



LAMPIRAN-LAMPIRAN

Lampiran 01. Surat Izin Permohonan Penelitian

 <p>UNIVERSITAS PENDIDIKAN GANESHA FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM JURUSAN KIMIA</p> <p>Alamat: Jalan Udayana No. 11 Singaraja Bali Indonesia 81117 Telp. 0362 25072 Fax 0362 25335</p> <p>Nomor : 4/UN48.9/TU/2025 Lampiran : - Perihal : Permohