	
		<p><i>Claim</i></p> <p>Dalam keadaan bebas, unsur ini terdapat dalam dua bentuk molekul, yaitu molekul oksigen diatomik (O_2) dan bentuk alotropinya, yaitu molekul triatomik yang dikenal dengan ozon (O_3).</p>	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik		
203	<p>Oksigen dapat bersenyawa dengan berbagai unsur. Oksigen yang bersenyawa dengan unsur lain dikenal dengan nama oksida. Oksigen merupakan gas yang mempunyai peran dalam proses pembakaran (unsur pembakar), yang pertama kali dikenali oleh Carl Wilhelm Scheele pada saat memanaskan raksa (II) oksida. Penelitian ini kemudian dilanjutkan oleh Joseph Priestley, yang kini dikenal sebagai penemu oksigen.</p> $\text{HgO}(s) \rightarrow \text{Hg}(s) + \frac{1}{2}\text{O}_2(g)$  <p>Sumber: www.commonswikimedia.org/c/Robin Müller</p> <p>Gambar 4.5 Oksigen berperan dalam pembakaran</p>	<p><i>Claim</i></p> <p>Oksigen merupakan gas yang mempunyai peran dalam proses pembakaran (unsur pembakar), yang pertama kali dikenali oleh Carl Wilhelm Scheele pada saat memanaskan raksa (II) oksida. Penelitian ini kemudian dilanjutkan oleh Joseph Priestley, yang kini dikenal sebagai penemu oksigen.</p>	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	C-G	
		<p><i>Ground</i></p> $\text{HgO}(s) \rightarrow \text{Hg}(s) + \frac{1}{2}\text{O}_2(g)$	Sedang	<i>Ground</i> yang disajikan dalam bentuk konsep	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi		
204	<p>2. Cara Memperoleh Oksigen Di laboratorium, oksigen dapat diperoleh dengan memanaskan kalium klorat atau dari reaksi peruraian hidrogen peroksida (H_2O_2) dengan katalisator MnO_2.</p> $2\text{KClO}_3(s) \xrightarrow{\text{MnO}_2} 2\text{KCl}(s) + 3\text{O}_2(g)$ $2\text{H}_2\text{O}_2(l) \xrightarrow{\text{MnO}_2} 2\text{H}_2\text{O}(l) + \text{O}_2(g)$	<p><i>Claim</i></p> <p>Di laboratorium, oksigen dapat diperoleh dengan memanaskan kalium klorat atau dari reaksi peruraian hidrogen peroksida (H_2O_2) dengan katalisator MnO_2.</p>	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	C-G	
		<p><i>Ground</i></p> $2\text{KClO}_3(s) \xrightarrow{\text{MnO}_2} 2\text{KCl}(s) + 3\text{O}_2(g)$ $2\text{H}_2\text{O}_2(l) \xrightarrow{\text{MnO}_2} 2\text{H}_2\text{O}(l) + \text{O}_2(g)$	Sedang	<i>Ground</i> yang disajikan dalam bentuk konsep	Bagus	<i>Ground</i> dari argumen mudah diidentifikasi,		

							namun perlu klarifikasi	
205	<p>Pada skala industri, oksigen diproduksi melalui dua cara, yaitu dengan distilasi udara cair bersamaan dengan ekstraksi nitrogen, dan dengan cara elektrolisis larutan KOH atau NaOH 10-25%. Oksigen yang dihasilkan dengan elektrolisis ini sangat murni. Selain oksigen, dalam proses ini juga dihasilkan gas hidrogen. Sel elektrolisis disusun oleh katode dari baja dan anode dari baja nikel. Kuat arus yang digunakan 2 – 2,5 volt. Antara ruang anode dan katode dipisahkan dengan diafragma yang terbuat dari asbes untuk mencegah gas oksigen dan hidrogen yang terbentuk tidak bereaksi kembali. Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut.</p> <p>Anode : $4OH^-(aq) \rightarrow 2H_2O(l) + O_2(g) + 4e^-$ Katode : $4H_2O(l) + 4e^- \rightarrow 4OH^-(aq) + 2H_2(g)$</p> <p>Reaksi sel : $2H_2O(l) \rightarrow 2H_2(g) + O_2(g)$</p> <p>Gas oksigen digunakan dalam proses pengelasan, alat bantu pernapasan di rumah sakit, serta untuk penyelam. Oksigen padat dan hidrogen padat digunakan sebagai bahan bakar pesawat ruang angkasa.</p>	<p><i>Claim</i></p> <p>Pada skala industri, oksigen diproduksi melalui dua cara, yaitu dengan distilasi udara cair bersamaan dengan ekstraksi nitrogen, dan dengan cara elektrolisis larutan KOH atau NaOH 10-25%. Oksigen yang dihasilkan dengan elektrolisis ini sangat murni. Selain oksigen, dalam proses ini juga dihasilkan gas hidrogen. Sel elektrolisis disusun oleh katode dari baja dan anode dari baja nikel. Kuat arus yang digunakan 2 – 2,5 volt. Antara ruang anode dan katode dipisahkan dengan diafragma yang terbuat dari asbes untuk mencegah gas oksigen dan hidrogen yang terbentuk tidak bereaksi kembali.</p>	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	C-G	
		<p><i>Ground</i></p> <p>Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut. Anode : $4OH^-(aq) \rightarrow 2H_2O(l) + O_2(g) + 4e^-$ Katode : $4H_2O(l) + 4e^- \rightarrow 4OH^-(aq) + 2H_2(g)$</p> <p>Reaksi sel : $2H_2O(l) \rightarrow 2H_2(g) + O_2(g)$</p>	Tinggi	<i>Ground</i> berdasarkan hasil penelitian, hasil observasi, dan data statistik	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi		
206	<p>3. Senyawa Oksigen</p> <p>Oksigen dapat bersenyawa dengan hampir semua unsur logam dan nonlogam membentuk senyawa oksida. Berdasarkan sifatnya, senyawa oksida digolongkan menjadi oksida asam, oksida basa, oksida amfoter, oksida indeferen, dan peroksida.</p> <p>a. Oksida asam</p> <p>Oksida asam merupakan oksida yang dapat bereaksi dengan air membentuk asam. Umumnya merupakan oksida nonlogam, misalnya SO_3 dan Cl_2O_7. Contoh:</p> $SO_3(g) + H_2O(l) \rightarrow H_2SO_4(aq)$ $Cl_2O_7(g) + H_2O(l) \rightarrow 2HClO_4(aq)$	<p><i>Claim</i></p> <p>Oksida asam merupakan oksida yang dapat bereaksi dengan air membentuk asam. Umumnya merupakan oksida nonlogam, misalnya SO_3 dan Cl_2O_7.</p>	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	C-G	
		<p><i>Ground</i></p> <p>Contoh:</p> $SO_3(g) + H_2O(l) \rightarrow H_2SO_4(aq)$ $Cl_2O_7(g) + H_2O(l) \rightarrow 2HClO_4(aq)$	Sedang	<i>Ground</i> yang disajikan dalam bentuk konsep	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi		
207	<p>b. Oksida basa</p> <p>Oksida basa merupakan oksida yang dapat bereaksi dengan air membentuk basa. Umumnya merupakan oksida logam, misalnya Na_2O dan CaO. Contoh:</p> $Na_2O(s) + H_2O(l) \rightarrow 2NaOH(aq)$ $CaO(s) + H_2O(l) \rightarrow Ca(OH)_2(aq)$	<p><i>Claim</i></p> <p>Oksida basa merupakan oksida yang dapat bereaksi dengan air membentuk basa. Umumnya merupakan oksida logam, misalnya Na_2O dan CaO.</p>	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	C-G	
		<p><i>Ground</i></p> <p>Contoh:</p> $Na_2O(s) + H_2O(l) \rightarrow 2NaOH(aq)$ $CaO(s) + H_2O(l) \rightarrow Ca(OH)_2(aq)$	Sedang	<i>Ground</i> yang disajikan dalam bentuk konsep	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi		

208	<p>c. Oksida amfoter</p> <p>Oksida amfoter merupakan oksida yang dalam lingkungan asam bersifat basa dan dalam lingkungan basa bersifat asam, dan dapat bereaksi dengan asam maupun basa, misalnya Al_2O_3.</p> <p>Contoh:</p> $Al_2O_3(s) + 6HCl(aq) \rightarrow 2AlCl_3(aq) + 3H_2O(l)$ $Al_2O_3(s) + 2NaOH(aq) \rightarrow 2NaAlO_2(aq) + H_2O(l)$	<i>Claim</i>	Oksida amfoter merupakan oksida yang dalam lingkungan asam bersifat basa dan dalam lingkungan basa bersifat asam, dan dapat bereaksi dengan asam maupun basa, misalnya Al_2O_3 .	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	C-G
		<i>Ground</i>	<p>Contoh:</p> $Al_2O_3(s) + 6HCl(aq) \rightarrow 2AlCl_3(aq) + 3H_2O(l)$ $Al_2O_3(s) + 2NaOH(aq) \rightarrow 2NaAlO_2(aq) + H_2O(l)$	Sedang	<i>Ground</i> yang disajikan dalam bentuk konsep	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	
209	<p>d. Oksida indifere</p> <p>Oksida indifere merupakan oksida yang tidak dapat bereaksi dengan air dan tidak dapat membentuk asam maupun basa, misalnya CO dan NO.</p>	<i>Claim</i>	Oksida indifere merupakan oksida yang tidak dapat bereaksi dengan air dan tidak dapat membentuk asam maupun basa	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Bagus	<i>Claim</i> dituliskan secara jelas namun masih perlu diklarifikasi	C-G
		<i>Ground</i>	misalnya CO dan NO.	Tinggi	<i>Ground</i> berdasarkan hasil penelitian, hasil observasi, dan data statistik	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	
210	<p>e. Peroksida</p> <p>Peroksida merupakan oksida dengan bilangan oksidasi oksigen di dalamnya adalah -1, misalnya H_2O_2, Na_2O_2, dan BaO_2.</p>	<i>Claim</i>	Peroksida merupakan oksida dengan bilangan oksidasi oksigen di dalamnya adalah -1	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	C-G
		<i>Ground</i>	misalnya H_2O_2 , Na_2O_2 , dan BaO_2 .	Tinggi	<i>Ground</i> berdasarkan hasil penelitian, hasil observasi, dan data statistik	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	
211	<p>4. Ozon</p> <p>Ozon memiliki peran penting dalam melindungi bumi dari paparan sinar ultraviolet yang berlebih. Ozon merupakan gas berwarna biru yang mempunyai titik didih $-111,3^\circ C$ dan berbau khas. Di laboratorium, ozon dapat dibuat dengan mengalirkan gas oksigen dalam tabung yang diberi loncatan bunga api listrik</p>	<i>Claim</i>	Ozon mempunyai bentuk molekul bengkok dengan sudut ikatan $116,8^\circ C$ dan mengalami resonansi pada ikatan rangkapnya.	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	C-G

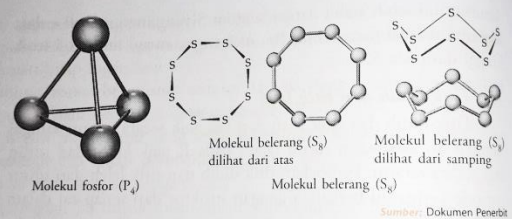
	<p>tegangan tinggi. Ozon mempunyai bentuk molekul bengkok dengan sudut ikatan 116,8°C dan mengalami resonansi pada ikatan rangkapnya.</p>  <p>Gambar 4.6 Bentuk molekul ozon</p>	<i>Ground</i>	Gambar 4.6 Bentuk molekul ozon	Tinggi	<i>Ground</i> berdasarkan hasil penelitian, hasil observasi, dan data statistik	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	
212	<p>Ozon banyak terdapat pada lapisan atmosfer, terutama di stratosfer (15 – 24 km), dan berperan untuk menyerap sinar ultraviolet dari luar angkasa. Proses penyerapan sinar ultraviolet ini terkait dengan kesetimbangan reaksi yang terjadi pada reaksi antara molekul oksigen dengan molekul ozon.</p> $3O_2(g) \xrightarrow{u.v} 2O_3(g)$ <p>Reaksi tersebut sebenarnya berlangsung dalam beberapa tahap, sebagai berikut.</p> $O_2(g) \xrightarrow{u.v} O(g) + O(g)$ $O_2(g) + O(g) \xrightarrow{u.v} O_3(g)$ $O_3(g) + O(g) \xrightarrow{u.v} O_2(g) + O_2(g)$	<i>Claim</i>	Ozon banyak terdapat pada lapisan atmosfer, terutama di stratosfer (15 – 24 km), dan berperan untuk menyerap sinar ultraviolet dari luar angkasa.	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	C-W-G
		<i>Warrant</i>	Proses penyerapan sinar ultraviolet ini terkait dengan kesetimbangan reaksi yang terjadi pada reaksi antara molekul oksigen dengan molekul ozon.	Sedang	<i>Warrant</i> berupa pemahaman ilmiah seperti prinsip dan aturan umum	Sangat bagus	<i>Warrant</i> tertulis dengan baik, mudah diidentifikasi, dan menghubungkan <i>claim</i> dan <i>ground</i> .	
		<i>Ground</i>	$3O_2(g) \xrightarrow{u.v} 2O_3(g)$ <p>Reaksi tersebut sebenarnya berlangsung dalam beberapa tahap, sebagai berikut.</p> $O_2(g) \xrightarrow{u.v} O(g) + O(g)$ $O_2(g) + O(g) \xrightarrow{u.v} O_3(g)$ $O_3(g) + O(g) \xrightarrow{u.v} O_2(g) + O_2(g)$	Sedang	<i>Ground</i> yang disajikan dalam bentuk konsep	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	
213	<p>Setelah terbentuk O_2 kembali, akan terjadi pengulangan reaksi dan siklus tersebut berlangsung terus-menerus sepanjang tidak ada gangguan dari luar, misalnya adanya gas NO atau atom klorin (radikal bebas). Adanya gas NO atau radikal bebas klorin yang berasal dari freon mengakibatkan gas ozon rusak. Hal ini disebabkan karena atom oksigen yang terbentuk tidak bereaksi lagi dengan molekul oksigen membentuk ozon, tetapi bereaksi dengan gas NO atau atom klorin radikal bebas.</p> $NO(g) + O(g) \rightarrow NO_2(g)$ $Cl \cdot + O(g) \rightarrow ClO(g)$ <p>Reaksi tersebut merupakan reaksi berantai sehingga setiap satu atom klorin dapat merusak ribuan atau jutaan molekul ozon. Hal ini dapat digambarkan sebagai berikut.</p>	<i>Ground</i>	Setelah terbentuk O_2 kembali, akan terjadi pengulangan reaksi dan siklus tersebut berlangsung terus-menerus sepanjang tidak ada gangguan dari luar, misalnya adanya gas NO atau atom klorin (radikal bebas).	Tinggi	<i>Ground</i> berdasarkan hasil penelitian, hasil observasi, dan data statistik	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	G-C-W-B
		<i>Claim</i>	Adanya gas NO atau radikal bebas klorin yang berasal dari freon mengakibatkan gas ozon rusak.	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	



Gambar 4.7 Reaksi berantai perusakan ozon oleh atom klorin dari freon

		<i>Warrant</i>	Hal ini disebabkan karena atom oksigen yang terbentuk tidak bereaksi lagi dengan molekul oksigen membentuk ozon, tetapi bereaksi dengan gas NO atau atom klorin radikal bebas. $NO(g) + O(g) \rightarrow NO_2(g)$ $Cl + O(g) \rightarrow ClO(g)$	Sedang	<i>Warrant</i> berupa pemahaman ilmiah seperti prinsip dan aturan umum	Sangat bagus	<i>Warrant</i> tertulis dengan baik, mudah diidentifikasi, dan menghubungkan <i>claim</i> dan <i>ground</i> .	
		<i>Backing</i>	Reaksi tersebut merupakan reaksi berantai sehingga setiap satu atom klorin dapat merusak ribuan atau jutaan molekul ozon. Hal ini dapat digambarkan sebagai berikut.	Sedang	<i>Backing</i> berupa pemahaman ilmiah seperti prinsip dan aturan umum	Sangat bagus	<i>Backing</i> mendukung <i>warrant</i>	
214	Kerusakan ozon dapat berakibat tidak baik bagi kesehatan manusia. Beberapa kasus kanker kulit diduga terjadi akibat seseorang terpapar oleh sinar ultraviolet yang berlebihan. Jika tidak ada pengendalian penggunaan freon yang mengandung klorin, lubang ozon akan semakin lebar. Hasil pemantauan lubang ozon di kutub antartika menunjukkan adanya kecenderungan pelebaran lubang ozon dari tahun ke tahun. Selain sebagai pelindung bumi, ozon banyak dimanfaatkan untuk berbagai keperluan, misalnya sebagai pembunuh kuman pada pengolahan air, untuk pengolahan limbah, dan sebagai pemutih kain.	<i>Ground</i>	Kerusakan ozon dapat berakibat tidak baik bagi kesehatan manusia.	Tinggi	<i>Ground</i> berdasarkan hasil penelitian, hasil observasi, dan data statistik	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	G-C
		<i>Claim</i>	Beberapa kasus kanker kulit diduga terjadi akibat seseorang terpapar oleh sinar ultraviolet yang berlebihan.	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	
215	5. Hidrogen Peroksida Hidrogen peroksida 3% di pasaran dikenal sebagai larutan perhidrol. Larutan ini digunakan sebagai pemutih, pengelantang, dan antiseptik karena sifatnya sebagai oksidator kuat. Larutan H_2O_2 murni merupakan cairan kental tidak berwarna dan bersifat korosif. Di laboratorium, hidrogen peroksida dibuat dengan mereaksikan barium peroksida BaO_2 dengan asam sulfat. $BaO_2(s) + H_2SO_4(aq) \rightarrow BaSO_4(s) + H_2O_2(l)$	<i>Claim</i>	Di laboratorium, hidrogen peroksida dibuat dengan mereaksikan barium peroksida BaO_2 dengan asam sulfat.	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	C-G
		<i>Ground</i>	$BaO_2(s) + H_2SO_4(aq) \rightarrow BaSO_4(s) + H_2O_2(l)$	Sedang	<i>Ground</i> yang disajikan dalam bentuk konsep	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	
216	Dalam skala industri, hidrogen peroksida dibuat dengan cara elektrolisis larutan amonium sulfat yang dicampur dalam asam sulfat pekat. Reaksi yang terjadi adalah: $H_2SO_4(aq) \rightarrow H^+(aq) + HSO_4^-(aq)$	<i>Claim</i>	Dalam skala industri, hidrogen peroksida dibuat dengan cara elektrolisis larutan amonium sulfat yang dicampur dalam asam sulfat pekat.	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	C-G

	<p>Anode : $2HSO_4^-(aq) \rightarrow H_2S_2O_8(aq) + 2e^-$ Katode : $2H^+(aq) + 2e^- \rightarrow H_2(g)$ Reaksi sel : $2HSO_4^-(aq) + 2H^+(aq) \rightarrow H_2S_2O_8(aq) + H_2(g)$</p>	<i>Ground</i>	<p>Reaksi yang terjadi adalah: $H_2SO_4(aq) \rightarrow H^+(aq) + HSO_4^-(aq)$ Anode : $2HSO_4^-(aq) \rightarrow H_2S_2O_8(aq) + 2e^-$ Katode : $2H^+(aq) + 2e^- \rightarrow H_2(g)$ Reaksi sel : $2HSO_4^-(aq) + 2H^+(aq) \rightarrow H_2S_2O_8(aq) + H_2(g)$</p>	Sedang	<i>Ground</i> yang disajikan dalam bentuk konsep	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	
217	<p>Senyawa $H_2S_2O_8$ yang terjadi pada anode selanjutnya akan mengalami reaksi menghasilkan H_2O_2 dan H_2SO_4. $H_2S_2O_8(aq) + 2H_2O(l) \rightarrow 2H_2SO_4(aq) + H_2O_2(l)$</p>	<i>Claim</i>	Senyawa $H_2S_2O_8$ yang terjadi pada anode selanjutnya akan mengalami reaksi menghasilkan H_2O_2 dan H_2SO_4 .	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	C-G
		<i>Ground</i>	$H_2S_2O_8(aq) + 2H_2O(l) \rightarrow 2H_2SO_4(aq) + H_2O_2(l)$	Sedang	<i>Ground</i> yang disajikan dalam bentuk konsep	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	
BAB V UNSUR-UNSUR PERIODE KETIGA								
218	<p>Keteraturan sifat dalam sistem periodik tidak hanya terjadi dalam satu golongan, akan tetapi di dalam satu periode dari kiri ke kanan. Keteraturan perubahan sifat ini akan terlihat dengan jelas pada unsur-unsur periode ketiga. Di dalam periode ketiga sistem periodik unsur, terdapat delapan unsur di antaranya natrium (Na), magnesium (Mg), aluminium (Al), silikon (Si), fosfor (P), belerang (S), klorin (Cl), dan argon (Ar). A. Sifat-sifat Unsur Periode Ketiga Kegiatan 5.1 menunjukkan kecenderungan (keteraturan) sifat-sifat unsur periode ketiga. Keteraturan sifat-sifat tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut. 1. Sifat Umum Sifat-sifat unsur periode ketiga berubah sesuai kecenderungan perubahan sifat umum sistem periodik unsur. a. Jari-jari atom Jari-jari atom dari Na ke Ar semakin kecil. Hal ini berkaitan dengan semakin bertambahnya muatan inti sehingga gaya tarik inti atom terhadap elektron semakin kuat.</p>	<i>Claim</i>	Jari-jari atom dari Na ke Ar semakin kecil.	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	C-G
		<i>Ground</i>	Hal ini berkaitan dengan semakin bertambahnya muatan inti sehingga gaya tarik inti atom terhadap elektron semakin kuat.	Sedang	<i>Ground</i> yang disajikan dalam bentuk konsep	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	
219	<p>b. Energi ionisasi Energi ionisasi unsur-unsur periode ketiga cenderung semakin besar dari kiri ke kanan. Energi ionisasi Mg lebih besar daripada Al, demikian juga energi ionisasi P lebih besar daripada S. Hal ini berkaitan dengan konfigurasi elektronnya, yaitu pada Mg semua elektron valensinya telah berpasangan, sedangkan pada Al terdapat sebuah elektron pada orbital 3p yang tidak berpasangan, yang berakibat pada kecilnya energi ionisasi Al. Atom P mempunyai tiga elektron valensi pada orbital p. Berdasarkan aturan Hund, keadaan ini lebih stabil daripada atom S yang mempunyai empat elektron valensi pada orbital 3p. Akibatnya, energi</p>	<i>Qualifier</i>	Energi ionisasi unsur-unsur periode ketiga cenderung semakin besar dari kiri ke kanan.	Sedang	<i>Qualifier</i> berupa pemahaman ilmiah seperti prinsip dan aturan umum	Sangat bagus	<i>Qualifier</i> membatasi <i>claim</i>	Q-C-G
		<i>Claim</i>	Energi ionisasi Mg lebih besar daripada Al, demikian juga energi ionisasi P lebih besar daripada S.	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi	

	ionisasi pertama (kJ/mol)					3	0	0	0							
	Afinitas elektron (kJ/mol)	21	-67	26	135	60	196	348	-							
	Keelektro negatifan	1,0	1,2	1,5	1,8	2,1	2,5	3,0	-							
	Potensial elektrode (volt)	-2,71	-2,37	-1,66	-	-	-	+1,36	-							
221	<p>2. Sifat Logam dan Nonlogam</p> <p>Dalam periode ketiga, dari Na ke Ar sifat logam semakin berkurang. Natrium, magnesium, dan aluminium merupakan logam dengan struktur kristal logam raksasa, mempunyai kilap logam, dan daya hantar listrik yang baik. Silikon merupakan unsur semilogam dengan struktur kristal kovalen raksasa yang bersifat sebagai semikonduktor. Fosfor dan belerang, keduanya merupakan unsur nonlogam, strukturnya berupa kristal molekul sederhana. Setiap molekul fosfor tersusun dari empat atom fosfor dalam susunan tetrahedral, sedangkan setiap molekul belerang tersusun dari delapan atom belerang. Klorin merupakan unsur nonlogam dan pada keadaan bebas berada sebagai gas diatomik, sedangkan argon merupakan gas monoatomik yang stabil.</p>  <p>Gambar 5.1 Struktur molekul fosfor dan belerang</p>	<p><i>Claim</i></p> <p>Dalam periode ketiga, dari Na ke Ar sifat logam semakin berkurang.</p>	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	C-G-W									
	<p><i>Ground</i></p> <p>Natrium, magnesium, dan aluminium merupakan logam dengan struktur kristal logam raksasa, mempunyai kilap logam, dan daya hantar listrik yang baik. Silikon merupakan unsur semilogam dengan struktur kristal kovalen raksasa yang bersifat sebagai semikonduktor. Fosfor dan belerang, keduanya merupakan unsur nonlogam, strukturnya berupa kristal molekul sederhana. Setiap molekul fosfor tersusun dari empat atom fosfor dalam susunan tetrahedral, sedangkan setiap molekul belerang tersusun dari delapan atom belerang. Klorin merupakan unsur nonlogam dan pada keadaan bebas berada sebagai gas diatomik, sedangkan argon merupakan gas monoatomik yang stabil.</p>	Tinggi	<i>Ground</i> berdasarkan hasil penelitian, hasil observasi, dan data statistik	Bagus	<i>Ground</i> dari argumen mudah diidentifikasi, namun perlu klarifikasi											
	<p><i>Warrant</i></p> <p>Gambar 5.1 Struktur molekul fosfor dan belerang</p>	Sedang	<i>Warrant</i> berupa pemahaman ilmiah seperti prinsip dan aturan umum	Bagus	<i>Warrant</i> jelas dan dapat diidentifikasi, tetapi masih perlu klarifikasi											

222	<p>3. Daya Oksidasi dan Reduksi</p> <p>Unsur-unsur periode ketiga dari Na ke Cl berubah dari reduktor kuat (Na, Mg, dan Al) menjadi reduktor lemah (Si) dan berubah menjadi oksidator lemah (P dan S) kemudian oksidator kuat (Cl).</p> <p>Natrium merupakan reduktor kuat yang dapat mereduksi air menjadi gas hidrogen. Magnesium, meskipun daya reduksinya lebih lemah dari natrium, tetapi jika dilihat dari nilai potensial elektrodanya (E°) masih merupakan reduktor kuat. Aluminium meskipun dilihat dari nilai potensial elektrodanya merupakan reduktor kuat, tetapi adanya lapisan oksida di permukaannya menyebabkan aluminium kurang reaktif. Namun, jika aluminium dibentuk amalgam dengan raksa, logam ini akan sangat reaktif sebagai reduktor kuat. Silikon merupakan reduktor yang sangat lemah dan dapat bereaksi dengan oksidator kuat, misalnya oksigen dan halogen secara langsung. Fosfor merupakan reduktor yang sangat lemah terutama dalam mereduksi oksigen dan halogen. Akan tetapi, unsur ini masih mampu mereduksi karena dapat bereaksi dengan hidrogen membentuk fosfin (PH_3), sedangkan belerang merupakan oksidator lemah. Klorin merupakan oksidator yang sangat kuat, dan di antara unsur periode ketiga, klorin merupakan oksidator yang paling kuat.</p>	<i>Claim</i>	Unsur-unsur periode ketiga dari Na ke Cl berubah dari reduktor kuat (Na, Mg, dan Al) menjadi reduktor lemah (Si) dan berubah menjadi oksidator lemah (P dan S) kemudian oksidator kuat (Cl).	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	C-G
		<i>Ground</i>	Natrium merupakan reduktor kuat yang dapat mereduksi air menjadi gas hidrogen. Magnesium, meskipun daya reduksinya lebih lemah dari natrium, tetapi jika dilihat dari nilai potensial elektrodanya (E°) masih merupakan reduktor kuat. Aluminium meskipun dilihat dari nilai potensial elektrodanya merupakan reduktor kuat, tetapi adanya lapisan oksida di permukaannya menyebabkan aluminium kurang reaktif. Namun, jika aluminium dibentuk amalgam dengan raksa, logam ini akan sangat reaktif sebagai reduktor kuat. Silikon merupakan reduktor yang sangat lemah dan dapat bereaksi dengan oksidator kuat, misalnya oksigen dan halogen secara langsung. Fosfor merupakan reduktor yang sangat lemah terutama dalam mereduksi oksigen dan halogen. Akan tetapi, unsur ini masih mampu mereduksi karena dapat bereaksi dengan hidrogen membentuk fosfin (PH_3), sedangkan belerang merupakan oksidator lemah. Klorin merupakan oksidator yang sangat kuat, dan di antara unsur periode ketiga, klorin merupakan oksidator yang paling kuat.	Tinggi	<i>Ground</i> berdasarkan hasil penelitian, hasil observasi, dan data statistik	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	
223	<p>4. Sifat Basa Hidroksida Unsur-unsur Periode Ketiga</p> <p>Hidroksida unsur-unsur periode ketiga mempunyai rumus kimia yang teratur yaitu, NaOH; $\text{Mg}(\text{OH})_2$; $\text{Al}(\text{OH})_3$; $\text{Si}(\text{OH})_4$ atau $\text{OSi}(\text{OH})_2$; $\text{P}(\text{OH})_3$ atau $\text{OP}(\text{OH})_3$; $\text{S}(\text{OH})_6$ atau $\text{O}_2\text{S}(\text{OH})_2$; dan $\text{Cl}(\text{OH})_7$ atau $\text{O}_3\text{Cl}(\text{OH})$. Sifat hidroksidanya berubah dari basa kuat (NaOH dan $\text{Mg}(\text{OH})_2$) menuju ke amfoter ($\text{Al}(\text{OH})_3$), kemudian asam lemah $\text{OSi}(\text{OH})_2$ dan $\text{OP}(\text{OH})_3$, selanjutnya berubah ke asam kuat $\text{O}_3\text{Cl}(\text{OH})$. Sifat amfoter dari $\text{Al}(\text{OH})_3$ ditunjukkan oleh reaksinya dengan asam kuat dan basa kuat berikut.</p> $\text{Al}(\text{OH})_3(\text{s}) + 3\text{H}^+(\text{aq}) \rightarrow \text{Al}^{3+}(\text{aq}) + 3\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ <p>Reaksi tersebut menunjukkan bahwa $\text{Al}(\text{OH})_3$ bersifat basa.</p> $\text{Al}(\text{OH})_3(\text{s}) + \text{OH}^-(\text{aq}) \rightarrow [\text{Al}(\text{OH})_4]^{-}(\text{aq})$ <p>Reaksi tersebut menunjukkan bahwa $\text{Al}(\text{OH})_3$ bersifat asam.</p> <p>Jadi, $\text{Al}(\text{OH})_3$ dapat bersifat basa dalam lingkungan asam dan bersifat asam</p>	<i>Claim</i>	Sifat hidroksidanya berubah dari basa kuat (NaOH dan $\text{Mg}(\text{OH})_2$) menuju ke amfoter ($\text{Al}(\text{OH})_3$), kemudian asam lemah $\text{OSi}(\text{OH})_2$ dan $\text{OP}(\text{OH})_3$, selanjutnya berubah ke asam kuat $\text{O}_3\text{Cl}(\text{OH})$.	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Bagus	<i>Claim</i> dituliskan secara jelas namun masih perlu diklarifikasi	C-W-G-B
		<i>Warrant</i>	Sifat amfoter dari $\text{Al}(\text{OH})_3$ ditunjukkan oleh reaksinya dengan asam kuat dan basa kuat berikut.	Sedang	<i>Warrant</i> berupa pemahaman ilmiah seperti prinsip dan aturan umum	Sangat bagus	<i>Warrant</i> tertulis dengan baik, mudah diidentifikasi, dan menghubungkan <i>claim</i> dan	

	dalam lingkungan asam. Dengan demikian, $Al(OH)_3$ disebut sebagai hidroksida yang bersifat <i>amfoter</i> .					<i>ground</i> .																																																																																																																																								
		<i>Ground</i>	$Al(OH)_3(s) + 3H^+(aq) \rightarrow Al^{3+}(aq) + 3H_2O(l)$ Reaksi tersebut menunjukkan bahwa $Al(OH)_3$ bersifat basa. $Al(OH)_3(s) + OH^-(aq) \rightarrow [Al(OH)_4]^{-}(aq)$ Reaksi tersebut menunjukkan bahwa $Al(OH)_3$ bersifat asam.	Sedang	<i>Ground</i> yang disajikan dalam bentuk konsep	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi																																																																																																																																							
		<i>Backing</i>	Jadi, $Al(OH)_3$ dapat bersifat basa dalam lingkungan asam dan bersifat asam dalam lingkungan asam. Dengan demikian, $Al(OH)_3$ disebut sebagai hidroksida yang bersifat <i>amfoter</i> .	Sedang	<i>Backing</i> berupa pemahaman ilmiah seperti prinsip dan aturan umum	Sangat bagus	<i>Backing</i> mendukung <i>warrant</i>																																																																																																																																							
224	5. Sifat-sifat Senyawa Keterangan perubahan unsur periode ketiga dari Na ke Ar tidak sebatas sifat-sifat unsurnya, tetapi juga rumus kimia dan sifat-sifat senyawanya. Lihat Tabel 5.2 dan 5.3.	<i>Claim</i>	Keterangan perubahan unsur periode ketiga dari Na ke Ar tidak sebatas sifat-sifat unsurnya, tetapi juga rumus kimia dan sifat-sifat senyawanya.	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik																																																																																																																																							
	<table border="1"> <caption>Tabel 5.2 Sifat-sifat unsur periode ketiga.</caption> <thead> <tr> <th>Sifat</th> <th>Na</th> <th>Mg</th> <th>Al</th> <th>Si</th> <th>P</th> <th>S</th> <th>Cl</th> <th>Ar</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Nomor atom</td> <td>11</td> <td>12</td> <td>13</td> <td>14</td> <td>15</td> <td>16</td> <td>17</td> <td>18</td> </tr> <tr> <td>Konfigurasi elektron</td> <td>[Ne] $3s^1$</td> <td>[Ne] $3s^2$</td> <td>[Ne] $3s^2 3p^1$</td> <td>[Ne] $3s^2 3p^2$</td> <td>[Ne] $3s^2 3p^3$</td> <td>[Ne] $3s^2 3p^4$</td> <td>[Ne] $3s^2 3p^5$</td> <td>[Ne] $3s^2 3p^6$</td> </tr> <tr> <td>Energi ionisasi pertama (kJ/mol)</td> <td>496</td> <td>738</td> <td>578</td> <td>789</td> <td>1.013</td> <td>1.000</td> <td>1.250</td> <td>1.521</td> </tr> <tr> <td>Titik leleh (°C)</td> <td>98</td> <td>649</td> <td>660</td> <td>1.410</td> <td>44.1</td> <td>115</td> <td>-101</td> <td>-189</td> </tr> <tr> <td>Titik dididh (°C)</td> <td>883</td> <td>1.107</td> <td>2.519</td> <td>3.280</td> <td>277</td> <td>444</td> <td>-35</td> <td>-186</td> </tr> <tr> <td>Wujud pada 25°C</td> <td>Padat</td> <td>Padat</td> <td>Padat</td> <td>Padat</td> <td>Padat</td> <td>Padat</td> <td>Gas</td> <td>Gas</td> </tr> <tr> <td>Daya hantar listrik</td> <td>Baik</td> <td>Baik</td> <td>Baik</td> <td colspan="5">Nonkonduktor</td> </tr> <tr> <td>Daya hantar panas</td> <td>Baik</td> <td>Baik</td> <td>Baik</td> <td colspan="5">Nonkonduktor</td> </tr> <tr> <td>Struktur</td> <td colspan="2">Kristal logam rakasa</td> <td>Kristal kovalen rakasa</td> <td colspan="2">Kristal kovalen sederhana</td> <td>Gas diatomik</td> <td colspan="2">Gas monoatomik</td> </tr> <tr> <td>Reaksinya dengan air</td> <td>Dahsyat, menghasilkan $NaOH + H_2$</td> <td>Lambat, menghasilkan $Mg(OH)_2 + H_2$</td> <td>Sangat lambat, menghasilkan Al_2O_3</td> <td colspan="3">Tidak bereaksi dengan air</td> <td>Lambat, menghasilkan HCl dan H_2O</td> <td>Tidak bereaksi</td> </tr> <tr> <td>Reaksinya dengan hidrogen</td> <td>Dahsyat, menghasilkan NaH</td> <td>Dahsyat, menghasilkan MgH_2</td> <td colspan="2">Tidak bereaksi</td> <td>Lambat, menghasilkan H_2S</td> <td>Dahsyat, menghasilkan HCl</td> <td colspan="2">Tidak bereaksi</td> </tr> <tr> <td>Reaksinya dengan oksigen</td> <td>Bereaksi membentuk Na_2O</td> <td>Bereaksi membentuk MgO</td> <td>Bereaksi membentuk Al_2O_3</td> <td>Bereaksi membentuk SiO_2</td> <td>Bereaksi membentuk P_2O_5</td> <td>Bereaksi membentuk SO_2 atau SO_3</td> <td>Bereaksi membentuk Cl_2O</td> <td>Tidak bereaksi</td> </tr> <tr> <td>Reaksinya dengan asam</td> <td>Dahsyat, menghasilkan gas H_2</td> <td>Cepat, menghasilkan gas H_2</td> <td colspan="6">Tidak bereaksi</td> </tr> <tr> <td>Reaksinya dengan klorin</td> <td>Sangat dahsyat, menghasilkan $NaCl$</td> <td>Dahsyat, menghasilkan $MgCl_2$</td> <td>Dahsyat, menghasilkan $AlCl_3$</td> <td>Lambat, menghasilkan $SiCl_4$</td> <td>Lambat, menghasilkan PCl_3 dan PCl_5</td> <td>Lambat, menghasilkan SCl_2</td> <td>-</td> <td>Tidak bereaksi</td> </tr> </tbody> </table>	Sifat	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar	Nomor atom	11	12	13	14	15	16	17	18	Konfigurasi elektron	[Ne] $3s^1$	[Ne] $3s^2$	[Ne] $3s^2 3p^1$	[Ne] $3s^2 3p^2$	[Ne] $3s^2 3p^3$	[Ne] $3s^2 3p^4$	[Ne] $3s^2 3p^5$	[Ne] $3s^2 3p^6$	Energi ionisasi pertama (kJ/mol)	496	738	578	789	1.013	1.000	1.250	1.521	Titik leleh (°C)	98	649	660	1.410	44.1	115	-101	-189	Titik dididh (°C)	883	1.107	2.519	3.280	277	444	-35	-186	Wujud pada 25°C	Padat	Padat	Padat	Padat	Padat	Padat	Gas	Gas	Daya hantar listrik	Baik	Baik	Baik	Nonkonduktor					Daya hantar panas	Baik	Baik	Baik	Nonkonduktor					Struktur	Kristal logam rakasa		Kristal kovalen rakasa	Kristal kovalen sederhana		Gas diatomik	Gas monoatomik		Reaksinya dengan air	Dahsyat, menghasilkan $NaOH + H_2$	Lambat, menghasilkan $Mg(OH)_2 + H_2$	Sangat lambat, menghasilkan Al_2O_3	Tidak bereaksi dengan air			Lambat, menghasilkan HCl dan H_2O	Tidak bereaksi	Reaksinya dengan hidrogen	Dahsyat, menghasilkan NaH	Dahsyat, menghasilkan MgH_2	Tidak bereaksi		Lambat, menghasilkan H_2S	Dahsyat, menghasilkan HCl	Tidak bereaksi		Reaksinya dengan oksigen	Bereaksi membentuk Na_2O	Bereaksi membentuk MgO	Bereaksi membentuk Al_2O_3	Bereaksi membentuk SiO_2	Bereaksi membentuk P_2O_5	Bereaksi membentuk SO_2 atau SO_3	Bereaksi membentuk Cl_2O	Tidak bereaksi	Reaksinya dengan asam	Dahsyat, menghasilkan gas H_2	Cepat, menghasilkan gas H_2	Tidak bereaksi						Reaksinya dengan klorin	Sangat dahsyat, menghasilkan $NaCl$	Dahsyat, menghasilkan $MgCl_2$	Dahsyat, menghasilkan $AlCl_3$	Lambat, menghasilkan $SiCl_4$	Lambat, menghasilkan PCl_3 dan PCl_5	Lambat, menghasilkan SCl_2	-	Tidak bereaksi	<i>Ground</i>	Lihat Tabel 5.2 dan 5.3.	Tinggi	<i>Ground</i> berdasarkan hasil penelitian, hasil observasi, dan data statistik	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi
Sifat	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar																																																																																																																																						
Nomor atom	11	12	13	14	15	16	17	18																																																																																																																																						
Konfigurasi elektron	[Ne] $3s^1$	[Ne] $3s^2$	[Ne] $3s^2 3p^1$	[Ne] $3s^2 3p^2$	[Ne] $3s^2 3p^3$	[Ne] $3s^2 3p^4$	[Ne] $3s^2 3p^5$	[Ne] $3s^2 3p^6$																																																																																																																																						
Energi ionisasi pertama (kJ/mol)	496	738	578	789	1.013	1.000	1.250	1.521																																																																																																																																						
Titik leleh (°C)	98	649	660	1.410	44.1	115	-101	-189																																																																																																																																						
Titik dididh (°C)	883	1.107	2.519	3.280	277	444	-35	-186																																																																																																																																						
Wujud pada 25°C	Padat	Padat	Padat	Padat	Padat	Padat	Gas	Gas																																																																																																																																						
Daya hantar listrik	Baik	Baik	Baik	Nonkonduktor																																																																																																																																										
Daya hantar panas	Baik	Baik	Baik	Nonkonduktor																																																																																																																																										
Struktur	Kristal logam rakasa		Kristal kovalen rakasa	Kristal kovalen sederhana		Gas diatomik	Gas monoatomik																																																																																																																																							
Reaksinya dengan air	Dahsyat, menghasilkan $NaOH + H_2$	Lambat, menghasilkan $Mg(OH)_2 + H_2$	Sangat lambat, menghasilkan Al_2O_3	Tidak bereaksi dengan air			Lambat, menghasilkan HCl dan H_2O	Tidak bereaksi																																																																																																																																						
Reaksinya dengan hidrogen	Dahsyat, menghasilkan NaH	Dahsyat, menghasilkan MgH_2	Tidak bereaksi		Lambat, menghasilkan H_2S	Dahsyat, menghasilkan HCl	Tidak bereaksi																																																																																																																																							
Reaksinya dengan oksigen	Bereaksi membentuk Na_2O	Bereaksi membentuk MgO	Bereaksi membentuk Al_2O_3	Bereaksi membentuk SiO_2	Bereaksi membentuk P_2O_5	Bereaksi membentuk SO_2 atau SO_3	Bereaksi membentuk Cl_2O	Tidak bereaksi																																																																																																																																						
Reaksinya dengan asam	Dahsyat, menghasilkan gas H_2	Cepat, menghasilkan gas H_2	Tidak bereaksi																																																																																																																																											
Reaksinya dengan klorin	Sangat dahsyat, menghasilkan $NaCl$	Dahsyat, menghasilkan $MgCl_2$	Dahsyat, menghasilkan $AlCl_3$	Lambat, menghasilkan $SiCl_4$	Lambat, menghasilkan PCl_3 dan PCl_5	Lambat, menghasilkan SCl_2	-	Tidak bereaksi																																																																																																																																						

Tabel 5.3 Sifat beberapa senyawa unsur periode ketiga.															
Unsur	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl								
Senyawa klorida															
a. Rumus	NaCl	MgCl ₂	AlCl ₃	SiCl ₄	PCl ₃ atau PCl ₅	S ₂ Cl ₂ atau SCl ₂	Cl ₂								
b. Ikatan	Ion	Ion	Ion/kovalen	Kovalen	Kovalen	Kovalen	Kovalen								
c. Wujud pada 25°C	Padat	Padat	Padat	Gas	Gas	Gas	Gas								
d. Struktur	Kristal ion	Kristal ion raksasa	Kristal ion	Molekul sederhana	Molekul sederhana	Molekul sederhana	Molekul sederhana								
Senyawa hidrida															
a. Rumus	NaH	MgH ₂	AlH ₃	SiH ₄	PH ₃	H ₂ S	HCl								
b. Ikatan	Ion	Ion	Kovalen	Kovalen	Kovalen	Kovalen	Kovalen								
c. Wujud pada 25°C	Padat	Padat	Gas	Gas	Gas	Gas	Gas								
d. Struktur	Kristal ion raksasa	Kristal ion raksasa	Kovalen raksasa	Molekul sederhana	Molekul sederhana	Molekul sederhana	Molekul sederhana								
Senyawa oksida															
a. Rumus	Na ₂ O	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	P ₂ O ₃ atau P ₂ O ₅	SO ₂ atau SO ₃	Cl ₂ O								
b. Wujud pada 25°C	Padat	Padat	Padat	Padat	Gas	Gas	Gas								
c. Struktur	Kristal ion raksasa	Kristal ion raksasa	Kristal ion atau kovalen raksasa	Kristal kovalen raksasa	Molekul sederhana	Molekul sederhana	Molekul sederhana								
d. Sifat	Basa kuat	Basa kuat	Amfoter	Asam	Asam	Asam	Asam								
e. Reaksi dengan H ₂ O	Bereaksi, menghasilkan NaOH	Bereaksi, menghasilkan Mg(OH) ₂	Tidak bereaksi	Tidak bereaksi	Bereaksi, menghasilkan H ₃ PO ₃ /H ₃ PO ₄	Bereaksi, menghasilkan H ₂ SO ₃ /H ₂ SO ₄	Bereaksi, menghasilkan HClO ₄								
Senyawa hidroksida															
a. Rumus	NaOH	Mg(OH) ₂	Al(OH) ₃	Osil(OH) ₂ atau H ₂ SiO ₃	OP(OH) ₂ atau H ₃ PO ₃	O ₂ Si(OH) ₂ atau H ₂ SiO ₄	O ₂ Cl(OH) atau HClO ₄								
b. Sifat	Basa kuat	Basa kuat	Amfoter	Asam sangat lemah	Asam lemah	Asam kuat	Asam sangat kuat								
c. Reaksi dengan basa	Tidak bereaksi	Tidak bereaksi	Membentuk [Al(OH) ₄] ⁻ atau AlO ₂ ⁻	Membentuk garam	Membentuk garam	Membentuk garam	Membentuk garam								
d. Reaksi dengan asam	Membentuk garam	Membentuk garam	Membentuk Al ³⁺	Tidak bereaksi	Tidak bereaksi	Tidak bereaksi	Tidak bereaksi								
225	B. Unsur-unsur Periode Ketiga di Alam Unsur periode ketiga di alam berada dalam bentuk senyawa, kecuali belerang dan argon. Belerang terdapat bebas di kawah-kawah gunung berapi, misalnya Dieng, Tengger, dan gunung berapi lainnya. Selain itu, deposit belerang juga terdapat di perut bumi. Argon merupakan gas monoatomik yang terdapat di udara sekitar 0,15%. Natrium, magnesium, klorin, dan argon telah dibahas pada bab sebelumnya.								<i>Claim</i>	Unsur periode ketiga di alam berada dalam bentuk senyawa, kecuali belerang dan argon.	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Bagus	<i>Claim</i> dituliskan secara jelas namun masih perlu diklarifikasi	C-G
								<i>Ground</i>	Belerang terdapat bebas di kawah-kawah gunung berapi, misalnya Dieng, Tengger, dan gunung berapi lainnya. Selain itu, deposit belerang juga terdapat di perut bumi. Argon merupakan gas monoatomik yang terdapat di udara sekitar 0,15%.	Tinggi	<i>Ground</i> berdasarkan hasil penelitian, hasil observasi, dan data statistik	Bagus	<i>Ground</i> dari argumen mudah diidentifikasi, namun perlu klarifikasi		
226	1. Aluminium a. Keberadaan aluminium di alam Aluminium merupakan unsur logam periode ketiga terpenting dari sistem periodik unsur. Walaupun tidak terdapat bebas di alam, senyawa aluminium tersebar luas di kerak bumi. Aluminium merupakan unsur dengan persentase terbesar ketiga di kerak bumi setelah oksigen dan silikon. Mineral (batuan) yang mengandung aluminium tersebar di kerak bumi sebagai aluminium silikat (tanah liat), bauksit, kriolit (Na ₃ AlF ₆), dan korundum (Al ₂ O ₃). Secara ekonomis, bijih aluminium diperoleh dari bijih bauksit yang merupakan senyawa aluminium oksida hidrat (Al ₂ O ₃ ·H ₂ O). Tambang bauksit di Indonesia terdapat di Pulau Bintan (Kepulauan Riau), Kalimantan Barat, dan Kepulauan Bangka Belitung.								<i>Claim</i>	Walaupun tidak terdapat bebas di alam, senyawa aluminium tersebar luas di kerak bumi.	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	C-G
								<i>Ground</i>	Aluminium merupakan unsur dengan persentase terbesar ketiga di kerak bumi setelah oksigen dan silikon. Mineral (batuan) yang mengandung aluminium tersebar di kerak bumi sebagai aluminium silikat (tanah liat), bauksit, kriolit (Na ₃ AlF ₆), dan korundum (Al ₂ O ₃). Secara	Tinggi	<i>Ground</i> berdasarkan hasil penelitian, hasil observasi, dan	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi		

			ekonomis, bijih aluminium diperoleh dari bijih bauksit yang merupakan senyawa aluminium oksida hidrat ($Al_2O_3 \cdot H_2O$).		data statistik			
227	<p>b. Sifat-sifat aluminium</p> <p>1) <i>Sifat fisis dan sifat kimia logam aluminium</i></p> <p>Aluminium merupakan logam yang berwarna putih dan mengilap, ringan, relatif lunak dan ulet, sukar mengalami korosi, serta mempunyai massa jenis yang relatif rendah. Jika dilihat dari potensial elektrodanya, aluminium merupakan logam yang mudah mengalami korosi dan merupakan reduktor yang kuat. Akan tetapi, pada kenyataannya, reaksi aluminium dalam larutan sangat lambat. Hal ini disebabkan adanya lapisan oksida aluminium yang melindungi logamnya. Jika lapisan oksida aluminium ini dihilangkan, misalnya dibentuk sebagai amalgam dengan air raksa atau diampelas, aluminium dapat bereaksi dengan berbagai pereaksi. Jika dibakar di udara, akan menghasilkan oksida dan sedikit nitrida.</p> $2Al(s) + \frac{3}{2}O_2(g) \rightarrow Al_2O_3(s)$ $2Al(s) + N_2(g) \rightarrow 2AlN(s)$	<p><i>Claim</i></p> <p>Jika dilihat dari potensial elektrodanya, aluminium merupakan logam yang mudah mengalami korosi dan merupakan reduktor yang kuat. Akan tetapi, pada kenyataannya, reaksi aluminium dalam larutan sangat lambat.</p>	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	C-G-W-B	
		<p><i>Ground</i></p> <p>Hal ini disebabkan adanya lapisan oksida aluminium yang melindungi logamnya.</p>	Tinggi	<i>Ground</i> berdasarkan hasil penelitian, hasil observasi, dan data statistik	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi		
		<p><i>Warrant</i></p> <p>Jika lapisan oksida aluminium ini dihilangkan, misalnya dibentuk sebagai amalgam dengan air raksa atau diampelas, aluminium dapat bereaksi dengan berbagai pereaksi. Jika dibakar di udara, akan menghasilkan oksida dan sedikit nitrida.</p>	Sedang	<i>Warrant</i> berupa pemahaman ilmiah seperti prinsip dan aturan umum	Sangat bagus	<i>Warrant</i> tertulis dengan baik, mudah diidentifikasi, dan menghubungkan <i>claim</i> dan <i>ground</i> .		
		<p><i>Backing</i></p> $2Al(s) + \frac{3}{2}O_2(g) \rightarrow Al_2O_3(s)$ $2Al(s) + N_2(g) \rightarrow 2AlN(s)$	Sedang	<i>Backing</i> berupa pemahaman ilmiah seperti prinsip dan aturan umum	Sangat bagus	<i>Backing</i> mendukung <i>warrant</i>		
228	<p>Aluminium bereaksi dengan asam menghasilkan gas hidrogen. Reaksinya semula berjalan lambat, tetapi setelah lapisan oksidanya habis, reaksi akan berlangsung lebih cepat.</p> $Al(s) + 3H^+(aq) \rightarrow Al^{3+}(aq) + \frac{3}{2}H_2(g)$	<p><i>Claim</i></p> <p>Aluminium bereaksi dengan asam menghasilkan gas hidrogen</p>	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	C-W-G	
		<p><i>Warrant</i></p> <p>Reaksinya semula berjalan lambat, tetapi setelah lapisan oksidanya habis, reaksi akan berlangsung lebih cepat.</p>	Sedang	<i>Warrant</i> berupa pemahaman ilmiah seperti /prinsip dan aturan umum	Bagus	<i>Warrant</i> jelas dan dapat diidentifikasi, tetapi masih perlu klarifikasi		

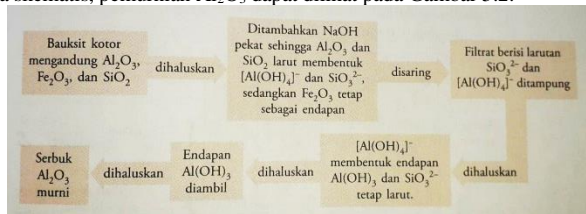
		<i>Ground</i>	$Al(s) + 3H^+(aq) \rightarrow Al^{3+}(aq) + \frac{3}{2}H_2(g)$	Sedang	<i>Ground</i> yang disajikan dalam bentuk konsep	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	
229	Dengan basa kuat, logam Al akan bereaksi menghasilkan gas hidrogen dan larutan aluminat. $Al(s) + OH^-(aq) + 3H_2O(l) \rightarrow [Al(OH)_4]^-(aq) + \frac{3}{2}H_2(g)$	<i>Claim</i>	Dengan basa kuat, logam Al akan bereaksi menghasilkan gas hidrogen dan larutan aluminat.	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	C-G
		<i>Ground</i>	$Al(s) + OH^-(aq) + 3H_2O(l) \rightarrow [Al(OH)_4]^-(aq) + \frac{3}{2}H_2(g)$	Sedang	<i>Ground</i> yang disajikan dalam bentuk konsep	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	
230	Kerapatan muatan ion aluminium (Al^{3+}) dalam larutannya, menyebabkan ion Al^{3+} mampu menarik molekul air membentuk suatu ion kompleks $[Al(H_2O)_6]^{3+}$. Di dalam larutannya, ion $[Al(H_2O)_6]^{3+}$ berada dalam kesetimbangan karena mengalami hidrolisis dan bersifat asam. $[Al(H_2O)_6]^{3+}(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons [Al(H_2O)_5OH]^{2+}(aq) + H_3O^+(aq)$ Sifat asam pada larutan ini disebabkan karena pada reaksi tersebut dihasilkan H_3O^+ , dan pada kenyataannya sifat asamnya lebih kuat daripada asam cuka.	<i>Claim</i>	Kerapatan muatan ion aluminium (Al^{3+}) dalam larutannya, menyebabkan ion Al^{3+} mampu menarik molekul air membentuk suatu ion kompleks $[Al(H_2O)_6]^{3+}$.	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Bagus	<i>Claim</i> dituliskan secara jelas namun masih perlu diklarifikasi	C-G
		<i>Ground</i>	Di dalam larutannya, ion $[Al(H_2O)_6]^{3+}$ berada dalam kesetimbangan karena mengalami hidrolisis dan bersifat asam. $[Al(H_2O)_6]^{3+}(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons [Al(H_2O)_5OH]^{2+}(aq) + H_3O^+(aq)$ Sifat asam pada larutan ini disebabkan karena pada reaksi tersebut dihasilkan H_3O^+ , dan pada kenyataannya sifat asamnya lebih kuat daripada asam cuka.	Tinggi	<i>Ground</i> berdasarkan hasil penelitian, hasil observasi, dan data statistik	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	
231	Adanya basa yang lebih kuat daripada H_2O , misalnya CO_3^{2-} akan mampu mengendapkan ion aluminium melalui reaksi berikut. $[Al(H_2O)_6]^{3+}(aq) + 3CO_3^{2-}(l) \rightleftharpoons [Al(H_2O)_3(OH)_3](s) + 3HCO_3^-(aq)$ Aluminium hidroksida	<i>Claim</i>	Adanya basa yang lebih kuat daripada H_2O , misalnya CO_3^{2-} akan mampu mengendapkan ion aluminium melalui reaksi berikut.	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	C-G
		<i>Ground</i>	$[Al(H_2O)_6]^{3+}(aq) + 3CO_3^{2-}(l) \rightleftharpoons [Al(H_2O)_3(OH)_3](s) + 3HCO_3^-(aq)$ Aluminium hidroksida	Sedang	<i>Ground</i> yang disajikan dalam bentuk konsep	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	
232	Reaksi ion $[Al(H_2O)_6]^{3+}$ dengan basa kuat mula-mula akan menghasilkan endapan. Akan tetapi, pada penambahan basa berikutnya akan mengakibatkan endapan larut kembali.	<i>Claim</i>	Reaksi ion $[Al(H_2O)_6]^{3+}$ dengan basa kuat mula-mula akan menghasilkan endapan. Akan tetapi, pada penambahan basa berikutnya akan mengakibatkan endapan larut kembali.	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan	C-G

	$[Al(H_2O)_6]^{3+}(aq) + 3OH^-(l) \rightleftharpoons [Al(H_2O)_3(OH)_3](s) + 3H_2O(l)$ <p style="text-align: center;">endapan putih</p> $[Al(H_2O)_3(OH)_3](s) + OH^-(l) \rightleftharpoons [Al(H_2O)_2(OH)_4]^-(aq) + H_2O(l)$ <p style="text-align: center;">Ion aluminat (tidak berwarna)</p>						dengan baik	
		<i>Ground</i>	$[Al(H_2O)_6]^{3+}(aq) + 3OH^-(l) \rightleftharpoons [Al(H_2O)_3(OH)_3](s) + 3H_2O(l)$ <p style="text-align: center;">endapan putih</p> $[Al(H_2O)_3(OH)_3](s) + OH^-(l) \rightleftharpoons [Al(H_2O)_2(OH)_4]^-(aq) + H_2O(l)$ <p style="text-align: center;">Ion aluminat (tidak berwarna)</p>	Sedang	<i>Ground</i> yang disajikan dalam bentuk konsep	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	
233	Gaya tarik ion $[Al(H_2O)_6]^{3+}$ yang sangat kuat terhadap ion atau partikel-partikel kecil menyebabkan ion tersebut digunakan untuk mengendapkan lumpur dalam proses penjernihan air. Senyawa yang digunakan umumnya tawas $[Al_2(SO_4)_3 \cdot 24H_2O]$. Jika ke dalam air ditambahkan tawas, ion $[Al(H_2O)_6]^{3+}$ yang terbentuk akan segera menarik partikel-partikel bermuatan (lumpur dan ion-ion pengotor) sehingga berubah menjadi molekul yang sangat besar. Oleh karena adanya pengaruh gravitasi, maka molekul tersebut akan segera mengendap.	<i>Claim</i>	Gaya tarik ion $[Al(H_2O)_6]^{3+}$ yang sangat kuat terhadap ion atau partikel-partikel kecil menyebabkan ion tersebut digunakan untuk mengendapkan lumpur dalam proses penjernihan air.	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	C-G-W
		<i>Ground</i>	Senyawa yang digunakan umumnya tawas $[Al_2(SO_4)_3 \cdot 24H_2O]$.	Tinggi	<i>Ground</i> berdasarkan hasil penelitian, hasil observasi, dan data statistik	Bagus	<i>Ground</i> dari argumen mudah diidentifikasi, namun perlu klarifikasi	
		<i>Warrant</i>	Jika ke dalam air ditambahkan tawas, ion $[Al(H_2O)_6]^{3+}$ yang terbentuk akan segera menarik partikel-partikel bermuatan (lumpur dan ion-ion pengotor) sehingga berubah menjadi molekul yang sangat besar. Oleh karena adanya pengaruh gravitasi, maka molekul tersebut akan segera mengendap.	Sedang	<i>Warrant</i> berupa pemahaman ilmiah seperti prinsip dan aturan umum	Sangat bagus	<i>Warrant</i> tertulis dengan baik, mudah diidentifikasi, dan menghubungkan <i>claim</i> dan <i>ground</i> .	
234	2) <i>Ikatan pada senyawa aluminium</i> Sifat-sifat senyawa aluminium lebih banyak ditentukan oleh sifat ion Al^{3+} yang mempunyai kerapatan muatan sangat besar. Kerapatan muatan ini disebabkan ukuran ion yang kecil, tetapi muatannya besar. Adanya kerapatan muatan yang tinggi mengakibatkan ion Al^{3+} mampu menarik pasangan elektron dari ion negatif yang dekat dengannya sehingga ikatan yang terbentuk mengalami pergeseran dari ikatan ion menjadi ikatan kovalen. Semakin besar ukuran ion negatif yang berikatan dengan Al^{3+} , semakin mudah terpolarisasi. Hal ini tampak pada senyawa AlF_3 yang berikatan ion, sedangkan $AlCl_3$ lebih bersifat kovalen pada suhu tinggi. Senyawa $AlBr_3$ dan AlI_3 merupakan senyawa kovalen.	<i>Claim</i>	Sifat-sifat senyawa aluminium lebih banyak ditentukan oleh sifat ion Al^{3+} yang mempunyai kerapatan muatan sangat besar.	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	C-G-W-B
		<i>Ground</i>	Kerapatan muatan ini disebabkan ukuran ion yang kecil, tetapi muatannya besar.	Sedang	<i>Ground</i> yang disajikan dalam bentuk konsep	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	
		<i>Warrant</i>	Adanya kerapatan muatan yang tinggi mengakibatkan ion Al^{3+} mampu menarik	Sedang	<i>Warrant</i> berupa	Bagus	<i>Warrant</i> jelas dan dapat	

			pasangan elektron dari ion negatif yang dekat dengannya sehingga ikatan yang terbentuk mengalami pergeseran dari ikatan ion menjadi ikatan kovalen.		pemahaman ilmiah seperti prinsip dan aturan umum		diidentifikasi, tetapi masih perlu klarifikasi	
		<i>Backing</i>	Semakin besar ukuran ion negatif yang berikatan dengan Al^{3+} , semakin mudah terpolarisasi. Hal ini tampak pada senyawa AlF_3 yang berikatan ion, sedangkan $AlCl_3$ lebih bersifat kovalen pada suhu tinggi. Senyawa $AlBr_3$ dan AlI_3 merupakan senyawa kovalen.	Sedang	<i>Backing</i> berupa pemahaman ilmiah seperti prinsip dan aturan umum	Sangat bagus	<i>Backing</i> mendukung <i>warrant</i>	
235	3) Oksida dan hidroksida aluminium Senyawa Al_2O_3 merupakan senyawa kovalen yang ikatannya sangat kuat, tidak mudah larut dalam air, dan bahkan tidak dapat ditembus air. Lapisan Al_2O_3 ini dapat dipertebal dengan melakukan proses <i>anodasi</i> . Lapisan Al_2O_3 yang baru terbentuk dapat mengikat zat warna sehingga pada proses anodasi lapisan tersebut dapat diberi warna yang permanen dan tidak mudah tergores karena kuatnya ikatan Al_2O_3 .	<i>Claim</i>	Senyawa Al_2O_3 merupakan senyawa kovalen yang ikatannya sangat kuat, tidak mudah larut dalam air, dan bahkan tidak dapat ditembus air. Lapisan Al_2O_3 ini dapat dipertebal dengan melakukan proses <i>anodasi</i> .	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Bagus	<i>Claim</i> dituliskan secara jelas namun masih perlu diklarifikasi	C-G
		<i>Ground</i>	Lapisan Al_2O_3 yang baru terbentuk dapat mengikat zat warna sehingga pada proses anodasi lapisan tersebut dapat diberi warna yang permanen dan tidak mudah tergores karena kuatnya ikatan Al_2O_3 .	Tinggi	<i>Ground</i> berdasarkan hasil penelitian, hasil observasi, dan data statistik	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	
236	Aluminium oksida (Al_2O_3) merupakan oksida yang bersifat amfoter karena dapat bereaksi dengan asam maupun dengan basa meskipun berlangsung lambat. $Al_2O_3(s) + 6HCl(aq) \rightarrow 2AlCl_3(aq) + 3H_2O(l)$ $Al_2O_3(s) + 2NaOH(aq) \rightarrow 2NaAlO_2(aq) + H_2O(l)$	<i>Claim</i>	Aluminium oksida (Al_2O_3) merupakan oksida yang bersifat amfoter karena dapat bereaksi dengan asam maupun dengan basa meskipun berlangsung lambat.	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	C-G
		<i>Ground</i>	$Al_2O_3(s) + 6HCl(aq) \rightarrow 2AlCl_3(aq) + 3H_2O(l)$ $Al_2O_3(s) + 2NaOH(aq) \rightarrow 2NaAlO_2(aq) + H_2O(l)$	Sedang	<i>Ground</i> yang disajikan dalam bentuk konsep	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	
237	Aluminium hidroksida merupakan hidroksida yang bersifat amfoter, seperti halnya aluminium oksida. Padatan $Al(OH)_3$ dapat larut dalam asam kuat (misalnya HCl) maupun basa kuat (misalnya NaOH). Hal tersebut menunjukkan bahwa $Al(OH)_3$ bersifat amfoter, yaitu dalam lingkungan asam bersifat basa, tetapi dalam lingkungan basa bersifat asam. Reaksi yang terjadi adalah: $Al(OH)_3(s) + 3H^+(aq) \rightarrow Al^{3+}(aq) + 3H_2O(l)$ $Al(OH)_3(s) + OH^-(aq) \rightarrow Al(OH)_4^-(aq)$	<i>Claim</i>	Aluminium hidroksida merupakan hidroksida yang bersifat amfoter, seperti halnya aluminium oksida.	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	C-W-G
		<i>Warrant</i>	Padatan $Al(OH)_3$ dapat larut dalam asam kuat (misalnya HCl) maupun basa kuat (misalnya NaOH). Hal tersebut menunjukkan bahwa $Al(OH)_3$ bersifat amfoter, yaitu dalam lingkungan	Sedang	<i>Warrant</i> berupa pemahaman ilmiah seperti	Sangat bagus	<i>Warrant</i> tertulis dengan baik, mudah diidentifikasi,	

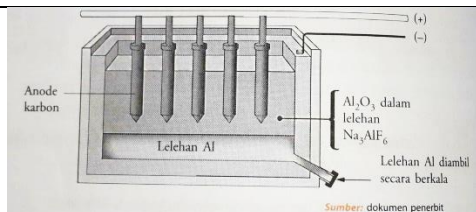
			asam bersifat basa, tetapi dalam lingkungan basa bersifat asam.		prinsip dan aturan umum		dan menghubungkan <i>claim</i> dan <i>ground</i> .	
		<i>Ground</i>	Reaksi yang terjadi adalah: $Al(OH)_3(s) + 3H^+(aq) \rightarrow Al^{3+}(aq) + 3H_2O(l)$ $Al(OH)_3(s) + OH^-(aq) \rightarrow Al(OH)_4^-(aq)$	Sedang	<i>Ground</i> yang disajikan dalam bentuk konsep	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	
238	Aluminium hidroksida yang baru terbentuk berupa koloid (gel), sebab molekul air yang mengelilingi ion Al^{3+} sebelumnya terperangkap di dalam. Sifat ini menyebabkan aluminium hidroksida dapat mengikat molekul-molekul yang ada di sekelilingnya. Sifat ini yang menjadi dasar aluminium hidroksida yang dibentuk dari tawas dimanfaatkan sebagai mordan dalam pencelupan kain, sebab aluminium hidroksida akan terdeposit masuk ke dalam serat kain dan mengikat zat warna yang terperangkap di dalamnya. Dalam proses pencelupan, mula-mula kain dicelupkan dalam larutan $Al_2(SO_4)_3$ (tawas), kemudian ditambahkan basa (soda) sehingga di dalam serat kain terjadi reaksi yang menghasilkan $Al(OH)_3$ dan bersamaan dengan itu zat warna akan diserap oleh molekul-molekul $Al(OH)_3$ yang baru terbentuk.	<i>Ground</i>	Aluminium hidroksida yang baru terbentuk berupa koloid (gel), sebab molekul air yang mengelilingi ion Al^{3+} sebelumnya terperangkap di dalam.	Tinggi	<i>Ground</i> berdasarkan hasil penelitian, hasil observasi, dan data statistik	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	G-W-C-B
		<i>Warrant</i>	Sifat ini menyebabkan aluminium hidroksida dapat mengikat molekul-molekul yang ada di sekelilingnya.	Sedang	<i>Warrant</i> berupa pemahaman ilmiah seperti prinsip dan aturan umum	Sangat bagus	<i>Warrant</i> tertulis dengan baik, mudah diidentifikasi, dan menghubungkan <i>claim</i> dan <i>ground</i> .	
		<i>Claim</i>	Sifat ini yang menjadi dasar aluminium hidroksida yang dibentuk dari tawas dimanfaatkan sebagai mordan dalam pencelupan kain, sebab aluminium hidroksida akan terdeposit masuk ke dalam serat kain dan mengikat zat warna yang terperangkap di dalamnya.	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	
		<i>Backing</i>	Dalam proses pencelupan, mula-mula kain dicelupkan dalam larutan $Al_2(SO_4)_3$ (tawas), kemudian ditambahkan basa (soda) sehingga di dalam serat kain terjadi reaksi yang menghasilkan $Al(OH)_3$ dan bersamaan dengan itu zat warna akan diserap oleh molekul-molekul $Al(OH)_3$ yang baru terbentuk.	Sedang	<i>Backing</i> berupa pemahaman ilmiah seperti prinsip dan aturan umum	Sangat bagus	<i>Backing</i> mendukung <i>warrant</i>	
239	c. Industri aluminium dan penggunaannya Pemisahan aluminium dari bijih bauksit dilakukan melalui dua tahap, yaitu pemurnian bijih bauksit dan elektrolisis Al_2O_3 . Proses ekstraksi aluminium menggunakan metode elektrolisis dikenal sebagai proses Hall-Heroult . 1) Pemurnian bijih bauksit Bauksit umumnya tidak hanya mengandung $Al_2O_3 \cdot H_2O$ saja, tetapi mengandung	<i>Ground</i>	Bauksit umumnya tidak hanya mengandung $Al_2O_3 \cdot H_2O$ saja, tetapi mengandung zat pengotor oksida-oksida yang lain, misalnya Fe_2O_3 dan SiO_2 .	Tinggi	<i>Ground</i> berdasarkan hasil penelitian, hasil observasi, dan	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	G-C-W

zat pengotor oksida-oksida yang lain, misalnya Fe_2O_3 dan SiO_2 . Oleh karena itu, tahap awal pemisahan aluminium dari bijihnya dilakukan dengan memurnikan Al_2O_3 . Pemurnian Al_2O_3 dilakukan dengan memanfaatkan sifat amfoteranya. Secara skematis, pemurnian Al_2O_3 dapat dilihat pada Gambar 5.2.

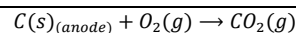


Gambar 5.2 Skema pemurnian Al_2O_3 dari bijih bauksit.

					data statistik			
	<i>Claim</i>	Oleh karena itu, tahap awal pemisahan aluminium dari bijihnya dilakukan dengan memurnikan Al_2O_3 .	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik		
	<i>Warrant</i>	Pemurnian Al_2O_3 dilakukan dengan memanfaatkan sifat amfoteranya. Secara skematis, pemurnian Al_2O_3 dapat dilihat pada Gambar 5.2.	Sedang	<i>Warrant</i> berupa pemahaman ilmiah seperti prinsip dan aturan umum	Bagus	<i>Warrant</i> jelas dan dapat diidentifikasi, tetapi masih perlu klarifikasi		
240	2) <i>Elektrolisis Al_2O_3</i> Setelah didapatkan Al_2O_3 murni, proses selanjutnya adalah elektrolisis lelehan Al_2O_3 . Pada elektrolisis ini, Al_2O_3 dicampur dengan 2 – 8% kriolit (Na_3AlF_6) yang berfungsi untuk menurunkan titik leleh Al_2O_3 (titik leleh Al_2O_3 murni mencapai 2.000°C). Campuran tersebut akan meleleh pada suhu antara $850 - 950^\circ\text{C}$. Anode dan katodanya terbuat dari grafit. Reaksi yang terjadi: $\text{Al}_2\text{O}_3(l) \rightarrow 2\text{Al}^{3+}(l) + 3\text{O}^{2-}(l)$ Anode (+) : $3\text{O}^{2-}(l) \rightarrow \frac{3}{2}\text{O}_2(g) + 6e^-$ Katode (-) : $2\text{Al}^{3+}(l) + 6e^- \rightarrow 2\text{Al}(l)$ Reaksi sel : $2\text{Al}^{3+}(l) + 3\text{O}^{2-}(l) \rightarrow 2\text{Al}(l) + \frac{3}{2}\text{O}_2(g)$ Logam aluminium cair yang mengendap di bawah lelehan Al_2O_3 dan Na_3AlF_6 dialirkan ke dalam cetakan, sedangkan gas oksigen yang terbentuk di katode dapat membakar anode yang terbuat dari grafit sehingga anode secara berkala harus diganti. $\text{C}(s)_{(anode)} + \text{O}_2(g) \rightarrow \text{CO}_2(g)$ Dengan proses Hall-Heroult ini, aluminium dapat diproduksi secara massal dengan biaya lebih murah. Sebelum ditemukan proses ini, aluminium termasuk logam yang mempunyai nilai ekonomis tinggi, sebab sukar didapat. Bahkan pada masa itu, Kaisar Napoleon III merasa prestisius karena peralatan makannya terbuat dari aluminium.	<i>Claim</i>	Setelah didapatkan Al_2O_3 murni, proses selanjutnya adalah elektrolisis lelehan Al_2O_3 .	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	C-G-W-B
	<i>Ground</i>	Pada elektrolisis ini, Al_2O_3 dicampur dengan 2 – 8% kriolit (Na_3AlF_6) yang berfungsi untuk menurunkan titik leleh Al_2O_3 (titik leleh Al_2O_3 murni mencapai 2.000°C). Campuran tersebut akan meleleh pada suhu antara $850 - 950^\circ\text{C}$. Anode dan katodanya terbuat dari grafit.	Tinggi	<i>Ground</i> berdasarkan hasil penelitian, hasil observasi, dan data statistik	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi		
	<i>Warrant</i>	Reaksi yang terjadi: $\text{Al}_2\text{O}_3(l) \rightarrow 2\text{Al}^{3+}(l) + 3\text{O}^{2-}(l)$ Anode (+) : $3\text{O}^{2-}(l) \rightarrow \frac{3}{2}\text{O}_2(g) + 6e^-$ Katode (-) : $2\text{Al}^{3+}(l) + 6e^- \rightarrow 2\text{Al}(l)$ Reaksi sel : $2\text{Al}^{3+}(l) + 3\text{O}^{2-}(l) \rightarrow 2\text{Al}(l) + \frac{3}{2}\text{O}_2(g)$	Sedang	<i>Warrant</i> berupa pemahaman ilmiah seperti prinsip dan aturan umum	Sangat bagus	<i>Warrant</i> tertulis dengan baik, mudah diidentifikasi, dan menghubungkan <i>claim</i> dan <i>ground</i> .		
	<i>Backing</i>	Logam aluminium cair yang mengendap di bawah lelehan Al_2O_3 dan Na_3AlF_6 dialirkan ke dalam cetakan, sedangkan gas oksigen yang terbentuk di katode dapat membakar anode yang terbuat dari grafit sehingga anode secara berkala harus diganti.	Sedang	<i>Backing</i> berupa pemahaman ilmiah seperti prinsip dan aturan umum	Sangat bagus	<i>Backing</i> mendukung <i>warrant</i>		



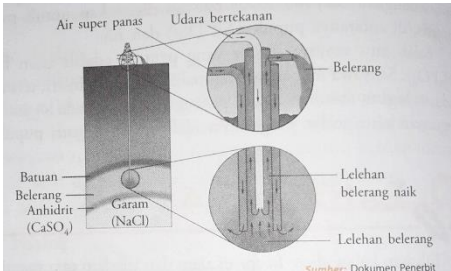
Gambar 5.3 Elektrolisis untuk mendapatkan logam aluminium (proses Hall-Heroult)



241	<p>Logam aluminium banyak dimanfaatkan karena sifat-sifat khasnya, di antaranya sebagai berikut.</p> <ol style="list-style-type: none"> Sifat logam aluminium yang ringan, ulet, kuat, dan tahan korosi dimanfaatkan untuk peralatan konstruksi. Contohnya kerangka kendaraan, pesawat terbang, konstruksi rumah, dan peralatan rumah tangga. Daya hantar listriknya yang baik menyebabkan logam aluminium digunakan sebagai kawat listrik tegangan tinggi. Sifatnya yang tahan korosi, mudah dibentuk, dan kuat dimanfaatkan untuk membuat kaleng, pembungkus, dan peralatan dapur. 	<p><i>Claim</i></p> <p>Logam aluminium banyak dimanfaatkan karena sifat-sifat khasnya, di antaranya sebagai berikut.</p>	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	C-G	
		<p><i>Ground</i></p> <ol style="list-style-type: none"> Sifat logam aluminium yang ringan, ulet, kuat, dan tahan korosi dimanfaatkan untuk peralatan konstruksi. Contohnya kerangka kendaraan, pesawat terbang, konstruksi rumah, dan peralatan rumah tangga. Daya hantar listriknya yang baik menyebabkan logam aluminium digunakan sebagai kawat listrik tegangan tinggi. Sifatnya yang tahan korosi, mudah dibentuk, dan kuat dimanfaatkan untuk membuat kaleng, pembungkus, dan peralatan dapur. 	Tinggi	<i>Ground</i> berdasarkan hasil penelitian, hasil observasi, dan data statistik	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi		
242	<p>2. Silikon</p> <p>Silikon merupakan unsur terbanyak kedua setelah oksigen yang terdapat di kerak bumi. Unsur ini tersebar di kerak bumi sebagai mineral silikat dan silikon dioksida atau kuarsa (SiO_2).</p> <p>Silikon dipisahkan dari senyawanya dengan cara mereduksi SiO_2 dengan menggunakan karbon atau CaC_2.</p> $SiO_2(s) + C(s) \rightarrow Si(s) + CO_2(g)$	<p><i>Claim</i></p> <p>Silikon dipisahkan dari senyawanya dengan cara mereduksi SiO_2 dengan menggunakan karbon atau CaC_2.</p>	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	C-G	
		<p><i>Ground</i></p> $SiO_2(s) + C(s) \rightarrow Si(s) + CO_2(g)$	Sedang	<i>Ground</i> yang disajikan dalam bentuk konsep	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi		
243	<p>Silikon yang diperoleh dari proses ini belum murni sehingga untuk memurnikannya, dilakukan proses <i>zone refining</i>. Proses ini dimulai dengan mengubah silikon menjadi $SiCl_4$, kemudian direduksi kembali dengan</p>	<p><i>Claim</i></p> <p>Silikon yang diperoleh dari proses ini belum murni sehingga untuk memurnikannya, dilakukan proses <i>zone refining</i>.</p>	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi	C-G	

	menggunakan gas hidrogen. Dengan teknik tertentu pada <i>zone refining</i> , akan diperoleh silikon super murni. Jika silikon super murni diberi pengotor arsen atau boron (kurang dari 10 ⁻⁹ %), akan terbentuk semikonduktor yang dapat digunakan dalam pembuatan <i>microchip</i> .	<i>Ground</i>	Proses ini dimulai dengan mengubah silikon menjadi SiCl ₄ , kemudian direduksi kembali dengan menggunakan gas hidrogen.	Tinggi	<i>Ground</i> berdasarkan hasil penelitian, hasil observasi, dan data statistik	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	
244	Sifat keras dari silikon banyak dimanfaatkan untuk campuran logam yang mempunyai sifat khusus, misalnya baja silikon (Fe-Si) yang dimanfaatkan untuk bahan blok mesin, dinamo, dan trafo listrik. Senyawa silikon yang penting adalah silikon dioksida (SiO ₂) dan silikat (SiO ₃ ²⁻) _n yang terdapat pada batu granit yang keras, pasir dan tanah liat. Tanah liat yang banyak mengandung silikon dimanfaatkan sebagai bahan semen. Pemanasan Na ₂ CO ₃ dan SiO ₂ pada suhu sekitar 1.300°C akan menghasilkan senyawa yang larut dalam air, yang dikenal dengan <i>water glass</i> . Jika pada pemanasan ditambahkan kapur (CaCO ₃), akan didapatkan cairan gelas untuk membuat kaca. $Na_2CO_3(s) + CaCO_3(s) + 2SiO_2(s) \rightarrow Na_2SiO_3 \cdot CaSiO_3(l) + 2CO_2(g)$ cairan gelas	<i>Claim</i>	Pemanasan Na ₂ CO ₃ dan SiO ₂ pada suhu sekitar 1.300°C akan menghasilkan senyawa yang larut dalam air, yang dikenal dengan <i>water glass</i> . Jika pada pemanasan ditambahkan kapur (CaCO ₃), akan didapatkan cairan gelas untuk membuat kaca.	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	C-G
		<i>Ground</i>	$Na_2CO_3(s) + CaCO_3(s) + 2SiO_2(s) \rightarrow Na_2SiO_3 \cdot CaSiO_3(l) + 2CO_2(g)$ cairan gelas	Sedang	<i>Ground</i> yang disajikan dalam bentuk konsep	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	
245	Penambahan bahan tertentu ke dalam cairan gelas ini akan menghasilkan gelas dengan sifat tertentu, misalnya penambahan boron oksida akan menghasilkan gelas borosilikat yang tahan pada suhu tinggi. Penambahan bahan tertentu pada gelas akan menghasilkan <i>fiberglass</i> dan <i>serat optik</i> . Senyawa silikon organik yang banyak dikenal adalah <i>siloksan</i> (C ₆ H ₅) ₃ SiOSi(C ₆ H ₅) ₃ yang dimanfaatkan sebagai pelarut, pembersih, dan bahan pengilap (semir sepatu).	<i>Claim</i>	Penambahan bahan tertentu ke dalam cairan gelas ini akan menghasilkan gelas dengan sifat tertentu	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	C-G
		<i>Ground</i>	misalnya penambahan boron oksida akan menghasilkan gelas borosilikat yang tahan pada suhu tinggi.	Tinggi	<i>Ground</i> berdasarkan hasil penelitian, hasil observasi, dan data statistik	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	
246	3. Fosfor Fosfor di alam terdapat sebagai mineral apatit Ca ₅ (PO ₄) ₆ CaX ₂ (X = F, Cl, atau OH) dan batuan fosfat Ca ₃ (PO ₄) ₂ . Fosfor dipisahkan dari senyawanya dengan cara mereduksi batuan fosfat dengan SiO ₂ dan karbon. $Ca_3(PO_4)_2(s) + 6SiO_2(s) + 10C(s) \rightarrow P_4(g) + 6CaSiO_3(s) + 10CO(g)$	<i>Claim</i>	Fosfor di alam terdapat sebagai mineral apatit Ca ₅ (PO ₄) ₆ CaX ₂ (X = F, Cl, atau OH) dan batuan fosfat Ca ₃ (PO ₄) ₂ . Fosfor dipisahkan dari senyawanya dengan cara mereduksi batuan fosfat dengan SiO ₂ dan karbon.	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	C-G
		<i>Ground</i>	$Ca_3(PO_4)_2(s) + 6SiO_2(s) + 10C(s) \rightarrow P_4(g) + 6CaSiO_3(s) + 10CO(g)$	Sedang	<i>Ground</i> yang disajikan dalam bentuk konsep	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	

247	Fosfor bebas merupakan molekul tetraatom (P_4) yang mempunyai dua bentuk kristal, yaitu fosfor merah dan fosfor putih. Fosfor putih lebih reaktif daripada fosfor merah. Di udara, fosfor mudah terbakar membentuk fosfor (IV) oksida. $P_4(s) + 5O_2(g) \rightarrow P_4O_{10}(g)$	<i>Claim</i>	Di udara, fosfor mudah terbakar membentuk fosfor (IV) oksida.	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	C-G
		<i>Ground</i>	$P_4(s) + 5O_2(g) \rightarrow P_4O_{10}(g)$	Sedang	<i>Ground</i> yang disajikan dalam bentuk konsep	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	
248	Fosfor tidak larut dalam air, tetapi dapat larut dalam CS_2 dan pelarut organik lainnya. Fosfor juga mudah terbakar oleh oksigen di udara sehingga disimpan di dalam air. Fosfor merah digunakan untuk membuat ujung batang korek api, sedangkan senyawa fosfat banyak digunakan untuk pupuk sintetis, di antaranya pupuk TSP, DSP, dan ES. Salah satu senyawa fosfor yang penting adalah asam fosfat (H_3PO_4). Senyawa ini banyak digunakan dalam industri, terutama industri logam, misalnya dalam pencegahan karat pada logam besi. Kegunaan asam fosfat yang lain adalah untuk industri pupuk.	<i>Claim</i>	Salah satu senyawa fosfor yang penting adalah asam fosfat (H_3PO_4).	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	C-G
		<i>Ground</i>	Senyawa ini banyak digunakan dalam industri, terutama industri logam, misalnya dalam pencegahan karat pada logam besi. Kegunaan asam fosfat yang lain adalah untuk industri pupuk.	Tinggi	<i>Ground</i> berdasarkan hasil penelitian, hasil observasi, dan data statistik	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	
249	4. Belerang a. Keberadaan dan pemisahan belerang Belerang terdapat di alam dalam keadaan bebas sebagai kristal S_8 atau amorf. Sumber belerang terdapat pada kawah gunung berapi. Selain itu, belerang bebas juga terdapat sebagai deposit belerang di dalam perut bumi. Senyawa belerang tersebar di alam sebagai gas H_2S ; batuan-batuan sulfat, misalnya batuan gipsum ($CaSO_4$); dan mineral sulfida, misalnya pirit (FeS_2), kalkopirit ($CuFeS_2$), dan galena (PbS).	<i>Claim</i>	Selain itu, belerang bebas juga terdapat sebagai deposit belerang di dalam perut bumi.	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Bagus	<i>Claim</i> dituliskan secara jelas namun masih perlu diklarifikasi	C-G
		<i>Ground</i>	Senyawa belerang tersebar di alam sebagai gas H_2S ; batuan-batuan sulfat, misalnya batuan gipsum ($CaSO_4$); dan mineral sulfida, misalnya pirit (FeS_2), kalkopirit ($CuFeS_2$), dan galena (PbS).	Tinggi	<i>Ground</i> berdasarkan hasil penelitian, hasil observasi, dan data statistik	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	
250	Belerang dapat diperoleh secara langsung di kawah gunung atau dari deposit belerang di bawah tanah dengan cara <i>Frasch</i> . Belerang juga dapat dipisahkan dari hidrokarbon (gas alam) yang mengandung H_2S dalam kadar tinggi. Sebagai contoh, di Kanada terdapat sumber gas alam yang mengandung H_2S 30%. Belerang dari gas alam diperoleh dengan cara mereaksikan gas H_2S tersebut dengan gas SO_2 yang diperoleh dari pembakaran belerang di udara. $S(g) + O_2(g) \rightarrow SO_2(g)$ $2H_2S(g) + SO_2(g) \rightarrow 3S(s) + 2H_2O(l)$	<i>Claim</i>	Belerang dari gas alam diperoleh dengan cara mereaksikan gas H_2S tersebut dengan gas SO_2 yang diperoleh dari pembakaran belerang di udara	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	C-G
		<i>Ground</i>	$S(g) + O_2(g) \rightarrow SO_2(g)$ $2H_2S(g) + SO_2(g) \rightarrow 3S(s) + 2H_2O(l)$	Sedang	<i>Ground</i> yang disajikan dalam bentuk	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah	

					konsep		diidentifikasi	
251	<p>Pengambilan belerang dari deposit belerang dalam perut bumi dilakukan dengan proses Frasch (Gambar 5.5), yaitu dengan memompakan air super panas bertekanan tinggi (pada kondisi tekanan tinggi ini, air dibuat bersuhu sekitar 147°C) sehingga belerang meleleh (titik leleh belerang 120°C). Adanya tekanan tinggi mengakibatkan lelehan belerang keluar melalui pori-pori tanah dan membeku di permukaan tanah.</p>  <p>Gambar 5.5 Proses Frasch untuk pengambilan belerang</p>	<i>Claim</i>	Pengambilan belerang dari deposit belerang dalam perut bumi dilakukan dengan proses Frasch (Gambar 5.5), yaitu dengan memompakan air super panas bertekanan tinggi (pada kondisi tekanan tinggi ini, air dibuat bersuhu sekitar 147°C) sehingga belerang meleleh (titik leleh belerang 120°C). Adanya tekanan tinggi mengakibatkan lelehan belerang keluar melalui pori-pori tanah dan membeku di permukaan tanah.	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	C-G
		<i>Ground</i>	Gambar 5.5 Proses Frasch untuk pengambilan belerang	Tinggi	<i>Ground</i> berdasarkan hasil penelitian, hasil observasi, dan data statistik	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	
252	<p>b. Sifat dan kegunaan belerang Kristal belerang merupakan molekul S₈ yang berbentuk cincin belerang. Kristalnya mempunyai dua alotropi, yaitu kristal monoklin dan kristal rhombis, yang berada dalam keadaan setimbang pada suhu 96°C. Peristiwa ini disebut dengan enantiotropi, yaitu dua bentuk kristal alotropi yang berada dalam keadaan setimbang.</p> $S_8(\text{monoklin}) \rightleftharpoons S_8(\text{rhombis})(\text{pada suhu } 96^\circ\text{C})$	<i>Claim</i>	Kristalnya mempunyai dua alotropi, yaitu kristal monoklin dan kristal rhombis, yang berada dalam keadaan setimbang pada suhu 96°C. Peristiwa ini disebut dengan enantiotropi, yaitu dua bentuk kristal alotropi yang berada dalam keadaan setimbang.	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Bagus	<i>Claim</i> dituliskan secara jelas namun masih perlu diklarifikasi	C-G
		<i>Ground</i>	$S_8(\text{monoklin}) \rightleftharpoons S_8(\text{rhombis})(\text{pada suhu } 96^\circ\text{C})$	Sedang	<i>Ground</i> yang disajikan dalam bentuk konsep	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	
253	<p>Pada pemanasan belerang, mula-mula akan terbentuk cairan kuning yang jernih. Pada peristiwa ini, terjadi pembukaan cincin S₈ menjadi rantai terbuka. Jika pemanasan dilanjutkan, warna cairan akan menjadi semakin cokelat dan kental karena adanya penggabungan rantai-rantai tersebut menjadi molekul raksasa, Pada suhu yang sangat tinggi, rantai raksasa tersebut akan terpotong menjadi S₄. Uap belerang pada suhu rendah merupakan molekul S₈, tetapi pada suhu tinggi akan berubah menjadi S₂ seperti oksigen.</p>	<i>Claim</i>	Pada pemanasan belerang, mula-mula akan terbentuk cairan kuning yang jernih. Pada peristiwa ini, terjadi pembukaan cincin S ₈ menjadi rantai terbuka. Jika pemanasan dilanjutkan, warna cairan akan menjadi semakin cokelat dan kental karena adanya penggabungan rantai-rantai tersebut menjadi molekul raksasa.	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	C-G

		<i>Ground</i>	Pada suhu yang sangat tinggi, rantai raksasa tersebut akan terpotong menjadi S ₄ . Uap belerang pada suhu rendah merupakan molekul S ₈ , tetapi pada suhu tinggi akan berubah menjadi S ₂ seperti oksigen.	Tinggi	<i>Ground</i> berdasarkan hasil penelitian, hasil observasi, dan data statistik	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	
254	<p>Belerang dapat larut dalam CS₂, benzena, dan sikloheksana membentuk suatu cincin belerang, dengan 6 – 12 atom belerang setiap cincinnya. Belerang dapat bereaksi dengan oksigen membentuk oksida belerang (SO₂ atau SO₃).</p> $S(s) + O_2(g) \rightarrow SO_2(g)$ $SO_2(g) + \frac{1}{2}O_2(g) \rightleftharpoons SO_3(g) \quad \Delta H = -196,6 \text{ kJ/mol}$ <p>Pembentukan SO₃ dapat berlangsung pada suhu tinggi, yang dapat mengakitkannya kembali terurai menjadi SO₂ dan O₂. Dengan bantuan katalisator V₂O₅, reaksi dapat berlangsung pada suhu yang relatif rendah.</p>	<i>Claim</i>	Belerang dapat bereaksi dengan oksigen membentuk oksida belerang (SO ₂ atau SO ₃).	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	C-G-W
		<i>Ground</i>	$S(s) + O_2(g) \rightarrow SO_2(g)$ $SO_2(g) + \frac{1}{2}O_2(g) \rightleftharpoons SO_3(g) \quad \Delta H = -196,6 \text{ kJ/mol}$	Tinggi	<i>Ground</i> berdasarkan hasil penelitian, hasil observasi, dan data statistik	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	
		<i>Warrant</i>	Pembentukan SO ₃ dapat berlangsung pada suhu tinggi, yang dapat mengakitkannya kembali terurai menjadi SO ₂ dan O ₂ . Dengan bantuan katalisator V ₂ O ₅ , reaksi dapat berlangsung pada suhu yang relatif rendah.	Sedang	<i>Warrant</i> berupa pemahaman ilmiah seperti prinsip dan aturan umum	Sangat bagus	<i>Warrant</i> tertulis dengan baik, mudah diidentifikasi, dan menghubungkan <i>claim</i> dan <i>ground</i> .	
255	<p>c. Proses kontak</p> <p>Kegunaan utama belerang adalah untuk membuat asam sulfat (H₂SO₄). Proses pembuatan asam sulfat dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu <i>proses kamar timbel</i> dan <i>proses kontak</i>.</p> <p>Proses kamar timbel saat ini mulai ditinggalkan karena secara ekonomis hasilnya kurang menguntungkan, sebab hanya dihasilkan H₂SO₄ berkadar maksimum 77%. Sementara itu, pada proses kontak, dapat diperoleh H₂SO₄ dengan kadar 98 – 99%. Perbedaan utama dari kedua proses tersebut adalah pada penggunaan katalisator, dimana pada proses kamar timbel digunakan uap nitrosa (NO dan NO₂), sedangkan pada proses kontak digunakan katalisator vanadium (V) oksida (V₂O₅).</p>	<i>Claim</i>	Kegunaan utama belerang adalah untuk membuat asam sulfat (H ₂ SO ₄). Proses pembuatan asam sulfat dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu <i>proses kamar timbel</i> dan <i>proses kontak</i> .	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	C-G
		<i>Ground</i>	Proses kamar timbel saat ini mulai ditinggalkan karena secara ekonomis hasilnya kurang menguntungkan, sebab hanya dihasilkan H ₂ SO ₄ berkadar maksimum 77%. Sementara itu, pada proses kontak, dapat diperoleh H ₂ SO ₄ dengan kadar 98 – 99%. Perbedaan utama dari kedua proses tersebut adalah pada penggunaan katalisator, dimana pada proses kamar timbel digunakan uap nitrosa (NO dan NO ₂), sedangkan pada proses kontak digunakan katalisator	Tinggi	<i>Ground</i> berdasarkan hasil penelitian, hasil observasi, dan data statistik	Bagus	<i>Ground</i> dari argumen mudah diidentifikasi, namun perlu klarifikasi	

			vanadium (V) oksida (V_2O_5).					
256	<p>Tiga langkah utama dalam proses kontak, yaitu:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Pembakaran belerang menjadi belerang dioksida. $S(s) + O_2(g) \rightarrow SO_2(g)$ Gas SO_2 juga dapat diperoleh dari proses pengolahan tembaga (lihat pada pembahasan mengenai pemisahan tembaga pada bab unsur transisi). 2) Oksidasi SO_2 menjadi SO_3. $2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g) \quad \Delta H = -196,6 \text{ kJ/mol}$ 3) Reaksi SO_3 dengan air menjadi H_2SO_4. $SO_3(g) + H_2O(l) \rightarrow H_2SO_4(aq)$ <p>Proses yang paling menentukan adalah proses kedua karena reaksi tersebut menyangkut kesetimbangan yang perlu penanganan khusus agar hasil reaksinya optimum dan tidak terurai kembali.</p>	<i>Claim</i>	Tiga langkah utama dalam proses kontak, yaitu:	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	C-G
		<i>Ground</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1) Pembakaran belerang menjadi belerang dioksida. $S(s) + O_2(g) \rightarrow SO_2(g)$ Gas SO_2 juga dapat diperoleh dari proses pengolahan tembaga (lihat pada pembahasan mengenai pemisahan tembaga pada bab unsur transisi). 2) Oksidasi SO_2 menjadi SO_3. $2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g) \quad \Delta H = -196,6 \text{ kJ/mol}$ 3) Reaksi SO_3 dengan air menjadi H_2SO_4. $SO_3(g) + H_2O(l) \rightarrow H_2SO_4(aq)$ 	Tinggi	<i>Ground</i> berdasarkan hasil penelitian, hasil observasi, dan data statistik	Bagus	<i>Ground</i> dari argumen mudah diidentifikasi, namun perlu klarifikasi	
257	<p>Untuk meningkatkan produksi, laju pembentukan gas SO_3 merupakan hal penting. Oleh karena itu, perlu ditinjau asas Le-Chatelier dari reaksi kesetimbangan tersebut. Reaksi (2) merupakan reaksi eksoterm yang menyangkut perubahan 2 mol gas SO_2 dengan 1 mol gas O_2 menjadi 3 mol gas SO_3 sehingga hasilnya akan maksimum jika:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tekanan diperbesar <p>Reaksi akan bergeser ke kanan jika tekanannya dinaikkan. Pada kenyataannya, reaksi ini dapat berlangsung dengan baik pada tekanan 1 atmosfer (1 atm). Peningkatan tekanan menyebabkan kenaikan jumlah produk yang kurang berarti dibandingkan dengan biaya yang dikeluarkan. Oleh karena itu, proses kontak dilakukan pada tekanan 1 atm.</p>	<i>Claim</i>	Reaksi (2) merupakan reaksi eksoterm yang menyangkut perubahan 2 mol gas SO_2 dengan 1 mol gas O_2 menjadi 3 mol gas SO_3 sehingga hasilnya akan maksimum jika: <ul style="list-style-type: none"> • Tekanan diperbesar 	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	C-G-R
		<i>Ground</i>	Reaksi akan bergeser ke kanan jika tekanannya dinaikkan.	Sedang	<i>Ground</i> yang disajikan dalam bentuk konsep	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	
		<i>Rebuttal</i>	Pada kenyataannya, reaksi ini dapat berlangsung dengan baik pada tekanan 1 atmosfer (1 atm). Peningkatan tekanan menyebabkan kenaikan jumlah produk yang kurang berarti dibandingkan dengan biaya yang dikeluarkan. Oleh karena itu, proses kontak dilakukan pada tekanan 1 atm.	Tinggi	<i>Rebuttal</i> berupa bukti empiris atau konseptual serta menggunakan penalaran.	Bagus	Elemen <i>rebuttal</i> tertulis dengan baik namun perlu klarifikasi	

258	<ul style="list-style-type: none"> Reaksi dilangsungkan pada suhu rendah' Reaksi (2) akan bergeser ke kanan jika suhu diturunkan. Akan tetapi, jika suhu diturunkan reaksi akan berjalan lambat. Hal ini sesuai dengan azas laju reaksi, ketika suhu semakin turun, reaksi akan berlangsung semakin lambat. Untuk mengatasi hal ini, maka ditambahkan katalis V_2O_5. Penambahan katalis menyebabkan jalannya reaksi berubah, tetapi dengan energi pengaktifan yang rendah. Tahap 1 : $SO_2(g) + V_2O_5(s) \rightarrow SO_3(g) + V_2O_4(s)$ Tahap 2 : $V_2O_4(s) + \frac{1}{2}O_2(g) \rightarrow V_2O_5(s)$ Reaksi total : $SO_2(g) + \frac{1}{2}O_2(g) \rightarrow SO_3(g)$ 	<i>Warrant</i>	Reaksi (2) akan bergeser ke kanan jika suhu diturunkan. Akan tetapi, jika suhu diturunkan reaksi akan berjalan lambat. Hal ini sesuai dengan azas laju reaksi, ketika suhu semakin turun, reaksi akan berlangsung semakin lambat. Untuk mengatasi hal ini, maka ditambahkan katalis V_2O_5 .	Sedang	<i>Warrant</i> berupa pemahaman ilmiah seperti prinsip dan aturan umum	Sangat bagus	<i>Warrant</i> tertulis dengan baik, mudah diidentifikasi, dan menghubungkan an <i>claim</i> dan <i>ground</i> .	W-C-G
		<i>Claim</i>	Penambahan katalis menyebabkan jalannya reaksi berubah, tetapi dengan energi pengaktifan yang rendah.	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Bagus	<i>Claim</i> dituliskan secara jelas namun masih perlu diklarifikasi	
		<i>Ground</i>	Tahap 1 : $SO_2(g) + V_2O_5(s) \rightarrow SO_3(g) + V_2O_4(s)$ Tahap 2 : $V_2O_4(s) + \frac{1}{2}O_2(g) \rightarrow V_2O_5(s)$ Reaksi total : $SO_2(g) + \frac{1}{2}O_2(g) \rightarrow SO_3(g)$	Sedang	<i>Ground</i> yang disajikan dalam bentuk konsep	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	
259	<p>Proses reaksi SO_3 dengan air berlangsung eksoterm sehingga suhu dalam proses reaksi akan naik. Kenaikan suhu mengakibatkan gas SO_3 terurai kembali menjadi SO_2 dan O_2. Untuk mencegah hal tersebut, proses reaksi SO_3 dengan H_2O tidak dilakukan secara langsung, tetapi melalui pengenceran SO_3 dalam H_2SO_4. Larutan uap SO_3 dalam H_2SO_4 encer ini dikenal dengan H_2SO_4 pekat atau <i>oleum</i>. Kadar asam sulfat dalam oleum ini mencapai 98% dan lebih dikenal sebagai asam sulfat berasap.</p>	<i>Warrant</i>	Proses reaksi SO_3 dengan air berlangsung eksoterm sehingga suhu dalam proses reaksi akan naik. Kenaikan suhu mengakibatkan gas SO_3 terurai kembali menjadi SO_2 dan O_2 .	Sedang	<i>Warrant</i> berupa pemahaman ilmiah seperti prinsip dan aturan umum	Sangat bagus	<i>Warrant</i> tertulis dengan baik, mudah diidentifikasi, dan menghubungkan an <i>claim</i> dan <i>ground</i> .	W-C-G
		<i>Claim</i>	Untuk mencegah hal tersebut, proses reaksi SO_3 dengan H_2O tidak dilakukan secara langsung, tetapi melalui pengenceran SO_3 dalam H_2SO_4 .	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Bagus	<i>Claim</i> dituliskan secara jelas namun masih perlu diklarifikasi	
		<i>Ground</i>	Larutan uap SO_3 dalam H_2SO_4 encer ini dikenal dengan H_2SO_4 pekat atau <i>oleum</i> . Kadar asam sulfat dalam oleum ini mencapai 98% dan lebih dikenal sebagai asam sulfat berasap.	Tinggi	<i>Ground</i> berdasarkan hasil penelitian, hasil observasi, dan data statistik	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	
260	Penggunaan asam sulfat sangat luas. Hampir semua produk bahan kimia memerlukan asam sulfat sebagai bahan bantu dalam prosesnya, misalnya proses	<i>Claim</i>	Penggunaan asam sulfat sangat luas.	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah	C-G

	penyulingan minyak bumi, proses pembuatan plastik sintetis, proses pengolahan dan pengecoran logam, serta proses pembuatan tekstil.				pada fakta		diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	
		<i>Ground</i>	Hampir semua produk bahan kimia memerlukan asam sulfat sebagai bahan bantu dalam prosesnya, misalnya proses penyulingan minyak bumi, proses pembuatan plastik sintetis, proses pengolahan dan pengecoran logam, serta proses pembuatan tekstil.	Tinggi	<i>Ground</i> berdasarkan hasil penelitian, hasil observasi, dan data statistik	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	
BAB VI UNSUR-UNSUR TRANSISI PERIODE KEEMPAT								
261	A. Pengertian dan Sifat Unsur Transisi Periode Keempat Secara umum, unsur transisi adalah kelompok unsur yang terletak pada blok d di dalam sistem periodik unsur. Berdasarkan pengertian ini, unsur transisi periode keempat terdiri atas skandium (Sc), titanium (Ti), vanadium (V), kromium (Cr), mangan (Mn), besi (Fe), kobalt (Co), nikel (Ni), tembaga (Cu), dan seng (Zn).	<i>Ground</i>	Secara umum, unsur transisi adalah kelompok unsur yang terletak pada blok d di dalam sistem periodik unsur.	Sedang	<i>Ground</i> yang disajikan dalam bentuk konsep	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	G-C
		<i>Claim</i>	Berdasarkan pengertian ini, unsur transisi periode keempat terdiri atas skandium (Sc), titanium (Ti), vanadium (V), kromium (Cr), mangan (Mn), besi (Fe), kobalt (Co), nikel (Ni), tembaga (Cu), dan seng (Zn).	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	
262	Pengertian unsur transisi menurut IUPAC adalah unsur yang mempunyai subkulit d yang tidak terisi penuh atau unsur yang dapat membentuk kation dengan subkulit d yang tidak terisi penuh. Berdasarkan pengertian ini, berarti unsur Sc dan unsur Zn pada periode keempat tidak termasuk kategori unsur transisi.	<i>Ground</i>	Pengertian unsur transisi menurut IUPAC adalah unsur yang mempunyai subkulit d yang tidak terisi penuh atau unsur yang dapat membentuk kation dengan subkulit d yang tidak terisi penuh.	Sedang	<i>Ground</i> yang disajikan dalam bentuk konsep	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	G-C
		<i>Claim</i>	Berdasarkan pengertian ini, berarti unsur Sc dan unsur Zn pada periode keempat tidak termasuk kategori unsur transisi.	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	
263	Perdebatan tersebut menjadi lebih rumit apabila dihubungkan dengan sifat Sc dan Zn yang pada kasus tertentu mempunyai sifat-sifat yang berbeda dengan unsur blok d yang lain, misalnya Sc dan Zn hanya mempunyai sebuah bilangan oksidasi dan tidak berwarna. Akan tetapi, unsur Sc dan Zn menunjukkan sifat yang sama dengan unsur blok d yang lain, misalnya dapat membentuk ion kompleks. Oleh karena itu, pengertian unsur transisi yang pertama lebih banyak diikuti, sebab batasannya lebih jelas.	<i>Ground</i>	Perdebatan tersebut menjadi lebih rumit apabila dihubungkan dengan sifat Sc dan Zn yang pada kasus tertentu mempunyai sifat-sifat yang berbeda dengan unsur blok d yang lain, misalnya Sc dan Zn hanya mempunyai sebuah bilangan oksidasi dan tidak berwarna. Akan tetapi, unsur Sc dan Zn menunjukkan sifat yang sama dengan unsur blok d yang lain, misalnya dapat membentuk ion kompleks.	Tinggi	<i>Ground</i> berdasarkan hasil penelitian, hasil observasi, dan data statistik	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	G-C
		<i>Claim</i>	Oleh karena itu, pengertian unsur transisi yang pertama lebih banyak diikuti, sebab batasannya lebih jelas.	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Bagus	<i>Claim</i> dituliskan secara jelas namun masih	

	b. Dalam satu orbital yang terisi dua elektron, elektron akan berada pada spin yang berlawanan, dan berakibat adanya medan magnetik yang dapat menyebabkan naiknya tingkat energi.							
265	Berdasarkan dua hal tersebut, maka dapat dijelaskan bahwa pada atom Cr, besarnya selisih energi antara 4s dan 3d lebih rendah daripada naiknya energi akibat terjadinya medan magnet yang timbul karena adanya spin yang berlawanan. Sehingga, salah satu elektron 4s berpindah ke orbital kosong di 3d. Selain itu, penelitian terhadap atom Cu menunjukkan bahwa energi orbital 4s sedikit di atas 3d sehingga elektron akan mengisi orbital 3d terlebih dahulu. Hal ini juga terjadi pada beberapa atom logam transisi, misalnya perak (Ag) dan molibdenum (Mo).	<i>Ground</i>	Berdasarkan dua hal tersebut, maka dapat dijelaskan bahwa pada atom Cr, besarnya selisih energi antara 4s dan 3d lebih rendah daripada naiknya energi akibat terjadinya medan magnet yang timbul karena adanya spin yang berlawanan.	Tinggi	<i>Ground</i> berdasarkan hasil penelitian, hasil observasi, dan data statistik	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	G-C-W-B
		<i>Claim</i>	Sehingga, salah satu elektron 4s berpindah ke orbital kosong di 3d.	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	
		<i>Warrant</i>	Selain itu, penelitian terhadap atom Cu menunjukkan bahwa energi orbital 4s sedikit di atas 3d sehingga elektron akan mengisi orbital 3d terlebih dahulu.	Sedang	<i>Warrant</i> berupa pemahaman ilmiah seperti prinsip dan aturan umum	Sangat bagus	<i>Warrant</i> tertulis dengan baik, mudah diidentifikasi, dan menghubungkan <i>claim</i> dan <i>ground</i> .	
		<i>Backing</i>	Hal ini juga terjadi pada beberapa atom logam transisi, misalnya perak (Ag) dan molibdenum (Mo).	Sedang	<i>Backing</i> berupa pemahaman ilmiah seperti prinsip dan aturan umum	Bagus	<i>Backing</i> mendukung <i>warrant</i> , tetapi masih perlu klarifikasi	
266	2. Sifat Fisis Unsur Transisi Secara umum, sifat fisis unsur transisi adalah sebagai berikut. a. Semua unsur transisi adalah logam sehingga lebih sering disebut dengan logam transisi. b. Dalam satu periode dari kiri ke kanan, sifat-sifatnya (energi ionisasi,	<i>Claim</i>	Secara umum, sifat fisis unsur transisi adalah sebagai berikut. a. Semua unsur transisi adalah logam sehingga lebih sering disebut dengan logam transisi.	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	C-G

jari-jari atom, titik leleh, titik didih, dan massa jenisnya) tidak terlalu banyak berubah.

Sifat-sifat fisis secara umum dapat dilihat pada Tabel 6.2 berikut.

Tabel 6.2 Sifat-sifat umum unsur transisi

Sifat-sifat	Unsur	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn
Nomor atom		21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Titik leleh (°C)		1.541	1.668	1.890	1.857	1.244	1.535	1.495	1.453	1.083	419
Titik didih (°C)		2.830	3.287	3.407	2.672	2.061	2.861	2.927	2.913	2.567	907
Jari-jari atom (Å)		1,44	1,32	1,22	1,18	1,17	1,17	1,16	1,15	1,17	1,25
Energi ionisasi pertama (kJ/mol)		631	658	650	653	717	759	758	737	746	906
E° (volt)											
$M^{2+} + 2e^- \rightarrow M$		-	-	-1,20	-0,91	-1,19	-0,44	-0,28	-0,25	+0,34	-0,76
$M^{3+} + 3e^- \rightarrow M$		-2,10	-1,20	-0,86	-0,74	-0,28	+0,04	+0,04	-	-	-
Kerapatan (g/mL)		2,99	4,50	5,96	7,20	7,20	7,86	8,90	8,90	8,92	7,14

b. Dalam satu periode dari kiri ke kanan, sifat-sifatnya (energi ionisasi, jari-jari atom, titik leleh, titik didih, dan massa jenisnya) tidak terlalu banyak berubah.

Ground

Sifat-sifat fisis secara umum dapat dilihat pada Tabel 6.2 berikut.

Tabel 6.2 Sifat-sifat umum unsur transisi

Tinggi

Ground berdasarkan hasil penelitian, hasil observasi, dan data statistik

Sangat bagus

Ground dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi

267

3. Bilangan Oksidasi Unsur Transisi

Kecuali Sc dan Zn, unsur-unsur transisi periode keempat mempunyai bilangan oksidasi lebih dari satu tingkat. Vanadium mempunyai 4 tingkat bilangan oksidasi, yaitu +2, +3, +4, dan +5, masing-masing pada senyawa V^{2+} , V^{3+} , VO_2 , dan V_2O_5 . (Lihat Tabel 6.3)

Bervariasinya bilangan oksidasi dari unsur transisi disebabkan oleh adanya subkulit 3d yang belum terisi penuh. Tingkat energi dari 5 buah orbital pada subkulit 3d relatif sama, jadi perubahan konfigurasi yang terjadi pada subkulit 3d akan mempunyai tingkat kestabilan yang relatif sama pula. Umumnya, jika subkulit 3d berisi lebih dari 6 elektron, maka hanya sebuah elektron dari 3d yang bisa dilepaskan. Bahkan pada Zn, elektron subkulit 3d tidak dapat dilepaskan sama sekali. Akibatnya, unsur Zn hanya dapat mempunyai bilangan oksidasi +2.

Claim

Kecuali Sc dan Zn, unsur-unsur transisi periode keempat mempunyai bilangan oksidasi lebih dari satu tingkat.

Tinggi

Claim berdasarkan pada fakta

Bagus

Claim dituliskan secara jelas namun masih perlu diklarifikasi

C-G-W-B

Ground

Vanadium mempunyai 4 tingkat bilangan oksidasi, yaitu +2, +3, +4, dan +5, masing-masing pada senyawa V^{2+} , V^{3+} , VO_2 , dan V_2O_5 . (Lihat Tabel 6.3)

Tinggi

Ground berdasarkan hasil penelitian, hasil observasi, dan data statistik

Sangat bagus

Ground dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi

Warrant

Bervariasinya bilangan oksidasi dari unsur transisi disebabkan oleh adanya subkulit 3d yang belum terisi penuh.

Sedang

Warrant berupa pemahaman ilmiah seperti prinsip dan aturan umum

Sangat bagus

Warrant tertulis dengan baik, mudah diidentifikasi, dan menghubungkan *claim* dan *ground*.

Backing

Tingkat energi dari 5 buah orbital pada subkulit 3d relatif sama, jadi perubahan konfigurasi yang terjadi pada subkulit 3d akan mempunyai tingkat kestabilan yang relatif sama pula. Umumnya, jika subkulit 3d berisi lebih dari 6 elektron, maka

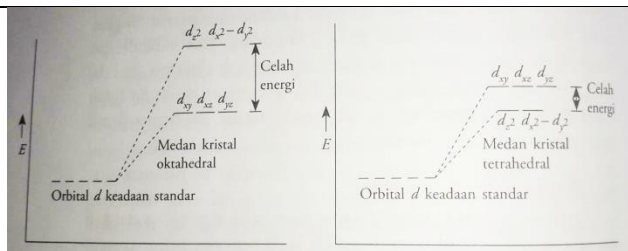
Sedang

Backing berupa pemahaman ilmiah seperti prinsip dan

Bagus

Backing mendukung *warrant*, tetapi masih perlu klarifikasi

			hanya sebuah elektron dari 3d yang bisa dilepaskan. Bahkan pada Zn, elektron subkulit 3d tidak dapat dilepaskan sama sekali. Akibatnya, unsur Zn hanya dapat mempunyai bilangan oksidasi +2.		aturan umum																																																																																																													
268	<p>4. Warna Unsur Transisi Umumnya, unsur transisi dapat membentuk senyawa dengan warna yang khas. Warna yang terjadi pada senyawa unsur transisi berhubungan dengan bilangan oksidasinya. Ion dari unsur yang sama dengan bilangan oksidasi yang berbeda, dapat mempunyai warna yang berbeda pula.</p> <p>Tabel 6.3 Warna senyawa unsur transisi dengan berbagai bilangan oksidasi.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Unsur</th> <th rowspan="2">Bilangan oksidasi</th> <th colspan="7">Warna pada bilangan oksidasi</th> </tr> <tr> <th>+1</th> <th>+2</th> <th>+3</th> <th>+4</th> <th>+5</th> <th>+6</th> <th>+7</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Sc</td> <td>+3</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>Tbw</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Ti</td> <td>+3, +4</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>Ungu</td> <td>Tbw</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>V</td> <td>+2, +3, +4, +5</td> <td>-</td> <td>Ungu</td> <td>Hijau</td> <td>Biru</td> <td>Merah</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Cr</td> <td>+2, +3, +6</td> <td>-</td> <td>Biru</td> <td>Hijau</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>Jingga</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Mn</td> <td>+2, +3, +4, +5, +6, +7</td> <td>-</td> <td>Merah muda</td> <td>Cokelat</td> <td>Cokelat tua</td> <td>Biru</td> <td>Hijau</td> <td>Ungu</td> </tr> <tr> <td>Fe</td> <td>+2, +3</td> <td>-</td> <td>Hijau</td> <td>Kuning</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Co</td> <td>+2, +3</td> <td>-</td> <td>Merah muda</td> <td>Ungu</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Ni</td> <td>+2, +3</td> <td>-</td> <td>Hijau</td> <td>Tbw</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Cu</td> <td>+1, +2</td> <td>Tbw</td> <td>Biru</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Zn</td> <td>+2</td> <td>-</td> <td>Tbw</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table> <p>Keterangan: Tbw = tidak berwarna</p>	Unsur	Bilangan oksidasi	Warna pada bilangan oksidasi							+1	+2	+3	+4	+5	+6	+7	Sc	+3	-	-	Tbw	-	-	-	-	Ti	+3, +4	-	-	Ungu	Tbw	-	-	-	V	+2, +3, +4, +5	-	Ungu	Hijau	Biru	Merah	-	-	Cr	+2, +3, +6	-	Biru	Hijau	-	-	Jingga	-	Mn	+2, +3, +4, +5, +6, +7	-	Merah muda	Cokelat	Cokelat tua	Biru	Hijau	Ungu	Fe	+2, +3	-	Hijau	Kuning	-	-	-	-	Co	+2, +3	-	Merah muda	Ungu	-	-	-	-	Ni	+2, +3	-	Hijau	Tbw	-	-	-	-	Cu	+1, +2	Tbw	Biru	-	-	-	-	-	Zn	+2	-	Tbw	-	-	-	-	-	<i>Claim</i>	Umumnya, unsur transisi dapat membentuk senyawa dengan warna yang khas.	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	C-W-G
				Unsur	Bilangan oksidasi	Warna pada bilangan oksidasi																																																																																																												
		+1	+2			+3	+4	+5	+6	+7																																																																																																								
Sc	+3	-	-	Tbw	-	-	-	-																																																																																																										
Ti	+3, +4	-	-	Ungu	Tbw	-	-	-																																																																																																										
V	+2, +3, +4, +5	-	Ungu	Hijau	Biru	Merah	-	-																																																																																																										
Cr	+2, +3, +6	-	Biru	Hijau	-	-	Jingga	-																																																																																																										
Mn	+2, +3, +4, +5, +6, +7	-	Merah muda	Cokelat	Cokelat tua	Biru	Hijau	Ungu																																																																																																										
Fe	+2, +3	-	Hijau	Kuning	-	-	-	-																																																																																																										
Co	+2, +3	-	Merah muda	Ungu	-	-	-	-																																																																																																										
Ni	+2, +3	-	Hijau	Tbw	-	-	-	-																																																																																																										
Cu	+1, +2	Tbw	Biru	-	-	-	-	-																																																																																																										
Zn	+2	-	Tbw	-	-	-	-	-																																																																																																										
<i>Warrant</i>	Warna yang terjadi pada senyawa unsur transisi berhubungan dengan bilangan oksidasinya. Ion dari unsur yang sama dengan bilangan oksidasi yang berbeda, dapat mempunyai warna yang berbeda pula.	Sedang	<i>Warrant</i> berupa pemahaman ilmiah seperti prinsip dan aturan umum	Bagus	<i>Warrant</i> jelas dan dapat diidentifikasi, tetapi masih perlu klarifikasi																																																																																																													
<i>Ground</i>	Tabel 6.3 Warna senyawa unsur transisi dengan berbagai bilangan oksidasi.	Tinggi	<i>Ground</i> berdasarkan hasil penelitian, hasil observasi, dan data statistik	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi																																																																																																													
269	<p>Terjadinya variasi warna unsur transisi disebabkan oleh orbital 3d yang dapat terpisah (mengalami splitting) menjadi dua kelompok tingkat energi, yaitu kelompok orbital pada sumbu ($d_{x^2-y^2}$ dan d_{z^2}) dan orbital di antara sumbu (d_{xy}, d_{xz}, d_{yz}). Adanya pemisahan ini mengakibatkan terjadinya celah energi yang dapat menyerap energi pada panjang gelombang sinar tampak. Warna yang diserap merupakan warna komplemennya. Warna hijau merupakan komplemen dari warna merah. Pada ion Cr^{3+}, celah energinya menyerap warna merah sehingga warna ion Cr^{3+} adalah hijau.</p>	<i>Ground</i>	Terjadinya variasi warna unsur transisi disebabkan oleh orbital 3d yang dapat terpisah (mengalami splitting) menjadi dua kelompok tingkat energi, yaitu kelompok orbital pada sumbu ($d_{x^2-y^2}$ dan d_{z^2}) dan orbital di antara sumbu (d_{xy} , d_{xz} , d_{yz}).	Sedang	<i>Ground</i> yang disajikan dalam bentuk konsep	Bagus	<i>Ground</i> dari argumen mudah diidentifikasi, namun perlu klarifikasi	G-C-W-B																																																																																																										
		<i>Claim</i>	Adanya pemisahan ini mengakibatkan terjadinya celah energi yang dapat menyerap energi pada panjang gelombang sinar tampak.	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Bagus	<i>Claim</i> dituliskan secara jelas namun masih perlu diklarifikasi																																																																																																											
		<i>Warrant</i>	Warna yang diserap merupakan warna komplemennya.	Sedang	<i>Warrant</i> berupa pemahaman ilmiah seperti	Bagus	<i>Warrant</i> jelas dan dapat diidentifikasi, tetapi masih																																																																																																											



Gambar 6.1 Celah energi unsur transisi periode keempat

					prinsip dan aturan umum		perlu klarifikasi							
		<i>Backing</i>	Warna hijau merupakan komplemen dari warna merah. Pada ion Cr^{3+} , celah energinya menyerap warna merah sehingga warna ion Cr^{3+} adalah hijau.	Sedang	<i>Backing</i> berupa pemahaman ilmiah seperti prinsip dan aturan umum	Sangat bagus	<i>Backing</i> mendukung <i>warrant</i>							
270	Perubahan warna juga terjadi karena perubahan bilangan oksidasi. Sebab, perubahan bilangan oksidasi mengakibatkan perubahan besarnya celah energi sehingga warna yang dihasilkan juga mengalami perubahan.	<i>Claim</i>	Perubahan warna juga terjadi karena perubahan bilangan oksidasi.	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	C-G						
		<i>Ground</i>	Sebab, perubahan bilangan oksidasi mengakibatkan perubahan besarnya celah energi sehingga warna yang dihasilkan juga mengalami perubahan.	Sedang	<i>Ground</i> yang disajikan dalam bentuk konsep	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi							
271	5. Keaktifan Katalitik Salah satu sifat penting dari unsur transisi dan senyawanya adalah kemampuannya untuk menjadi katalis pada reaksi-reaksi kimia di dalam tubuh atau di dalam industri. Di dalam tubuh terdapat enzim <i>sitokrom oksidase</i> yang berperan dalam mengoksidasi makanan. Enzim ini dapat bekerja jika terdapat ion Cu^{2+} . Jika tidak ada ion Cu^{2+} , enzim tidak bekerja dan tubuh tidak dapat melakukan metabolisme makanan.	<i>Claim</i>	Di dalam tubuh terdapat enzim <i>sitokrom oksidase</i> yang berperan dalam mengoksidasi makanan.	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	C-G						
		<i>Ground</i>	Enzim ini dapat bekerja jika terdapat ion Cu^{2+} . Jika tidak ada ion Cu^{2+} , enzim tidak bekerja dan tubuh tidak dapat melakukan metabolisme makanan.	Tinggi	<i>Ground</i> berdasarkan hasil penelitian, hasil observasi, dan data statistik	Bagus	<i>Ground</i> dari argumen mudah diidentifikasi, namun perlu klarifikasi							
272	Beberapa logam transisi telah digunakan secara komersial untuk katalis pada proses-proses industri. Berikut ini beberapa contohnya. Tabel 6.4 Beberapa katalis unsur transisi.	<i>Claim</i>	Beberapa logam transisi telah digunakan secara komersial untuk katalis pada proses-proses industri. Berikut ini beberapa contohnya.	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	C-G						
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Unsur transisi</th> <th>Senyawa yang digunakan</th> <th>Reaksi yang dikatalisis</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Ti</td> <td>TiCl_3</td> <td>Polimerisasi alkena (pembuatan plastik)</td> </tr> </tbody> </table>	Unsur transisi	Senyawa yang digunakan	Reaksi yang dikatalisis	Ti	TiCl_3	Polimerisasi alkena (pembuatan plastik)							
Unsur transisi	Senyawa yang digunakan	Reaksi yang dikatalisis												
Ti	TiCl_3	Polimerisasi alkena (pembuatan plastik)												

	<table border="1"> <tbody> <tr> <td>V</td> <td>V₂O₅</td> <td>Proses kontak (pembuatan H₂SO₄)</td> </tr> <tr> <td>Fe</td> <td>Fe atau Fe₂O₃</td> <td>Proses Haber-Bosch (pembuatan NH₃)</td> </tr> <tr> <td>Ni</td> <td>Ni</td> <td>Adisi alkena (pembuatan margarin)</td> </tr> <tr> <td>Cu</td> <td>Cu atau CuO</td> <td>Oksidasi alkohol (pembuatan formalin)</td> </tr> </tbody> </table>	V	V ₂ O ₅	Proses kontak (pembuatan H ₂ SO ₄)	Fe	Fe atau Fe ₂ O ₃	Proses Haber-Bosch (pembuatan NH ₃)	Ni	Ni	Adisi alkena (pembuatan margarin)	Cu	Cu atau CuO	Oksidasi alkohol (pembuatan formalin)	<i>Ground</i>	Tabel 6.4 Beberapa katalis unsur transisi.	Tinggi	<i>Ground</i> berdasarkan hasil penelitian, hasil observasi, dan data statistik	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	
V	V ₂ O ₅	Proses kontak (pembuatan H ₂ SO ₄)																		
Fe	Fe atau Fe ₂ O ₃	Proses Haber-Bosch (pembuatan NH ₃)																		
Ni	Ni	Adisi alkena (pembuatan margarin)																		
Cu	Cu atau CuO	Oksidasi alkohol (pembuatan formalin)																		
273	<p>Kemampuan unsur transisi sebagai katalis suatu reaksi diperkirakan karena unsur transisi mempunyai beberapa bilangan oksidasi, misalnya pada pembuatan asam sulfat dengan proses kontak dengan katalis V₂O₅. Pada reaksi tersebut, vanadium mula-mula mengalami reduksi dari V⁵⁺ menjadi V⁴⁺.</p> $2V^{5+} + O^{2-} + SO_2 \rightarrow 2V^{4+} + SO_3$ <p>Tahap berikutnya, V⁴⁺ akan teroksidasi oleh oksigen.</p> $2V^{4+} + \frac{1}{2}O_2 \rightarrow 2V^{5+} + O^{2-}$ <p>Sehingga, reaksi secara keseluruhan:</p> $2V^{5+} + O^{2-} + SO_2 \rightarrow 2V^{4+} + SO_3$ $2V^{4+} + \frac{1}{2}O_2 \rightarrow 2V^{5+} + O^{2-}$ <hr/> $SO_2 + \frac{1}{2}O_2 \rightarrow SO_3$	<p><i>Claim</i></p> <p>Kemampuan unsur transisi sebagai katalis suatu reaksi diperkirakan karena unsur transisi mempunyai beberapa bilangan oksidasi, misalnya pada pembuatan asam sulfat dengan proses kontak dengan katalis V₂O₅.</p>	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Bagus	<i>Claim</i> dituliskan secara jelas namun masih perlu diklarifikasi	C-G													
		<p><i>Ground</i></p> <p>Pada reaksi tersebut, vanadium mula-mula mengalami reduksi dari V⁵⁺ menjadi V⁴⁺.</p> $2V^{5+} + O^{2-} + SO_2 \rightarrow 2V^{4+} + SO_3$ <p>Tahap berikutnya, V⁴⁺ akan teroksidasi oleh oksigen.</p> $2V^{4+} + \frac{1}{2}O_2 \rightarrow 2V^{5+} + O^{2-}$ <p>Sehingga, reaksi secara keseluruhan:</p> $2V^{5+} + O^{2-} + SO_2 \rightarrow 2V^{4+} + SO_3$ $2V^{4+} + \frac{1}{2}O_2 \rightarrow 2V^{5+} + O^{2-}$ <hr/> $SO_2 + \frac{1}{2}O_2 \rightarrow SO_3$	Sedang	<i>Ground</i> yang disajikan dalam bentuk konsep	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi														
274	<p>6. Sifat Kemagnetan</p> <p>Sifat kemagnetan dibedakan menjadi dua, yaitu sifat paramagnetik dan diamagnetik. Zat mempunyai sifat paramagnetik jika unsur atau senyawa unsur tersebut tertarik oleh medan magnet. Unsur dikatakan mempunyai sifat diamagnetik jika unsur atau senyawa tersebut ditolak oleh medan magnet. Sifat paramagnetik terjadi jika di dalam atom unsur tersebut terdapat elektron yang belum berpasangan. Unsur-unsur transisi selain Zn akan bersifat paramagnetik, sebab pada orbital d terdapat elektron yang belum berpasangan. Semakin banyak elektron yang belum berpasangan, semakin kuat sifat paramagnetiknya.</p>	<p><i>Ground</i></p> <p>Sifat kemagnetan dibedakan menjadi dua, yaitu sifat paramagnetik dan diamagnetik.</p>	Tinggi	<i>Ground</i> berdasarkan hasil penelitian, hasil observasi, dan data statistik	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	G-Q-W-B-C													
		<p><i>Qualifier</i></p> <p>Zat mempunyai sifat paramagnetik jika unsur atau senyawa unsur tersebut tertarik oleh medan magnet. Unsur dikatakan mempunyai sifat diamagnetik jika unsur atau senyawa tersebut ditolak oleh medan magnet.</p>	Sedang	<i>Qualifier</i> berupa pemahaman ilmiah seperti prinsip dan aturan umum	Bagus	<i>Qualifier</i> agak membatasi <i>claim</i>														
		<p><i>Warrant</i></p> <p>Sifat paramagnetik terjadi jika di dalam atom unsur tersebut terdapat elektron yang belum berpasangan.</p>	Sedang	<i>Warrant</i> berupa pemahaman	Sangat bagus	<i>Warrant</i> tertulis dengan baik, mudah														

					ilmiah seperti prinsip dan aturan umum		diidentifikasi, dan menghubungkan <i>claim</i> dan <i>ground</i> .	
		<i>Backing</i>	Unsur-unsur transisi selain Zn akan bersifat paramagnetik, sebab pada orbital d terdapat elektron yang belum berpasangan.	Sedang	<i>Backing</i> berupa pemahaman ilmiah seperti prinsip dan aturan umum	Sangat bagus	<i>Backing</i> mendukung <i>warrant</i>	
		<i>Claim</i>	Semakin banyak elektron yang belum berpasangan, semakin kuat sifat paramagnetiknya.	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dengan baik	
275	B. Unsur Transisi dan Ion Kompleks 1. Pengertian Ion Kompleks Ion kompleks merupakan ion yang tersusun dari <i>ion pusat (atom pusat)</i> yang dikelilingi oleh molekul atau ion yang disebut <i>ligan</i> . Antara ion pusat dengan ligan terjadi <i>ikatan koordinasi</i> . Jumlah ikatan koordinasi yang terjadi antara ion pusat dengan ligan disebut dengan <i>bilangan koordinasi</i> . Atom pusat merupakan atom atau ion yang mempunyai orbital kosong yang dapat ditempati oleh pasangan elektron dari suatu ligan. Unsur-unsur transisi dapat menjadi atom pusat suatu ion kompleks karena mempunyai orbital kosong di subkulit 3d atau 4p.	<i>Ground</i>	Atom pusat merupakan atom atau ion yang mempunyai orbital kosong yang dapat ditempati oleh pasangan elektron dari suatu ligan.	Sedang	<i>Ground</i> yang disajikan dalam bentuk konsep	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	G-C
		<i>Claim</i>	Unsur-unsur transisi dapat menjadi atom pusat suatu ion kompleks karena mempunyai orbital kosong di subkulit 3d atau 4p.	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	
276	Ligan dari suatu ion kompleks dapat berupa molekul netral atau anion yang mempunyai pasangan elektron bebas yang digunakan untuk membentuk ikatan koordinasi dengan atom pusat. Unsur-unsur transisi umumnya mempunyai konfigurasi elektron dengan subkulit d yang belum penuh. Dengan demikian, dapat memberikan orbital kosong untuk membentuk ikatan koordinasi dengan pasangan elektron dari ligan yang diikatnya.	<i>Ground</i>	Unsur-unsur transisi umumnya mempunyai konfigurasi elektron dengan subkulit d yang belum penuh.	Sedang	<i>Ground</i> yang disajikan dalam bentuk konsep	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	G-C
		<i>Claim</i>	Dengan demikian, dapat memberikan orbital kosong untuk membentuk ikatan koordinasi dengan pasangan elektron dari ligan yang diikatnya.	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	

2. Tata Nama Senyawa Kompleks

Penamaan senyawa kompleks menurut IUPAC mengikuti aturan sebagai berikut.

- Nama kation (ion positif) disebut lebih dahulu, kemudian diikuti dengan nama anion (ion negatif), seperti pada penamaan senyawa ion.
- Pada ion kompleks, urutan penyebutannya adalah: **jumlah ligan – nama ligan – nama atom pusat (bilangan oksidasi atom pusat)**
- Jumlah ligan disebut dengan bahasa latin.
1 : mono 4 : tetra
2 : di 5 : penta
3 : tri 6 : heksa
- Nama ligan ditambah dengan akhiran **-o** dengan cara:
 - Ligan-ligan yang berakhiran **-ida** diganti dengan **-o**.
 - Ligan-ligan yang berakhiran **-it** atau **-at** diganti dengan **-ito** atau **-ato**.
 - Ligan netral diberi nama sesuai nama molekulnya (dalam bahasa latin).

Tabel 6.5 Beberapa nama ligan

Rumus kimia	Nama sebagai anion	Nama sebagai ligan
Cl ⁻	Llorida	Kloro
CN ⁻	Sianida	Siano
F ⁻	Fluorida	Fluoro
O ²⁻	Oksida	okso
S ₂ O ₃ ²⁻	Tiosulfat	Tiosulfato
NO ₂ ⁻	Nitrit	Nitrito
C ₂ O ₄ ²⁻	Oksalat	Oksalato
SCN ⁻	Tiosianat	Tiosianato
H ₂ O	Air	Aquo
NH ₃	Amonia	Amin

- Jika ligannya lebih dari satu macam, urutan penyebutannya dimulai sesuai dengan urutan abjad nama depan dari ligan tersebut.
- Nama atom atau ion pusat:
 - Jika ion kompleksnya bermuatan negatif, nama atom pusat diberi akhiran **-at**.
 - Jika ion kompleksnya tidak bermuatan atau bermuatan positif, tidak ditambah akhiran.
- Bilangan oksidasi atom pusat ditulis dengan angka romawi dalam kurung setelah nama atom pusat.

Claim

Penamaan senyawa kompleks menurut IUPAC mengikuti aturan sebagai berikut.

Tinggi

Claim berdasarkan pada fakta

Sangat bagus

Claim dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik

C-G

Ground

- Nama kation (ion positif) disebut lebih dahulu, kemudian diikuti dengan nama anion (ion negatif), seperti pada penamaan senyawa ion.
- Pada ion kompleks, urutan penyebutannya adalah: **jumlah ligan – nama ligan – nama atom pusat (bilangan oksidasi atom pusat)**
- Jumlah ligan disebut dengan bahasa latin.
1 : mono 4 : tetra
2 : di 5 : penta
3 : tri 6 : heksa
- Nama ligan ditambah dengan akhiran **-o** dengan cara:
 - Ligan-ligan yang berakhiran **-ida** diganti dengan **-o**.
 - Ligan-ligan yang berakhiran **-it** atau **-at** diganti dengan **-ito** atau **-ato**.
 - Ligan netral diberi nama sesuai nama molekulnya (dalam bahasa latin).

Sedang

Ground yang disajikan dalam bentuk konsep

Sangat bagus

Ground dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi

Tabel 6.5 Beberapa nama ligan

Rumus kimia	Nama sebagai anion	Nama sebagai ligan
Cl ⁻	Llorida	Kloro
CN ⁻	Sianida	Siano
F ⁻	Fluorida	Fluoro
O ²⁻	Oksida	okso
S ₂ O ₃ ²⁻	Tiosulfat	Tiosulfato
NO ₂ ⁻	Nitrit	Nitrito

			<table border="1"> <tbody> <tr> <td>$C_2O_4^{2-}$</td> <td>Oksalat</td> <td>Oksalato</td> </tr> <tr> <td>SCN^-</td> <td>Tiosianat</td> <td>Tiosianato</td> </tr> <tr> <td>H_2O</td> <td>Air</td> <td>Aquo</td> </tr> <tr> <td>NH_3</td> <td>Amonia</td> <td>Amin</td> </tr> </tbody> </table> <p>e. Jika ligannya lebih dari satu macam, urutan penyebutannya dimulai sesuai dengan urutan abjad nama depan dari ligan tersebut.</p> <p>f. Nama atom atau ion pusat:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Jika ion kompleksnya bermuatan negatif, nama atom pusat diberi akhiran -at. 2) Jika ion kompleksnya tidak bermuatan atau bermuatan positif, tidak ditambah akhiran. <p>g. Bilangan oksidasi atom pusat ditulis dengan angka romawi dalam kurung setelah nama atom pusat.</p>	$C_2O_4^{2-}$	Oksalat	Oksalato	SCN^-	Tiosianat	Tiosianato	H_2O	Air	Aquo	NH_3	Amonia	Amin					
$C_2O_4^{2-}$	Oksalat	Oksalato																		
SCN^-	Tiosianat	Tiosianato																		
H_2O	Air	Aquo																		
NH_3	Amonia	Amin																		
278	<p>3. Struktur Ion Kompleks</p> <p>Ion kompleks terbentuk karena adanya ikatan koordinasi antara atom pusat dengan ligan. Atom pusat menyediakan orbital kosong yang akan ditempati oleh pasangan elektron dari ligan. Menurut teori Warner, ikatan terbentuk melalui pembentukan orbital gabungan dari atom pusat. Orbital gabungan ini sering disebut dengan <i>orbital bastar</i> atau <i>hibridisasi</i>.</p>	<p><i>Claim</i></p> <p>Ion kompleks terbentuk karena adanya ikatan koordinasi antara atom pusat dengan ligan.</p>	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	C-G-W													
		<p><i>Ground</i></p> <p>Atom pusat menyediakan orbital kosong yang akan ditempati oleh pasangan elektron dari ligan.</p>	Sedang	<i>Ground</i> yang disajikan dalam bentuk konsep	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi														
		<p><i>Warrant</i></p> <p>Menurut teori Warner, ikatan terbentuk melalui pembentukan orbital gabungan dari atom pusat. Orbital gabungan ini sering disebut dengan <i>orbital bastar</i> atau <i>hibridisasi</i>.</p>	Tinggi	<i>Warrant</i> berupa pandangan para ahli terkait <i>claim</i>	Bagus	<i>Warrant</i> jelas dan dapat diidentifikasi, tetapi masih perlu klarifikasi														

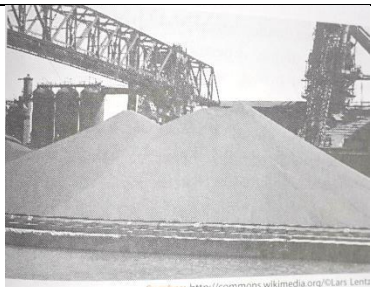
	Sc	Tortveitil	Kompleks	Elektrolisis		diperoleh dari senyawa sulfidanya.		ilmiah seperti prinsip dan aturan umum		diidentifikasi, dan menghubungkan <i>claim</i> dan <i>ground</i> .	
	Ti	Rutile (TiO ₂) Ilmenit (FeTiO ₃)	TiCl ₄	Mg atau Na							
	V	Vanadinit (Pb ₅ (VO ₄) ₃ Cl) Patronit (VS ₄)	V ₂ O ₅	H ₂ atau Mg							
	Cr	Kromit (FeCr ₂ O ₄)	Na ₂ Cr ₂ O ₇	C atau Al	<i>Backing</i>	Bijih dalam bentuk oksida umumnya langsung direduksi dengan gas CO atau karbon, misalnya pada besi, nikel, atau seng. Untuk bijih sulfidanya, harus melalui proses pemanggangan terlebih dahulu sebelum direduksi dengan CO.	Sedang	<i>Backing</i> berupa pemahaman ilmiah seperti prinsip dan aturan umum	Bagus	<i>Backing</i> mendukung <i>warrant</i> , tetapi masih perlu klarifikasi	
	Mn	Pirolusit (MnO ₂) Hausmanit (Mn ₂ O ₃) Manganit (Mn ₂ O ₃ .H ₂ O)	Mn ₂ O ₃	Al							
	Fe	Hematit (Fe ₂ O ₃) Magnetit (Fe ₃ O ₄) Siderit (FeCO ₃) Pirit (FeS ₂) Limonit (Fe ₂ O ₃ .H ₂ O)	Fe ₂ O ₃	C atau CO (Tanur tinggi)							
	Co	Kobaltit (CoAsS)	Co ₃ O ₄	Al							
	Ni	Pentlandit ((Fe,Ni) ₉ S ₈)	NiO	C							
	Cu	Kalkopirit (CuFeS ₂) Kovelin (CuS) Malasit (Cu ₂ (OH) ₂ CO ₃)	Cu ₂ S	C Reaksi: Cu ₂ S + O ₂ → 2Cu + SO ₂							
	Zn	Zinkblende (ZnS) Smitsonit (ZnCO ₃)	ZnS	C atau CO (Tanur tinggi)							
281	D. Beberapa Unsur Transisi yang Penting 1. Skandium Skandium merupakan logam mengilap tetapi mudah memudar jika terkena udara, mudah terbakar, dan mudah bereaksi dengan air. Skandium mirip aluminium, merupakan logam yang ringan dengan massa jenis 2,99 g/mL. Campuran logam skandium dan aluminium dimanfaatkan untuk pembuatan kerangka pesawat.				<i>Ground</i>	Skandium mirip aluminium, merupakan logam yang ringan dengan massa jenis 2,99 g/mL.	Tinggi	<i>Ground</i> berdasarkan hasil penelitian, hasil observasi, dan data statistik	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	G-C
					<i>Claim</i>	Campuran logam skandium dan aluminium dimanfaatkan untuk pembuatan kerangka pesawat.	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	
282	2. Titanium Titanium merupakan logam yang mengilap, keras, kuat, tetapi ringan. Titanium banyak digunakan sebagai logam paduan dengan aluminium, molibdenum, dan besi sebagai bahan rangka pesawat ruang angkasa karena tahan terhadap suhu yang tinggi. Titanium merupakan logam yang tahan korosi, termasuk terhadap air laut sehingga banyak digunakan pada peralatan mesin kapal. Pada bidang kesehatan, logam titanium digunakan sebagai penyambung patah				<i>Ground</i>	Titanium merupakan logam yang mengilap, keras, kuat, tetapi ringan.	Tinggi	<i>Ground</i> berdasarkan hasil penelitian, hasil observasi, dan data statistik	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	G-C

	<p>tulang (pen) dan implan gigi. Titanium (IV) oksida (TiO_2) merupakan bahan campuran pada tabir surya (<i>sunblock</i>) untuk melindungi kulit dari sinar ultraviolet. Dalam jumlah besar, TiO_2 digunakan untuk pigmen cat warna putih dan reflektor radiasi inframerah.</p> <p>Secara komersial, titanium diproduksi dengan cara mereduksi TiCl_4 dengan reduktor logam magnesium. Senyawa TiCl_4 diekstraksi dari TiO_2 yang diperoleh dari mineral ilmenit (FeTiO_3).</p>	<i>Claim</i>	<p>Titanium banyak digunakan sebagai logam paduan dengan aluminium, molibdenum, dan besi sebagai bahan rangka pesawat ruang angkasa karena tahan terhadap suhu yang tinggi. Titanium merupakan logam yang tahan korosi, termasuk terhadap air laut sehingga banyak digunakan pada peralatan mesin kapal.</p> <p>Pada bidang kesehatan, logam titanium digunakan sebagai penyambung patah tulang (pen) dan implan gigi. Titanium (IV) oksida (TiO_2) merupakan bahan campuran pada tabir surya (<i>sunblock</i>) untuk melindungi kulit dari sinar ultraviolet. Dalam jumlah besar, TiO_2 digunakan untuk pigmen cat warna putih dan reflektor radiasi inframerah.</p>	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	
283	<p>3. Vanadium</p> <p>Vanadium merupakan logam mengkilap, keras, dan tahan korosi. Hampir 80% produk logam vanadium digunakan sebagai bahan tambahan pada industri baja untuk memberikan sifat yang khusus. Baja yang mengandung kurang dari 1% vanadium dan krom sangat keras dan tahan terhadap keretakan. Biasanya, baja jenis ini digunakan sebagai bahan konstruksi reaktor nuklir karena vanadium tidak banyak menyerap neutron. Oleh karena sifatnya yang keras dan kuat, baja vanadium dimanfaatkan untuk membuat roda gigi (gir) dan perangkat mesin (mekanik).</p>	<i>Ground</i>	<p>Vanadium merupakan logam mengkilap, keras, dan tahan korosi.</p>	Tinggi	<i>Ground</i> berdasarkan hasil penelitian, hasil observasi, dan data statistik	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	G-C
		<i>Claim</i>	<p>Hampir 80% produk logam vanadium digunakan sebagai bahan tambahan pada industri baja untuk memberikan sifat yang khusus. Baja yang mengandung kurang dari 1% vanadium dan krom sangat keras dan tahan terhadap keretakan. Biasanya, baja jenis ini digunakan sebagai bahan konstruksi reaktor nuklir karena vanadium tidak banyak menyerap neutron. Oleh karena sifatnya yang keras dan kuat, baja vanadium dimanfaatkan untuk membuat roda gigi (gir) dan perangkat mesin (mekanik).</p>	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	
284	<p>Vanadium mempunyai bilangan oksidasi +2, +3, +4, dan +5. Vanadium (II) merupakan reduktor, sedangkan vanadium (V) merupakan oksidator. Senyawa vanadium yang banyak dimanfaatkan adalah vanadium pentaoksida (V_2O_5) yang dimanfaatkan sebagai katalis pada industri asam sulfat dengan proses kontak. Logam vanadium diekstraksi dari bijih vanadinit ($\text{Pb}_5(\text{VO}_4)_3\text{Cl}$) atau patronit ($\text{VS}_4$), yang dengan beberapa pereaksi (NaCl atau Na_2CO_3) pada suhu 850°C akan didapat natrium metavanadat (NaVO_3). Selanjutnya, setelah melalui beberapa proses akan diperoleh V_2O_5 dan dilakukan proses reduksi dengan</p>	<i>Claim</i>	<p>Logam vanadium diekstraksi dari bijih vanadinit ($\text{Pb}_5(\text{VO}_4)_3\text{Cl}$) atau patronit ($\text{VS}_4$), yang dengan beberapa pereaksi (NaCl atau Na_2CO_3) pada suhu 850°C akan didapat natrium metavanadat (NaVO_3). Selanjutnya, setelah melalui beberapa proses akan diperoleh V_2O_5 dan dilakukan proses reduksi dengan menghasilkan logam vanadium.</p>	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	C-G

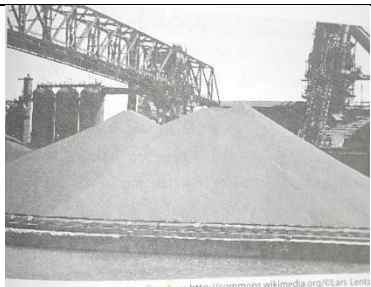
	$Cr_2O_7^{2-}(aq) + 14H^+(aq) + 6e^- \rightarrow 2Cr^{3+}(aq) + 7H_2O(l) \quad E^o = +1,33 V$				pada fakta		diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	
		<i>Ground</i>	$Cr_2O_7^{2-}(aq) + 14H^+(aq) + 6e^- \rightarrow 2Cr^{3+}(aq) + 7H_2O(l) \quad E^o = +1,33 V$	Tinggi	<i>Ground</i> berdasarkan hasil penelitian, hasil observasi, dan data statistik	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	
288	Dalam suasana basa, daya oksidasi ion kromat lebih lemah. $CrO_4^{2-}(aq) + 4H_2O(l) + 3e^- \rightarrow Cr(OH)_3(aq) + 5OH^-(aq) \quad E^o = -0,13 V$	<i>Claim</i>	Dalam suasana basa, daya oksidasi ion kromat lebih lemah.	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	C-G
		<i>Ground</i>	$CrO_4^{2-}(aq) + 4H_2O(l) + 3e^- \rightarrow Cr(OH)_3(aq) + 5OH^-(aq) \quad E^o = -0,13 V$	Tinggi	<i>Ground</i> berdasarkan hasil penelitian, hasil observasi, dan data statistik	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	
289	Logam kromium diperoleh dengan cara mereaksikan bijih kromit ($FeOCr_2O_3$) dengan kalsium karbonat dan natrium karbonat sehingga terbentuk $Na_2Cr_2O_7$. $4FeCr_2O_4 + 8Na_2CO_3 + 7O_2 \rightarrow 8Na_2CrO_4 + 2Fe_2O_3 + 8CO_2$ $2Na_2CrO_4 + H_2SO_4 \rightarrow Na_2Cr_2O_7 + Na_2SO_4 + H_2O$	<i>Claim</i>	Logam kromium diperoleh dengan cara mereaksikan bijih kromit ($FeOCr_2O_3$) dengan kalsium karbonat dan natrium karbonat sehingga terbentuk $Na_2Cr_2O_7$.	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	C-G
		<i>Ground</i>	$4FeCr_2O_4 + 8Na_2CO_3 + 7O_2 \rightarrow 8Na_2CrO_4 + 2Fe_2O_3 + 8CO_2$ $2Na_2CrO_4 + H_2SO_4 \rightarrow Na_2Cr_2O_7 + Na_2SO_4 + H_2O$	Sedang	<i>Ground</i> yang disajikan dalam bentuk konsep	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	
290	Selanjutnya, $Na_2Cr_2O_7$ dipanaskan dengan kokas untuk menghasilkan Cr_2O_3 . Oksida kromium yang dihasilkan direduksi dengan serbuk aluminium melalui reaksi termit. $2Na_2CrO_4 + 2C \rightarrow Cr_2O_3 + Na_2CO_3 + CO$ $Cr_2O_3 + 2Al \rightarrow Al_2O_3 + 2Cr$	<i>Claim</i>	Selanjutnya, $Na_2Cr_2O_7$ dipanaskan dengan kokas untuk menghasilkan Cr_2O_3 . Oksida kromium yang dihasilkan direduksi dengan serbuk aluminium melalui reaksi termit.	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	C-G
		<i>Ground</i>	$2Na_2CrO_4 + 2C \rightarrow Cr_2O_3 + Na_2CO_3 + CO$ $Cr_2O_3 + 2Al \rightarrow Al_2O_3 + 2Cr$	Sedang	<i>Ground</i> yang disajikan dalam bentuk konsep	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	

291	<p>5. Mangan</p> <p>Mangan merupakan logam mengkilap yang sangat keras, tetapi rapuh. Oleh karena itu, logam mangan jarang digunakan dalam bentuk murni, tetapi dipadukan dengan logam lain, misalnya besi atau kromium yang akan memberikan sifat sangat kuat.</p> <p>Baja mangan merupakan besi baja yang mengandung 8 – 15% mangan dan digunakan sebagai rel kereta. Baja mangan juga tahan peluru sehingga dimanfaatkan sebagai topi baja bagi tentara.</p>	<i>Warrant</i>	Mangan merupakan logam mengkilap yang sangat keras, tetapi rapuh.	Sedang	<i>Warrant</i> berupa pemahaman ilmiah seperti prinsip dan aturan umum	Sangat bagus	<i>Warrant</i> tertulis dengan baik, mudah diidentifikasi, dan menghubungkan <i>claim</i> dan <i>ground</i> .	W-C-G
		<i>Claim</i>	Logam mangan jarang digunakan dalam bentuk murni, tetapi dipadukan dengan logam lain, misalnya besi atau kromium yang akan memberikan sifat sangat kuat.	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	
		<i>Ground</i>	Baja mangan merupakan besi baja yang mengandung 8 – 15% mangan dan digunakan sebagai rel kereta. Baja mangan juga tahan peluru sehingga dimanfaatkan sebagai topi baja bagi tentara.	Tinggi	<i>Ground</i> berdasarkan hasil penelitian, hasil observasi, dan data statistik	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	
292	<p>Mangan mempunyai bilangan oksidasi +2, +3, +4, +6, dan +7. Mangan dengan bilangan oksidasi +4 dan +7 lebih banyak dimanfaatkan. Senyawa mangan dengan bilangan oksidasi +4 (MnO₂), dikenal dengan nama dagang pirolusit, dan digunakan sebagai bahan untuk membuat baterai (sel Leclanche). Senyawa permanganat, misalnya kalium permanganat (KMnO₄), merupakan oksidator kuat pada suasana asam.</p> $\text{MnO}_4^-(\text{aq}) + 8\text{H}^+(\text{aq}) + 5\text{e}^- \rightarrow \text{Mn}^{2+}(\text{aq}) + 4\text{H}_2\text{O}(\text{aq}) \quad E^\circ = +1,33 \text{ V}$	<i>Claim</i>	Senyawa permanganat, misalnya kalium permanganat (KMnO ₄), merupakan oksidator kuat pada suasana asam.	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	C-G
		<i>Ground</i>	$\text{MnO}_4^-(\text{aq}) + 8\text{H}^+(\text{aq}) + 5\text{e}^- \rightarrow \text{Mn}^{2+}(\text{aq}) + 4\text{H}_2\text{O}(\text{aq}) \quad E^\circ = +1,33 \text{ V}$	Tinggi	<i>Ground</i> berdasarkan hasil penelitian, hasil observasi, dan data statistik	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	
293	<p>Dalam suasana basa, daya oksidasinya lebih lemah</p> $\text{MnO}_4^-(\text{aq}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) + 3\text{e}^- \rightarrow \text{MnO}_4(\text{s}) + 4\text{OH}^-(\text{aq}) \quad E^\circ = +0,59 \text{ V}$	<i>Claim</i>	Dalam suasana basa, daya oksidasinya lebih lemah	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	C-G
		<i>Ground</i>	$\text{MnO}_4^-(\text{aq}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) + 3\text{e}^- \rightarrow \text{MnO}_4(\text{s}) + 4\text{OH}^-(\text{aq}) \quad E^\circ = +0,59 \text{ V}$	Tinggi	<i>Ground</i> berdasarkan hasil penelitian, hasil	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	


					observasi, dan data statistik			
294	Sebagai oksidator, kalium permanganat dalam jumlah sedikit ditambahkan pada air mandi untuk obat gatal-gatal. Logam mangan diperoleh melalui reduksi terhadap bijih pirolusit melalui proses tanur tinggi dengan reduktor karbon atau karbon monoksida. $MnO_2(s) + 2CO(g) \rightarrow Mn(s) + 2CO_2(g)$	<i>Claim</i>	Logam mangan diperoleh melalui reduksi terhadap bijih pirolusit melalui proses tanur tinggi dengan reduktor karbon atau karbon monoksida.	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	C-G
		<i>Ground</i>	$MnO_2(s) + 2CO(g) \rightarrow Mn(s) + 2CO_2(g)$	Sedang	<i>Ground</i> yang disajikan dalam bentuk konsep	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	
295	6. Besi Besi merupakan unsur transisi periode keempat yang paling banyak dimanfaatkan dalam kehidupan sehari-hari. Luasnya pemanfaatan besi ini disebabkan sifat besi yang mudah dibentuk, kuat, dan ulet. Banyaknya bijih besi yang tersebar di permukaan bumi dan mudahnya proses pemisahan besi, menjadikan besi menjadi logam yang murah.	<i>Claim</i>	Besi merupakan unsur transisi periode keempat yang paling banyak dimanfaatkan dalam kehidupan sehari-hari.	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	C-G
		<i>Ground</i>	Luasnya pemanfaatan besi ini disebabkan sifat besi yang mudah dibentuk, kuat, dan ulet.	Tinggi	<i>Ground</i> berdasarkan hasil penelitian, hasil observasi, dan data statistik	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	
296	Kelemahan besi adalah mudah berkarat (korosi) dan karat besi ($Fe_2O_3 \cdot nH_2O$) yang dihasilkan mudah larut dalam air sehingga besi mudah keropos. Besi dari hasil pengolahan bijih besi dengan proses tanur tinggi (sudah dibahas di Kelas X) disebut besi tuang yang mempunyai sifat sangat keras dan rapuh karena mengandung banyak karbon (lebih dari 4%). Untuk dapat dimanfaatkan, besi tuang tersebut masih diolah lagi dengan menurunkan kadar karbon. Besi dengan kadar karbon kurang dari 1% disebut dengan besi lunak. Besi lunak mempunyai sifat ulet dan relatif lebih lunak dari besi tuang, serta mudah bengkok sehingga kurang baik untuk konstruksi.	<i>Ground</i>	Besi dengan kadar karbon kurang dari 1% disebut dengan besi lunak.	Sedang	<i>Ground</i> yang disajikan dalam bentuk konsep	Bagus	<i>Ground</i> dari argumen mudah diidentifikasi, namun perlu klarifikasi	G-C
		<i>Claim</i>	Besi lunak mempunyai sifat ulet dan relatif lebih lunak dari besi tuang, serta mudah bengkok sehingga kurang baik untuk konstruksi.	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	



Gambar 6.5 Pelet bijih besi yang akan diolah lebih lanjut menjadi baja

	 <p>Gambar 6.5 Pelet bijih besi yang akan diolah lebih lanjut menjadi baja</p>							
297	<p>Baja merupakan besi dengan kadar karbon sekitar 1 – 4% dan kadang ditambah logam lain untuk memberi sifat khusus, misalnya kromium, nikel, titanium, vanadium, dan lain-lainnya. Baja mempunyai sifat keras dan ulet sehingga cocok untuk bahan konstruksi. Beberapa jenis baja mempunyai sifat khusus, misalnya <i>stainless steel</i> (mengandung kromium) yang sukar berkarat, mengilap, dan kuat. Sifat khusus dari baja tergantung dari logam yang ditambahkan dalam proses pembuatannya.</p>	<i>Ground</i>	Baja merupakan besi dengan kadar karbon sekitar 1 – 4% dan kadang ditambah logam lain untuk memberi sifat khusus, misalnya kromium, nikel, titanium, vanadium, dan lain-lainnya.	Tinggi	<i>Ground</i> berdasarkan hasil penelitian, hasil observasi, dan data statistik	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	G-C-W-B
		<i>Claim</i>	Baja mempunyai sifat keras dan ulet sehingga cocok untuk bahan konstruksi.	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	
		<i>Warrant</i>	Beberapa jenis baja mempunyai sifat khusus, misalnya <i>stainless steel</i> (mengandung kromium) yang sukar berkarat, mengilap, dan kuat.	Sedang	<i>Warrant</i> berupa pemahaman ilmiah seperti prinsip dan aturan umum	Sangat bagus	<i>Warrant</i> tertulis dengan baik, mudah diidentifikasi, dan menghubungkan <i>claim</i> dan <i>ground</i> .	
		<i>Backing</i>	Sifat khusus dari baja tergantung dari logam yang ditambahkan dalam proses pembuatannya.	Sedang	<i>Backing</i> berupa pemahaman ilmiah seperti prinsip dan aturan umum	Bagus	<i>Backing</i> mendukung <i>warrant</i> , tetapi masih perlu klarifikasi	
298	<p>Terdapat dua macam senyawa besi, yaitu besi (II) yang dikenal dengan <i>fero</i> dan besi (III) yang dikenal dengan <i>feri</i>. Senyawa besi (II) umumnya mudah teroksidasi menjadi senyawa besi (III). Senyawa besi (II) yang stabil adalah garam dari $\text{FeSO}_4(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ yang dikenal dengan garam Mohr.</p>	<i>Claim</i>	Terdapat dua macam senyawa besi, yaitu besi (II) yang dikenal dengan <i>fero</i> dan besi (III) yang dikenal dengan <i>feri</i> .	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan	C-G

	<p>Senyawa kompleks $\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$ dimanfaatkan sebagai pigmen warna biru pada cat, sedangkan $\text{Fe}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]_2$ digunakan sebagai tinta cetak biru (<i>blue print</i>) pada gambar rancang bangun.</p> <p>Senyawa FeCl_3 terkandung pada obat anemia yang berfungsi menggantikan (menambah) ion Fe^{3+} yang terdapat sebagai atom pusat pada hemoglobin dalam darah.</p>						dengan baik	
		<i>Ground</i>	<p>Senyawa besi (II) yang stabil adalah garam dari $\text{FeSO}_4(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ yang dikenal dengan garam Mohr.</p> <p>Senyawa kompleks $\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$ dimanfaatkan sebagai pigmen warna biru pada cat, sedangkan $\text{Fe}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]_2$ digunakan sebagai tinta cetak biru (<i>blue print</i>) pada gambar rancang bangun.</p> <p>Senyawa FeCl_3 terkandung pada obat anemia yang berfungsi menggantikan (menambah) ion Fe^{3+} yang terdapat sebagai atom pusat pada hemoglobin dalam darah.</p>	Tinggi	<i>Ground</i> berdasarkan hasil penelitian, hasil observasi, dan data statistik	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	
299	<p>7. Kobalt</p> <p>Kobalt merupakan logam yang mengilap, berwarna kebiru-biruan, dan mempunyai sifat kemagnetan yang kuat. Paduan logam Al, Ni, dan Co dikenal sebagai <i>alnico</i> yang digunakan sebagai bahan untuk membuat magnet. Logam kobalt merupakan logam yang tahan korosi karena oksidannya melekat kuat pada logamnya sehingga dapat menjadi pelindung. Logam kobalt juga tahan pada suhu tinggi sehingga digunakan sebagai bahan pembuat mesin turbin pesawat.</p>	<i>Ground</i>	Kobalt merupakan logam yang mengilap, berwarna kebiru-biruan, dan mempunyai sifat kemagnetan yang kuat.	Tinggi	<i>Ground</i> berdasarkan hasil penelitian, hasil observasi, dan data statistik	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	G-C
		<i>Claim</i>	Paduan logam Al, Ni, dan Co dikenal sebagai <i>alnico</i> yang digunakan sebagai bahan untuk membuat magnet.	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	
300	Kobalt mempunyai bilangan oksidasi +2 dan +3. Ion kompleks $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6]\text{Cl}_2$ merupakan larutan yang berwarna merah muda, yang jika dipanaskan akan berubah menjadi biru karena melepaskan molekul air. Sifat ini dimanfaatkan sebagai tinta rahasia, di mana tulisan akan terbaca ketika kertasnya dipanaskan.	<i>Ground</i>	Ion kompleks $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6]\text{Cl}_2$ merupakan larutan yang berwarna merah muda, yang jika dipanaskan akan berubah menjadi biru karena melepaskan molekul air.	Tinggi	<i>Ground</i> berdasarkan hasil penelitian, hasil observasi, dan data statistik	Bagus	<i>Ground</i> dari argumen mudah diidentifikasi, namun perlu klarifikasi	G-C
		<i>Claim</i>	Sifat ini dimanfaatkan sebagai tinta rahasia, di mana tulisan akan terbaca ketika kertasnya dipanaskan.	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	
301	<p>Logam kobalt dapat diperoleh dari bijih kobaltit (CoAsS) melalui dua tahapan proses berikut.</p> <p>a. Oksidasi untuk mendapatkan CoO.</p>	<i>Claim</i>	Logam kobalt dapat diperoleh dari bijih kobaltit (CoAsS) melalui dua tahapan proses berikut.	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi	C-G

	$4CoAsS(s) + 9O_2(g) \rightarrow 4CoO(s) + 2As_2O_3(s) + 4SO_2(g)$ <p>b. Setelah dipisahkan dengan beberapa tahap, CoO direduksi dengan karbon pada tanur listrik.</p> $CoO(s) + C(s) \rightarrow Co(s) + CO(g)$ $CoO(s) + CO(g) \rightarrow Co(s) + CO_2(g)$						dan dituliskan dengan baik	
		<i>Ground</i>	<p>a. Oksidasi untuk mendapatkan CoO.</p> $4CoAsS(s) + 9O_2(g) \rightarrow 4CoO(s) + 2As_2O_3(s) + 4SO_2(g)$ <p>b. Setelah dipisahkan dengan beberapa tahap, CoO direduksi dengan karbon pada tanur listrik.</p> $CoO(s) + C(s) \rightarrow Co(s) + CO(g)$ $CoO(s) + CO(g) \rightarrow Co(s) + CO_2(g)$	Tinggi	<i>Ground</i> berdasarkan hasil penelitian, hasil observasi, dan data statistik	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	
302	<p>8. Nikel</p> <p>Nikel merupakan logam yang lunak, mengilap seperti perak, dan tahan korosi walaupun pada suhu tinggi. Sebagian besar produksi nikel dimanfaatkan sebagai baja <i>stainless steel</i>. Selain itu, paduan nikel dengan logam besi dan kromium banyak dimanfaatkan untuk peralatan dapur (sendok, pisau), serta peralatan rumah tangga lainnya (ornamen rumah dan teralis).</p> <p>Nikel juga digunakan sebagai bahan untuk membuat baterai (sel elektrokimia) nikel-kadmium (baterai Ni-Cd). Sifat katalisnya menyebabkan nikel juga banyak dimanfaatkan untuk katalis dalam industri kimia, misalnya untuk hidrogenasi minyak sawit menjadi margarin.</p> <p>Nikel mempunyai bilangan oksidasi +2 dan +3. Dalam larutannya, ion Ni²⁺ dan Ni³⁺ dapat membentuk ion kompleks yang mempunyai warna khas.</p>	<i>Warrant</i>	Nikel mempunyai bilangan oksidasi +2 dan +3.	Sedang	<i>Warrant</i> berupa pemahaman ilmiah seperti prinsip dan aturan umum	Sedang	<i>Warrant</i> kurang jelas, tetapi ada yang menghubungkan an <i>claim</i> dan <i>ground</i>	W-C-G
		<i>Claim</i>	Dalam larutannya, ion Ni ²⁺ dan Ni ³⁺ dapat membentuk ion kompleks yang mempunyai warna khas.	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	
	 <p>Sumber: http://en.wikipedia.org/wiki/Nickel</p> <p>Gambar 6.6 Warna khas senyawa nikel: [Ni(NH₃)₆]²⁺, [Ni(C₂H₄(NH₂)₂)]²⁺, [NiCl₄]²⁻ dan [Ni(H₂O)₆]²⁺.</p>	<i>Ground</i>	Gambar 6.6 Warna khas senyawa nikel: [Ni(NH ₃) ₆] ²⁺ , [Ni(C ₂ H ₄ (NH ₂) ₂)] ²⁺ , [NiCl ₄] ²⁻ dan [Ni(H ₂ O) ₆] ²⁺ .	Tinggi	<i>Ground</i> berdasarkan hasil penelitian, hasil observasi, dan data statistik	Sedang	<i>Ground</i> dari argumen tidak jelas dan perlu dikembangkan	
303	<p>Proses untuk mendapatkan nikel dari bijih nikel dilakukan dengan mereduksi pentlandit (Fe,Ni)₉S₈ melalui proses tanur tinggi. Proses ekstraksi berlangsung dalam dua tahap, yaitu pemanggangan (<i>roasting</i>) dan reduksi. Proses pemanggangan dilakukan dengan mereaksikan bijih dengan oksigen untuk mendapatkan oksida-oksidanya.</p> $(Fe,Ni)_9S_8 + 17O_2(g) \rightarrow 9FeO(s) + 9NiO(s) + 8SO_2(g)$ <p>Setelah dibersihkan dari oksida besi, NiO yang terbentuk direduksi dengan</p>	<i>Claim</i>	Proses untuk mendapatkan nikel dari bijih nikel dilakukan dengan mereduksi pentlandit (Fe,Ni) ₉ S ₈ melalui proses tanur tinggi. Proses ekstraksi berlangsung dalam dua tahap, yaitu pemanggangan (<i>roasting</i>) dan reduksi.	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	C-G

	karbon. $NiO(s) + CO(g) \rightarrow Ni(s) + CO_2(g)$	<i>Ground</i>	Proses pemanggangan dilakukan dengan mereaksikan bijih dengan oksigen untuk mendapatkan oksida-oksidanya. $(Fe, Ni)_9S_8 + 17O_2(g) \rightarrow 9FeO(s) + 9NiO(s) + 8SO_2(g)$ Setelah dibersihkan dari oksida besi, NiO yang terbentuk direduksi dengan karbon. $NiO(s) + CO(g) \rightarrow Ni(s) + CO_2(g)$	Sedang	<i>Ground</i> yang disajikan dalam bentuk konsep	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	
304	9. Tembaga Tembaga merupakan logam yang berwarna merah mengkilap dan banyak digunakan dalam pembuatan alat-alat listrik karena sifatnya sebagai penghantar listrik yang baik. Tembaga diperoleh dari bijih kalkopirit (CuFeS ₂). Meskipun tembaga ada yang terdapat bebas di alam, tetapi jumlahnya sangat sedikit. Proses pemisahan tembaga dari kalkopirit adalah sebagai berikut. a. Pengapungan (<i>floating</i>), yaitu bijih tembaga dipekatkan dengan menambahkan deterjen dan NaOH. Pada proses ini, zat-zat pengotor (biasanya Al) akan larut dan mengapung. b. Pemanggangan (<i>roasting</i>). Pada proses ini. Kalkopirit bereaksi dengan oksigen. $4CuFeS_2(s) + 9O_2(g) \rightarrow 2Cu_2S(s) + 2Fe_2O_3(s) + 6SO_2(g)$ Dengan menambahkan SiO ₂ , besi akan terpisah sebagai ampas (kerak). $Fe_2O_3(s) + 3SiO_2(s) \rightarrow Fe_2(SiO_3)_3(s)$ Pada proses pemanasan selanjutnya, Cu ₂ S akan teroksidasi. $2Cu_2S(s) + 3O_2(g) \rightarrow 2Cu_2O(s) + 2SO_2(g)$ c. Reduksi. Proses reduksi terjadi antara Cu ₂ O dengan Cu ₂ S yang masih ada dalam proses sebelumnya. $2Cu_2O(s) + Cu_2S(s) \rightarrow 6Cu(s) + SO_2(g)$ Cu yang diperoleh pada proses ini mempunyai kemurnian 99,99% d. Pemurnian. Proses pemurnian dilakukan dengan cara elektrolisis larutan CuSO ₄ dengan anode yang terbuat dari Cu kotor dan katode dari Cu murni. Reaksi yang terjadi. di anode : $Cu(s)_{kotor} \rightarrow Cu^{2+}(aq) + 2e^-$ di katode : $Cu^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Cu(s)_{bersih}$	<i>Claim</i>	Tembaga diperoleh dari bijih kalkopirit (CuFeS ₂).	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	C-G
		<i>Ground</i>	Proses pemisahan tembaga dari kalkopirit adalah sebagai berikut. a. Pengapungan (<i>floating</i>), yaitu bijih tembaga dipekatkan dengan menambahkan deterjen dan NaOH. Pada proses ini, zat-zat pengotor (biasanya Al) akan larut dan mengapung. b. Pemanggangan (<i>roasting</i>). Pada proses ini. Kalkopirit bereaksi dengan oksigen. $4CuFeS_2(s) + 9O_2(g) \rightarrow 2Cu_2S(s) + 2Fe_2O_3(s) + 6SO_2(g)$ Dengan menambahkan SiO ₂ , besi akan terpisah sebagai ampas (kerak). $Fe_2O_3(s) + 3SiO_2(s) \rightarrow Fe_2(SiO_3)_3(s)$ Pada proses pemanasan selanjutnya, Cu ₂ S akan teroksidasi. $2Cu_2S(s) + 3O_2(g) \rightarrow 2Cu_2O(s) + 2SO_2(g)$ c. Reduksi. Proses reduksi terjadi antara Cu ₂ O dengan Cu ₂ S yang masih ada dalam proses sebelumnya. $2Cu_2O(s) + Cu_2S(s) \rightarrow 6Cu(s) + SO_2(g)$	Tinggi	<i>Ground</i> berdasarkan hasil penelitian, hasil observasi, dan data statistik	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	

			<p>Cu yang diperoleh pada proses ini mempunyai kemurnian 99,99%</p> <p>d. Pemurnian. Proses pemurnian dilakukan dengan cara elektrolisis larutan CuSO_4 dengan anode yang terbuat dari Cu kotor dan katode dari Cu murni. Reaksi yang terjadi.</p> <p>di anode : $\text{Cu}(s)_{\text{kotor}} \rightarrow \text{Cu}^{2+}(aq) + 2e^-$</p> <p>di katode : $\text{Cu}^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow \text{Cu}(s)_{\text{bersih}}$</p>					
305	<p>Terdapat dua senyawa tembaga, yaitu tembaga (I) atau <i>kupro</i> dan tembaga (II) atau <i>kupri</i>. Tembaga (I) oksida merupakan senyawa yang berwarna hitam dan Cu^{2+} umumnya berwarna biru.</p> <p>Senyawa $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ dikenal dengan nama terusi atau prusi yang berwarna biru. Jika dipanaskan, H_2O pada senyawa tersebut akan menguap dan warnanya menjadi putih. Sifat ini sering digunakan untuk menunjukkan adanya air atau hidrat pada suatu senyawa.</p>	<i>Ground</i>	<p>Senyawa $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ dikenal dengan nama terusi atau prusi yang berwarna biru. Jika dipanaskan, H_2O pada senyawa tersebut akan menguap dan warnanya menjadi putih.</p>	Tinggi	<i>Ground</i> berdasarkan hasil penelitian, hasil observasi, dan data statistik	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	G-C
		<i>Claim</i>	<p>Sifat ini sering digunakan untuk menunjukkan adanya air atau hidrat pada suatu senyawa.</p>	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	
306	<p>10. Seng</p> <p>Seng merupakan logam mengilap, berwarna biru, mudah menjadi buram di udara terbuka karena membentuk ZnO dan ZnCO_3. Unsur ini dikenal sebagai atap seng galvanis karena digunakan untuk melapis besi melalui electroplating dan banyak dimanfaatkan untuk atap rumah. Seng juga digunakan sebagai logam paduan, misalnya kuningan (campuran Zn dan Cu) yang digunakan untuk pembuatan alat-alat musik dan hiasan.</p> <p>Logam seng dianggap bukan bagian dari unsur transisi karena hanya mempunyai bilangan oksidasi tunggal, yaitu +2. Senyawa ZnS dimanfaatkan sebagai senyawa berpendar (fluorescent) yang digunakan pada pelapis kaca tabung televisi (TV lama) dan lampu tabung (TL) karena dapat berpendar ketika terkena medan listrik.</p> <p>Oksida seng merupakan oksida amfoter karena dapat bereaksi dengan asam maupun basa.</p> <p>Pada lingkungan asam: $\text{ZnO}(s) + 2\text{H}^+(aq) \rightarrow \text{Zn}^{2+}(aq) + \text{H}_2\text{O}(l)$</p> <p>Pada lingkungan basa: $\text{ZnO}(s) + \text{H}_2\text{O}(l) + 2\text{OH}^-(aq) \rightarrow [\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-}(aq)$</p>	<i>Claim</i>	<p>Oksida seng merupakan oksida amfoter karena dapat bereaksi dengan asam maupun basa.</p>	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	C-G
		<i>Ground</i>	<p>Pada lingkungan asam: $\text{ZnO}(s) + 2\text{H}^+(aq) \rightarrow \text{Zn}^{2+}(aq) + \text{H}_2\text{O}(l)$</p> <p>Pada lingkungan basa: $\text{ZnO}(s) + \text{H}_2\text{O}(l) + 2\text{OH}^-(aq) \rightarrow [\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-}(aq)$</p>	Sedang	<i>Ground</i> yang disajikan dalam bentuk konsep	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	
307	<p>Logam seng diekstraksi dari bijih zinkblende (ZnS) melalui dua tahap, yaitu</p>	<i>Claim</i>	<p>Logam seng diekstraksi dari bijih zinkblende</p>	Tinggi	<i>Claim</i>	Sangat	<i>Claim</i> dapat	C-G

	yang pertama tahap oksidasi. $2ZnS(s) + 3O_2(g) \rightarrow 2ZnO(s) + 2SO_2(g)$		(ZnS) melalui dua tahap, yaitu yang pertama tahap oksidasi.		berdasarkan pada fakta	bagus	mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	
		<i>Ground</i>	$2ZnS(s) + 3O_2(g) \rightarrow 2ZnO(s) + 2SO_2(g)$	Sedang	<i>Ground</i> yang disajikan dalam bentuk konsep	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	
308	Tahap kedua, senyawa ZnO yang terbentuk selanjutnya direduksi dengan karbon pada tanur listrik. $2ZnO(s) + C(s) \rightarrow 2Zn(s) + CO_2(g)$ $ZnO(s) + CO(g) \rightarrow Zn(s) + CO_2(g)$	<i>Claim</i>	Tahap kedua, senyawa ZnO yang terbentuk selanjutnya direduksi dengan karbon pada tanur listrik.	Tinggi	<i>Claim</i> berdasarkan pada fakta	Sangat bagus	<i>Claim</i> dapat mudah diidentifikasi dan dituliskan dengan baik	C-G
		<i>Ground</i>	$2ZnO(s) + C(s) \rightarrow 2Zn(s) + CO_2(g)$ $ZnO(s) + CO(g) \rightarrow Zn(s) + CO_2(g)$	Sedang	<i>Ground</i> yang disajikan dalam bentuk konsep	Sangat bagus	<i>Ground</i> dari argumen jelas dan mudah diidentifikasi	



Lampiran 03. Rekapitulasi Pola Argumen Toulmin dan Tingkat Ketajaman Argumen

No	Kalimat argumen	Kalimat bukan argumen	Pola	TAP						<i>I-Rubric</i>					
				C	G	W	B	Q	R	C	G	W	B	Q	R
1	6	2	G-C	T	T					B	B				
2	5	6	B-G-W-C	T	T	S	S			SB	SB	B	B		
3	2	2	C-G	T	S					SB	B				
4	2	1	C-G	T	S					SB	B				
5	2	1	C-G	T	S					SB	B				
6	10	5	Q-C-G-W	T	S	S		S		SB	SB	B		B	
7	3	2	G-C	T	S					SB	SB				
8	2	0	C-G	T	S					SB	B				
9	6	1	C-W-G	T	S	R				SB	SB	B			
10	7	0	W-C-G	T	T	S				SB	SB	SB			
11	5	0	C-W-B-G	T	T	S	S			SB	SB	S	B		
12	3	1	C-W-G	T	T	S				SB	SB	SB			
13	3	0	W-G-C	T	T	S				SB	SB	SB			
14	3	0	C-W-G	T	S	S				SB	B	SB			
15	4	10	C-G-B-W	T	S	S	S			SB	SB	S	SB		
16	3	1	C-W-G	T	T	S				SB	SB	SB			
17	2	0	C-G	T	S					SB	B				
18	3	0	G-W-C	T	T	T				B	SB	SB			
19	3	3	C-W-G	T	T	S				B	SB	SB			
20	4	3	C-W-G	T	S	T				B	B	S			
21	6	3	C-W-G-B-Q	T	S	T	S	S		B	SB	SB	SB	S	

22	5	3	G-C-W-B	T	S	S	S				SB	B	SB	SB		
23	5	0	C-G-W	S	S	S					SB	SB	B			
24	8	1	C-G	T	S						SB	SB				
25	6	4	C-G-W	T	T	S					B	SB	SB			
26	10	6	G-C-W-B	T	T	S	S				SB	SB	SB	SB		
27	5	0	C-G	T	S						SB	B				
28	7	0	C-G-W	T	T	S					SB	SB	SB			
29	4	1	G-W-C	T	S	S					SB	SB	SB			
30	3	0	C-G	T	T						SB	SB				
31	6	0	C-G-W-B	T	T	S	S				B	SB	SB	SB		
32	2	0	G-C	T	T						SB	B				
33	3	0	C-W-G	T	S	S					SB	SB	SB			
34	6	1	G-W-C	T	T	S					B	SB	SB			
35	4	0	G-W-C	T	T	S					SB	SB	SB			
36	5	0	C-G	T	T						SB	SB				
37	7	0	C-G	T	T						SB	SB				
38	4	0	C-G	T	T						SB	SB				
39	4	0	C-G	T	T						SB	SB				
40	8	1	C-G	T	T						SB	SB				
41	5	0	C-G	T	T						SB	SB				
42	5	0	C-G	T	T						SB	SB				
43	3	0	C-G	T	T						SB	SB				
44	7	0	C-G-W-B	T	T	S	S				SB	SB	SB	SB		
45	2	0	C-G	T	T						SB	B				
46	4	2	G-W-C	T	S	S					SB	B	B			

47	4	0	G-W-C-B	T	S	S	S			B	B	SB	B		
48	10	0	C-G	T	T					S	SB				
49	3	0	C-G	T	T					B	SB				
50	5	1	W-C-G	T	S	S				SB	SB	S			
51	6	1	G-C	T	T					SB	SB				
52	4	0	C-G	T	S					SB	SB				
53	7	0	C-G	T	S					SB	SB				
54	2	0	C-G	T	S					SB	B				
55	3	0	G-W-C	T	S	S				SB	SB	SB			
56	8	0	G-W-C	T	S	S				SB	SB	SB			
57	3	0	G-W-C	T	T	S				SB	SB	SB			
58	2	3	C-G	T	T					SB	SB				
59	5	0	G-C-W	T	T	S				SB	S	SB			
60	9	0	C-W-G	T	T	S				B	SB	SB			
61	3	0	C-G	T	T					SB	SB				
62	5	1	C-G-W-R	T	T	S			T	SB	SB	SB			B
63	6	2	G-W-C	T	T	S				SB	SB	B			
64	2	5	G-C	T	R					SB	S				
65	11	0	G-W-C	T	T	T				SB	SB	SB			
66	2	2	C-G	T	T					SB	SB				
67	9	0	C-G	T	T					SB	SB				
68	5	1	G-C	T	T					SB	SB				
69	4	1	G-W-B-C	T	T	T	S			SB	SB	B	SB		
70	1	0	C-G	T	S					SB	SB				
71	10	0	C-G-W-Q	T	T	S		S		B	SB	B		B	

72	13	0	C-G	T	T					SB	B				
73	8	9	C-W-G	T	T	S				SB	SB	SB			
74	6	1	G-C-W-B	T	T	S	S			SB	SB	B	SB		
75	2	1	G-W-C	T	T	S				SB	SB	SB			
76	4	0	C-G	T	S					SB	SB				
77	4	0	C-W-G-B	T	T	S	S			SB	SB	SB	B		
78	2	0	C-G	T	S					SB	SB				
79	6	0	G-CW-R	T	S	S			T	SB	SB	B			SB
80	2	1	C-G	T	T					B	S				
81	4	0	C-G	T	S					SB	SB				
82	6	0	C-R-G-W	T	T	S			T	SB	B	SB			B
83	4	1	W-G-C	T	T	S				SB	SB	SB			
84	1	0	C-G	T	S					B	SB				
85	1	0	C-G	T	S					B	SB				
86	1	0	C-G	T	S					B	SB				
87	1	0	C-G	T	S					B	SB				
88	1	0	C-G	T	S					B	SB				
89	5	0	G-C-W-R	T	S	S			T	SB	SB	B			SB
90	2	0	C-G	T	S					B	SB				
91	6	0	G-W-C	T	T	S				SB	SB	B			
92	5	0	G-C-W	T	T	S				B	B	SB			
93	2	0	C-G	T	T					B	SB				
94	2	1	C-G	T	T					B	SB				
95	4	0	C-G	T	T					SB	B				
96	4	0	C-G	T	T					SB	SB				

97	1	0	C-G	T	S					SB	SB				
98	6	2	G-C-W-B	T	T	S	S			SB	SB	B	SB		
99	3	0	C-G	T	T					B	SB				
100	2	1	C-G	T	T					B	SB				
101	1	2	C-G	T	S					SB	SB				
102	4	0	C-G	T	T					SB	B				
103	2	0	C-G	T	T					SB	B				
104	2	1	C-G	T	T					SB	B				
105	1	0	C-G	T	S					B	SB				
106	1	0	C-G	T	S					B	SB				
107	5	0	C-G	T	T					SB	SB				
108	4	0	C-G-W	T	S	S				SB	S	B			
109	2	0	C-G	T	S					SB	SB				
110	2	1	C-G	T	S					SB	SB				
111	4	0	C-W-G-B	T	S	S	S			SB	SB	B	SB		
112	7	0	C-W-G	T	S	S				SB	SB	SB			
113	1	3	C-G	T	S					B	SB				
114	3	1	C-W-G	T	S	S				SB	SB	B			
115	5	0	C-G	T	T					SB	B				
116	4	0	C-G-W-B	T	S	S	S			SB	SB	SB	S		
117	2	2	C-G	T	S					SB	SB				
118	4	5	C-G	T	T					SB	SB				
119	6	0	C-G	T	T					SB	SB				
120	3	1	G-C-W	T	T	S				SB	B	B			
121	4	0	G-C-W	T	S	S				SB	SB	S			

122	2	0	C-G	T	T					SB	SB				
123	3	0	C-G	T	T					SB	SB				
124	5	1	C-W-G	T	T	S				SB	SB	SB			
125	2	0	C-G-W	T	S	S				SB	SB	S			
126	2	0	G-C	T	T					SB	SB				
127	3	0	C-G-R	T	S				T	SB	SB				SB
128	5	0	C-W-G	T	S	S				SB	SB	SB			
129	5	0	C-W-B-G	T	S	S	S			SB	SB	SB	SB		
130	4	0	C-G	T	S					SB	SB				
131	4	0	C-G-R	T	S				T	SB	SB				B
132	3	0	C-G-W	T	S	S				SB	SB	B			
133	4	0	C-G	T	T					SB	SB				
134	2	1	C-G	T	T					SB	B				
135	6	0	C-G-W	T	T	S				B	B	SB			
136	7	0	C-W-G	T	T	S				SB	SB	SB			
137	2	4	C-G	T	T					SB	SB				
138	2	0	C-G	T	S					SB	SB				
139	1	0	G-C	T	T					SB	SB				
140	1	0	G-C	T	S					SB	B				
141	2	0	C-G	T	S					SB	SB				
142	2	0	G-C	T	T					SB	SB				
143	4	0	C-G	T	T					SB	SB				
144	2	0	C-G	T	S					SB	SB				
145	2	0	C-W-G	T	S	S				SB	SB	S			
146	2	0	C-G	T	S					SB	SB				

147	2	0	C-G	T	S					SB	SB				
148	1	0	C-G	T	S					SB	SB				
149	1	0	C-G	T	S					SB	SB				
150	3	0	C-G	T	T					SB	B				
151	4	0	C-G-W-B	T	S	S	S			B	SB	B	B		
152	3	0	C-W-G	T	T	S				SB	SB	B			
153	2	2	G-C	T	T					B	SB				
154	2	1	C-G-W	T	S	S				SB	SB	SB			
155	3	1	C-G	T	T					SB	SB				
156	5	2	C-G-W-B	T	T	S	S			SB	SB	SB	B		
157	2	0	C-G	T	S					SB	SB				
158	2	1	G-C	T	T					SB	SB				
159	1	1	C-G	T	S					SB	B				
160	1	0	C-G	T	S					SB	SB				
161	3	4	G-C	T	T					SB	SB				
162	1	0	C-G	T	S					SB	SB				
163	3	0	C-G	T	S					B	SB				
164	1	2	C-G	T	S					SB	SB				
165	1	0	C-G	T	S					SB	SB				
166	3	1	C-G-W	T	T	S				SB	SB	SB			
167	2	7	G-C	T	T					SB	B				
168	2	2	G-W-C	T	T	S				SB	SB	SB			
169	7	0	C-G	T	T					SB	SB				
170	3	4	C-W-G	T	T	S				SB	SB	SB			
171	1	0	C-G	T	S					SB	SB				

172	1	0	C-G	T	S					SB	SB				
173	1	0	C-G	T	S					SB	SB				
174	2	0	C-G	T	S					SB	SB				
175	9	0	C-G	T	T					SB	SB				
176	2	0	C-G	T	T					SB	SB				
177	2	3	G-C	T	T					SB	SB				
178	1	1	C-G	T	S					SB	SB				
179	1	0	C-G	T	S					SB	SB				
180	1	0	C-G	T	S					SB	SB				
181	1	0	C-G	T	S					SB	SB				
182	3	3	C-G	T	T					SB	SB				
183	3	0	C-G-R	T	T				T	SB	SB				SB
184	1	3	C-G	T	T					SB	SB				
185	3	0	G-C	T	T					SB	SB				
186	2	0	C-G	T	T					SB	SB				
187	1	0	C-G	T	S					SB	SB				
188	2	0	C-G	T	S					SB	SB				
189	1	0	C-G	T	S					SB	SB				
190	1	0	C-G	T	S					SB	SB				
191	1	0	C-G	T	S					SB	SB				
192	1	0	C-G	T	S					SB	SB				
193	1	0	C-G	T	S					SB	SB				
194	1	0	C-G	T	S					SB	SB				
195	1	0	C-G	T	S					SB	SB				
196	1	0	C-G	T	S					SB	SB				

197	6	0	C-G	T	T					SB	SB				
198	2	0	W-C-G	T	S	S				SB	SB	SB			
199	2	1	G-C	T	T					SB	SB				
200	3	2	C-G-W	T	T	S				SB	SB	SB			
201	2	3	C-G	T	T					SB	SB				
202	2	4	C-G	T	T					SB	SB				
203	1	0	C-G	T	S					SB	SB				
204	1	0	C-G	T	S					SB	SB				
205	7	2	C-G	T	T					SB	SB				
206	2	2	C-G	T	S					SB	SB				
207	2	0	C-G	T	S					SB	SB				
208	1	0	C-G	T	S					SB	SB				
209	1	0	C-G	T	T					B	SB				
210	1	0	C-G	T	T					SB	SB				
211	1	3	C-G	T	T					SB	SB				
212	3	0	C-W-G	T	S	S				SB	SB	SB			
213	5	0	G-C-W-B	T	T	S	S			SB	SB	SB	SB		
214	2	3	G-C	T	T					SB	SB				
215	1	3	C-G	T	S					SB	SB				
216	2	0	C-G	T	S					SB	SB				
217	1	0	C-G	T	S					SB	SB				
218	2	6	C-G	T	S					SB	SB				
219	6	0	Q-C-G	T	S			S		SB	SB			SB	
220	6	0	C-W-G	T	T	S				SB	SB	SB			
221	6	0	C-G-W	T	T	S				SB	B	B			

222	9	0	C-G	T	T					SB	SB				
223	4	3	C-W-G-B	T	S	S	S			B	SB	SB	SB		
224	2	0	C-G	T	T					SB	SB				
225	4	1	C-G	T	T					B	B				
226	4	2	C-G	T	T					SB	SB				
227	5	1	C-G-W-B	T	T	S	S			SB	SB	SB	SB		
228	2	0	C-W-G	T	S	S				SB	SB	B			
229	1	0	C-G	T	S					SB	SB				
230	3	0	C-G	T	T					B	SB				
231	1	0	C-G	T	S					SB	SB				
232	2	0	C-G	T	S					SB	SB				
233	4	0	C-G-W	T	T	S				SB	B	SB			
234	6	0	C-G-W-B	T	S	S	S			SB	SB	B	SB		
235	3	0	C-G	T	T					B	SB				
236	1	0	C-G	T	S					SB	SB				
237	4	0	C-W-G	T	S	S				SB	SB	SB			
238	4	0	G-W-C-B	T	T	S	S			SB	SB	SB	SB		
239	4	2	G-C-W	T	T	S				SB	SB	B			
240	6	3	C-G-W-B	T	T	S	S			SB	SB	SB	SB		
241	5	0	C-G	T	T					SB	SB				
242	1	2	C-G	T	S					SB	SB				
243	2	2	C-G	T	T					SB	SB				
244	2	3	C-G	T	S					SB	SB				
245	1	2	C-G	T	T					SB	SB				
246	2	0	C-G	T	S					SB	SB				

247	1	2	C-G	T	S					SB	SB				
248	3	3	C-G	T	T					SB	SB				
249	2	2	C-G	T	T					B	SB				
250	1	3	C-G	T	S					SB	SB				
251	2	0	C-G	T	T					SB	SB				
252	2	1	C-G	T	S					B	SB				
253	5	0	C-G	T	T					SB	SB				
254	3	1	C-G-W	T	T	S				SB	SB	SB			
255	5	0	C-G	T	T					SB	B				
256	5	1	C-G	T	T					SB	B				
257	5	2	C-G-R	T	S				T	SB	SB				B
258	5	0	W-C-G	T	S	S				B	SB	SB			
259	5	0	W-C-G	T	T	S				B	SB	SB			
260	2	0	C-G	T	T					SB	SB				
261	2	0	G-C	T	S					SB	SB				
262	2	0	G-C	T	S					SB	SB				
263	3	0	G-C	T	T					B	SB				
264	6	2	G-C-W	T	T	S				B	SB	SB			
265	4	0	G-C-W-B	T	T	S	S			SB	SB	SB	B		
266	4	0	C-G	T	T					SB	SB				
267	7	0	C-G-W-B	T	T	S	S			B	SB	SB	B		
268	3	0	C-W-G	T	T	S				SB	SB	B			
269	5	0	G-C-W-B	T	S	S	S			B	B	B	SB		
270	2	0	C-G	T	S					SB	SB				
271	3	1	C-G	T	T					SB	B				

272	2	0	C-G	T	T					SB	SB				
273	4	0	C-G	T	S					B	SB				
274	6	0	G-Q-W-B-C	T	T	S	S	S		SB	SB	SB	SB	B	
275	2	3	G-C	T	S					SB	SB				
276	2	1	G-C	T	S					SB	SB				
277	9	0	C-G	T	S					SB	SB				
278	4	0	C-G-W	T	S	T				SB	SB	B			
279	3	2	C-G	T	T					B	SB				
280	7	0	C-G-W-B	T	T	S	S			SB	SB	SB	B		
281	2	1	G-C	T	T					SB	SB				
282	6	2	G-C	T	T					SB	SB				
283	5	0	G-C	T	T					SB	SB				
284	2	3	C-G	T	S					SB	B				
285	4	0	G-C	T	T					SB	SB				
286	2	3	C-G	T	T					SB	SB				
287	1	0	C-G	T	T					SB	SB				
288	1	0	C-G	T	T					SB	SB				
289	1	0	C-G	T	S					SB	SB				
290	2	0	C-G	T	S					SB	SB				
291	4	0	W-C-G	T	T	S				SB	SB	SB			
292	1	3	C-G	T	T					SB	SB				
293	1	0	C-G	T	T					SB	SB				
294	1	1	C-G	T	S					SB	SB				
295	2	1	C-G	T	T					SB	SB				
296	2	3	G-C	T	S					SB	B				

297	4	0	G-C-W-B	T	T	S	S			SB	SB	SB	B		
298	4	0	C-G	T	T					SB	SB				
299	2	2	G-C	T	T					SB	SB				
300	2	0	G-C	T	T					SB	B				
301	3	0	C-G	T	T					SB	SB				
302	2	5	W-C-G	T	T	S				SB	S	S			
303	4	0	C-G	T	S					SB	SB				
304	11	2	C-G	T	T					SB	SB				
305	3	2	G-C	T	T					SB	SB				
306	3	5	C-G	T	S					SB	SB				
307	1	0	C-G	T	S					SB	SB				
308	1	0	C-G	T	S					SB	SB				

Pola Argumen	Jumlah wacana	Persentase
Dua elemen		
C-G	172	55,84
G-C	31	10,06
Total	203	65,91
Tiga elemen		
C-W-G	22	7,14
C-G-W	14	4,55
W-G-C	2	0,65
W-C-G	7	2,27
G-C-W	6	1,95

G-W-C	13	4,22
C-G-R	4	1,30
Q-C-G	1	0,32
Total	69	22,40
Empat elemen		
B-G-W-C	1	0,32
Q-C-G-W	1	0,32
C-W-B-G	2	0,65
C-G-B-W	1	0,32
G-C-W-B	8	2,60
C-G-W-B	10	3,25
G-W-C-B	2	0,65
C-G-W-R	1	0,32
G-W-B-C	1	0,32
C-G-W-Q	1	0,32
C-W-G-B	3	0,97
G-C-W-R	2	0,65
C-R-G-W	1	0,32
Total	34	11,04
Lima elemen		
C-W-G-B-Q	1	0,32
G-Q-W-B-C	1	0,32
Total	2	0,65
TOTAL WACANA	308	

Kriteria TAP							
Elemen Argumen	Tingkat Ketajaman Argumen			Persentase Tingkat Ketajaman Argumen (%)			Jumlah Elemen
	Tinggi	Sedang	Rendah	Tinggi	Sedang	Rendah	
C	307	1	0	99,67532468	0,324675325	0	308
G	166	141	1	53,8961039	45,77922078	0,324675325	308
W	6	93	1	6	93	1	100
B	0	30	0	0	100	0	30
Q	0	5	0	0	100	0	5
R	8	0	0	100	0	0	8

Kriteria I-Rubric									
Elemen Argumen	Tingkat Ketajaman Argumen				Persentase Tingkat Ketajaman Argumen				Jumlah Elemen
	Sangat bagus	Bagus	Sedang	Buruk	Sangat bagus	Bagus	Sedang	Buruk	
C	261	46	1	0	84,74025974	14,93506494	0,324675325	0	308
G	263	40	5	0	85,38961039	12,98701299	1,623376623	0	308
W	65	27	8	0	65	27	8	0	100
B	19	10	1	0	63,33333333	33,33333333	3,333333333	0	30
Q	1	3	1	0	20	60	20	0	5
R	4	4	0	0	50	50	0	0	8

Lampiran 04. Tanggapan Formulir Data Buku Kimia Kelas XII di Sekolah

TANGGAPAN FORMULIR DATA BUKU KIMIA KELAS XII DI SEKOLAH

Timestamp	Nama Sekolah	Nama responden guru kimia Kelas XII (disertai gelar)	Buku ajar apa saja yang Bapak/Ibu gunakan dalam pembelajaran kimia kelas XII? (Dapat memilih lebih dari satu, jika tidak ada di pilihan ini bisa memilih Other dan isi penulis dan judul buku)
8/11/2021 10:16:52	SMA Negeri 2 Amlapura	Ni Luh Sudewi, S.Pd.,M.Pd	<ul style="list-style-type: none"> • Sentot Budi Rahardjo, Ispriyanto. 2016. Buku Siswa Kimia Berbasis Eksperimen untuk Kelas XII SMA dan MA. Tiga Serangkai Pustaka Mandiri, • Unggul Sudarmo. 2017. Kimia untuk SMA/MA Kelas XII. Erlangga
8/11/2021 11:23:22	SMA Negeri 2 Singaraja	Ni Putu Yuliani, S.Pd	<ul style="list-style-type: none"> • Elisabeth Deta Lustiyati, Jauharotul Farida, Sugiyarto. 2009. Aktif Belajar Kimia : untuk SMA dan MA Kelas XII. Mediatama, • Muchtaridi. 2007. Kimia SMA Kelas XII. Yudhistira, • Sentot Budi Rahardjo, Ispriyanto. 2016. Buku Siswa Kimia Berbasis Eksperimen untuk Kelas XII SMA dan MA. Tiga Serangkai Pustaka Mandiri, • Unggul Sudarmo. 2017. Kimia untuk SMA/MA Kelas XII. Erlangga, • Unggul Sudarmo. 2018. Kimia untuk SMA/MA Kelas XII (Edisi Revisi). Erlangga
8/11/2021 14:05:32	SMA Negeri 1 Banjar	Gede Putra Adnyana, M.Pd.	<ul style="list-style-type: none"> • Elisabeth Deta Lustiyati, Jauharotul Farida, Sugiyarto. 2009. Aktif Belajar Kimia : untuk SMA dan MA Kelas XII. Mediatama, • Ari Harnanto, Ruminten. 2009. Kimia untuk SMA/MA Kelas XII. Setia Aji, • Yayan Sunarya, Agus Setiabudi. 2009. Mudah dan Aktif Belajar Kimia untuk Kelas XII. Setia Purna Inves, • Teguh Pangajuanto, Tri Rahmidi. 2009. Kimia Untuk SMA/MA Kelas XII. Grahadi, • Sentot Budi Rahardjo, Ispriyanto. 2016. Buku Siswa Kimia Berbasis Eksperimen untuk Kelas XII SMA dan MA. Tiga Serangkai Pustaka Mandiri, • Michael Purba, Eti Sarwiyati. 2018. Kimia untuk SMA/MA Kelas XII. Erlangga,

			<ul style="list-style-type: none"> • Unggul Sudarmo. 2017. Kimia untuk SMA/MA Kelas XII. Erlangga, • Nana Sutresna, Dindin Sholehudin, Tati Herlina. 2016. Buku Siswa Aktif dan Kreatif Belajar Kimia untuk SMA/MA Kelas XII. Grafindo Media Pratama, • Erfan Prayimbodo, Anis Dyah Rufaida, Annik Qurniawati, Lenni Margiyani. 2019. Buku Siswa Kimia untuk SMA/MA Kelas XII. Intan Pariwara
8/11/2021 17:57:23	SMA Negeri 1 Bebandem	Ni Wayan Eka Pratiwi, S.Pd., M.Pd	<ul style="list-style-type: none"> • Nurhalimah Umiyati. 2014. Buku Siswa Kimia untuk SMA/MA XII. Mediatama, • Teguh Pangajuanto, Tri Rahmidi. 2009. Kimia Untuk SMA/MA Kelas XII. Grahadi, • Erfan Prayimbodo, Anis Dyah Rufaida, Annik Qurniawati, Lenni Margiyani. 2019. Buku Siswa Kimia untuk SMA/MA Kelas XII. Intan Pariwara
8/11/2021 19:58:14	SMA Negeri 1 Amlapura	I Made Sukerta	<ul style="list-style-type: none"> • Sentot Budi Rahardjo, Ispriyanto. 2016. Buku Siswa Kimia Berbasis Eksperimen untuk Kelas XII SMA dan MA. Tiga Serangkai Pustaka Mandiri, • Unggul Sudarmo. 2017. Kimia untuk SMA/MA Kelas XII. Erlangga, • Sentot Budi Rahardjo. 2015. Kimia Berbasis Eksperimen untuk kelas XII SMA dan MA. Platinum
8/19/2021 19:02:45	SMA Negeri 2 Gerokgak	Made Sri Darmayanti, S.Pd	<ul style="list-style-type: none"> • Nurhalimah Umiyati. 2014. Buku Siswa Kimia untuk SMA/MA XII. Mediatama, • A. Haris Watoni, Meta Juniastri. 2016. Buku Siswa Kimia untuk SMA/MA Kelas XII. Yrama Widya, • Erfan Prayimbodo, Anis Dyah Rufaida, Annik Qurniawati, Lenni Margiyani. 2019. Buku Siswa Kimia untuk SMA/MA Kelas XII. Intan Pariwara, • Soedjono. 2015. Mandiri Kimia untuk SMA/MA Kelas XII. Erlangga
8/21/2021 15:05:51	SMA Negeri 1 Sidemen	I Nyoman Dirga, S.Pd.,M.Pd	<ul style="list-style-type: none"> • Unggul Sudarmo. 2017. Kimia untuk SMA/MA Kelas XII. Erlangga
8/23/2021 11:14:49	SMA Negeri 4 Singaraja	Drs. I Wayan Soma	<ul style="list-style-type: none"> • Unggul Sudarmo. 2018. Kimia untuk SMA/MA Kelas XII (Edisi Revisi). Erlangga, • Bahan ajar yg dibuat guru sendiri
8/25/2021	MA Negeri	Nikmatur	<ul style="list-style-type: none"> • Sentot Budi Rahardjo. 2016. Kimia Berbasis Eksperimen untuk Kelas XII SMA dan

21:12:36	Buleleng	Rohmaya, S.Pd	<p>MA (Edisi Revisi). Platinum,</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ari Harnanto, Ruminten. 2009. Kimia untuk SMA/MA Kelas XII. Setia Aji, • Sentot Budi Rahardjo, Ispriyanto. 2016. Buku Siswa Kimia Berbasis Eksperimen untuk Kelas XII SMA dan MA. Tiga Serangkai Pustaka Mandiri, • Unggul Sudarmo. 2017. Kimia untuk SMA/MA Kelas XII. Erlangga, • Erfan Prayimbodo, Anis Dyah Rufaida, Annik Qurniawati, Lenni Margiyani. 2019. Buku Siswa Kimia untuk SMA/MA Kelas XII. Intan Pariwara
8/26/2021 12:11:23	SMA Negeri 7 Dennpasar	KD Manik Suriti,S.Pd,M.Pd	<ul style="list-style-type: none"> • Sentot Budi Rahardjo. 2016. Kimia Berbasis Eksperimen untuk Kelas XII SMA dan MA (Edisi Revisi). Platinum, • Sri Rahayu Ningsih, Elly Marwati, Ety Sofyatinigrum. 2013. Konsep dan Penerapan Kimia SMA/MA Kelas XII. Bailmu, • Michael Purba, Eti Sarwiyati. 2018. Kimia untuk SMA/MA Kelas XII. Erlangga, • Soedjono. 2015. Mandiri Kimia untuk SMA/MA Kelas XII. Erlangga
8/27/2021 11:27:15	SMA Swasta Laboratorium Undiksha Singaraja	Nyoman Novita Purnami Dewi, S.Pd	<ul style="list-style-type: none"> • Ari Harnanto, Ruminten. 2009. Kimia untuk SMA/MA Kelas XII. Setia Aji, • Unggul Sudarmo. 2018. Kimia untuk SMA/MA Kelas XII (Edisi Revisi). Erlangga
8/28/2021 9:22:14	SMA Negeri 1 Tegallalang	Drs I Gusti Made Mertanadi	<ul style="list-style-type: none"> • Elisabeth Deta Lustiyati, Jauharotul Farida, Sugiyarto. 2009. Aktif Belajar Kimia : untuk SMA dan MA Kelas XII. Mediatama, • Nana Sutresna, Dindin Sholehudin, Tati Herlina. 2016. Buku Siswa Aktif dan Kreatif Belajar Kimia untuk SMA/MA Kelas XII. Grafindo Media Pratama
8/30/2021 19:17:20	SMA Negeri 1 Kediri	I Nyoman Suparya, S. Pd	<ul style="list-style-type: none"> • Ari Harnanto, Ruminten. 2009. Kimia untuk SMA/MA Kelas XII. Setia Aji, • Yayan Sunarya, Agus Setiabudi. 2009. Mudah dan Aktif Belajar Kimia untuk Kelas XII. Setia Purna Inves, • Nurhalimah Umiyati. 2014. Buku Siswa Kimia untuk SMA/MA XII. Mediatama, • Unggul Sudarmo. 2017. Kimia untuk SMA/MA Kelas XII. Erlangga, Unggul • Sudarmo. 2018. Kimia untuk SMA/MA Kelas XII (Edisi Revisi). Erlangga

9/2/2021 18:38:54	SMA Negeri 4 Denpasar	Dra.Ni Putu Dewi Leoni Yutrisni Pucangan M.Pd.	<ul style="list-style-type: none"> • Sentot Budi Rahardjo, Ispriyanto. 2016. Buku Siswa Kimia Berbasis Eksperimen untuk Kelas XII SMA dan MA. Tiga Serangkai Pustaka Mandiri, • Unggul Sudarmo. 2017. Kimia untuk SMA/MA Kelas XII. Erlangga, • Nana Sutresna, Dindin Sholehudin, Tati Herlina. 2016. Buku Siswa Aktif dan Kreatif Belajar Kimia untuk SMA/MA Kelas XII. Grafindo Media Pratama, • A. Haris Watoni, Dini Kurniawati, Meta Juniastri. 2016. Kimia untuk Siswa SMA/MA Kelas XII, • Saat ini pembelajaran online menggunakan modul pembelajaran yg dirancang oleh guru
9/3/2021 20:52:53	SMA Negeri 1 Singaraja	Drs. Made Warsa	<ul style="list-style-type: none"> • Unggul Sudarmo. 2017. Kimia untuk SMA/MA Kelas XII. Erlangga
9/7/2021 20:37:20	MA Negeri 2 Jembrana	Nur Indah, M.Pd	<ul style="list-style-type: none"> • Sentot Budi Rahardjo, Ispriyanto. 2016. Buku Siswa Kimia Berbasis Eksperimen untuk Kelas XII SMA dan MA. Tiga Serangkai Pustaka Mandiri, • Nana Sutresna, Dindin Sholehudin, Tati Herlina. 2016. Buku Siswa Aktif dan Kreatif Belajar Kimia untuk SMA/MA Kelas XII. Grafindo Media Pratama



Lampiran 05. Formulir Data Buku Kimia Kelas XII yang Digunakan di Sekolah

Formulir Data Buku Kimia Kelas XII yang Digunakan di Sekolah

https://docs.google.com/forms/d/1VMxbi5uIVupQY1AIQHb-zaNJw_8R...

Formulir Data Buku Kimia Kelas XII yang Digunakan di Sekolah

Responden yang terhormat, perkenalkan saya Nathasya Imanuella mahasiswa semester 7 Program Studi Pendidikan Kimia, Jurusan Kimia, Universitas Pendidikan Ganesha. Saat ini saya sedang melakukan penelitian tentang analisis buku ajar kimia SMA/MA Kelas XII pada materi Sifat Koligatif Larutan Ditinjau dari Pola Argumen Toulmin. Sehubungan dengan hal tersebut, maka saya memohon kesediaan Bapak/Ibu guru kimia khususnya guru kimia kelas XII, untuk mengisi form ini mengenai buku kimia kelas XII yang digunakan di sekolah. Besar harapan saya agar Bapak/Ibu guru mengisi form ini sebagai acuan penelitian saya. Terimakasih

* Required

1. Nama Sekolah *

2. Nama responden guru kimia Kelas XII (disertai gelar) *

3. Apakah di sekolah Bapak/Ibu menggunakan buku ajar dalam pembelajaran kimia kelas XII? *

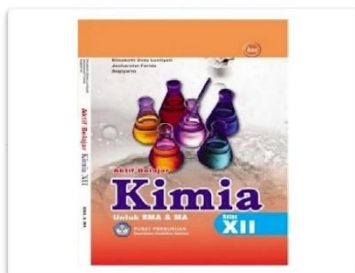
Mark only one oval.

Ya

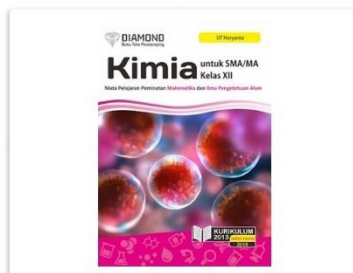
Tidak

4. Buku ajar apa saja yang Bapak/Ibu gunakan dalam pembelajaran kimia kelas XII?
(Dapat memilih lebih dari satu, jika tidak ada di pilihan ini bisa memilih Other dan isi penulis dan judul buku) *

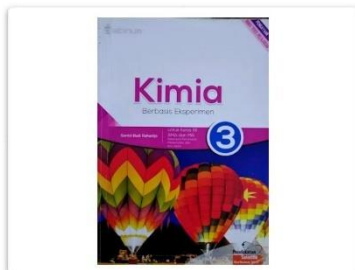
Check all that apply.



Elisabeth Deta Lustiyati, Jauharotul Farida, Sugiyarto. 2009. Aktif Belajar Kimia : untuk SMA dan MA Kelas XII. Mediatama



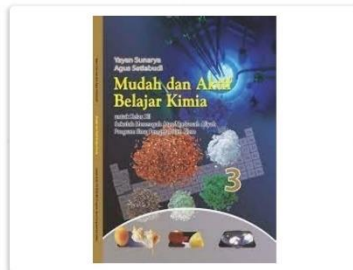
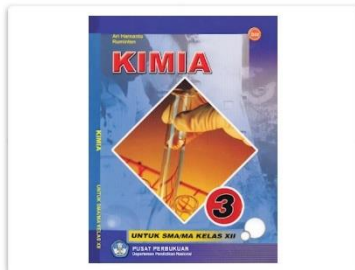
UT Haryanto. 2021. Kimia untuk SMA/MA Kelas XII. Andi Publisher



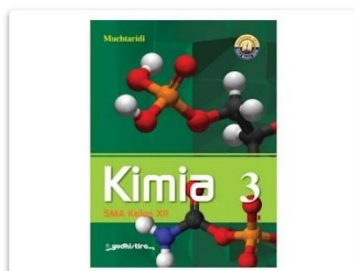
Sentot Budi Rahardjo. Kimia Berbasis Eksperimen untuk Kelas XII SMA dan MA. Platinum



Sentot Budi Rahardjo. 2016. Kimia Berbasis Eksperimen untuk Kelas XII SMA dan MA (Edisi Revisi). Platinum



Ari Harnanto, Ruminten. 2009. Kimia untuk SMA/MA Kelas XII. Setia Aji



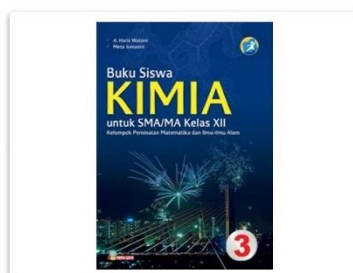
Yayan Sunarya, Agus Setiabudi. 2009. Mudah dan Aktif Belajar Kimia untuk Kelas XII. Setia Purna Inves



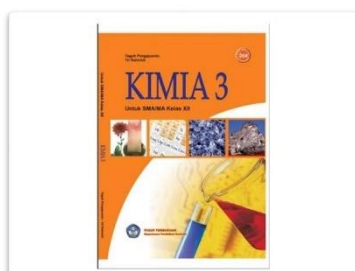
Muchtaridi. 2007. Kimia SMA Kelas XII. Yudhistira



Nurhalimah Umiyati. 2014. Buku Siswa Kimia untuk SMA/MA XII. Mediatama



Sri Rahayu Ningsih, Elly Marwati, Ety Sofyatingrum. 2013. Konsep dan Penerapan Kimia SMA/MA Kelas XII. Bailmu



A. Haris Watoni, Meta Juniastri. 2016. Buku Siswa Kimia untuk SMA/MA Kelas XII. Yrama Widya

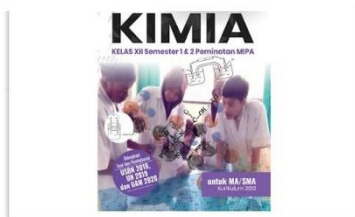


Teguh Pangajuanto, Tri Rahmidi. 2009. Kimia Untuk SMA/MA Kelas XII. Grahadi



Soedjono. 2015. Kimia Untuk SMA/MA Kelas XII (Jilid 3). Erlangga





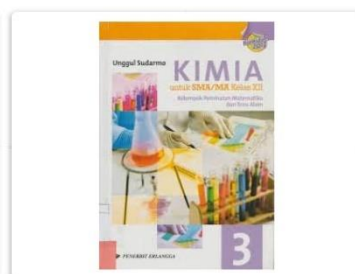
Warsiti. 2021. Pintar Kimia Kelas XII Semester 1 & 2 Peminatan MIPA. Deepublish



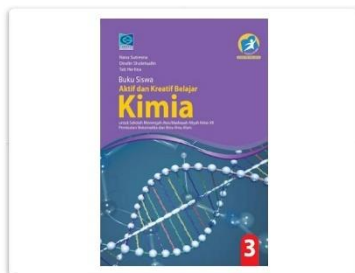
Sentot Budi Rahardjo, Ispriyanto. 2016. Buku Siswa Kimia Berbasis Eksperimen untuk Kelas XII SMA dan MA. Tiga Serangkai Pustaka Mandiri



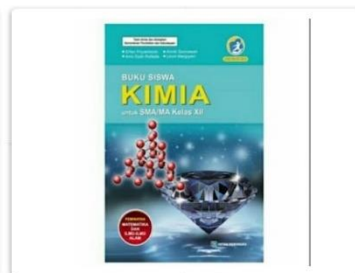
Michael Purba, Eti Sarwiyati. 2018. Kimia untuk SMA/MA Kelas XII. Erlangga



Unggul Sudarmo. 2017. Kimia untuk SMA/MA Kelas XII. Erlangga

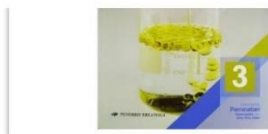


Nana Sutresna, Dindin Sholehudin, Tati Herlina. 2016. Buku Siswa Aktif dan Kreatif Belajar Kimia untuk SMA/MA Kelas XII. Grafindo Media Pratama

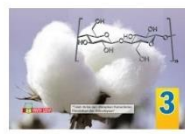


Erfan Prayimbodo, Anis Dyah Rufaida, Annik Qurniawati, Lenni Margiyani. 2019. Buku Siswa Kimia untuk SMA/MA Kelas XII. Intan Pariwara





Unggul Sudarmo. 2018. Kimia untuk SMA/MA Kelas XII (Edisi Revisi). Erlangga



A. Haris Watoni, Dini Kurniawati, Meta Juniastri. 2016. Kimia untuk Siswa SMA/MA Kelas XII

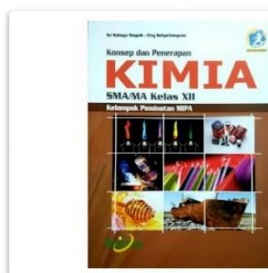


Soedjono. 2015. Mandiri Kimia untuk SMA/MA Kelas XII. Erlangga



Sentot Budi Rahardjo. 2015. Kimia Berbasis Eksperimen untuk kelas XII SMA dan MA. Platinum

Other: _____



Sri Rahayu Ningsih, Etty Sofyatiningrum. 2016. Konsep dan Penerapan Kimia SMA/MA Kelas XII. Bumi Aksara

Terimakasih Bapak/Ibu sudah meluangkan waktu untuk mengisi form ini

This content is neither created nor endorsed by Google.

Google Forms

RIWAYAT HIDUP



Nathasya Imanuella lahir di Kuta pada tanggal 23 Mei 2000. Penulis lahir dari pasangan suami istri Bapak Johannes Hendrika dan Ibu Mericen. Penulis berkebangsaan Indonesia dan beragama Kristen Protestan. Kini penulis beralamat di Jalan Gunung Batukaru No. 99, Liligundi, Kabupaten Buleleng, Provinsi Bali.

Penulis menyelesaikan pendidikan dasar di SD Tegaljaya, Badung dan lulus pada tahun 2012. Selanjutnya, penulis menyelesaikan pendidikan di SMP Tegaljaya pada tahun 2015. Pada tahun 2018, penulis lulus dari SMAK Santo Yoseph Denpasar Jurusan IPA dan melanjutkan pendidikan di Program Studi Pendidikan Kimia, Jurusan Kimia di Universitas Pendidikan Ganesha. Pada tahun 2022, penulis telah menyelesaikan Skripsi yang berjudul “Analisis Pola Argumen Toulmin Buku Ajar Kimia SMA/MA Kelas XII Semester I Kurikulum 2013”.

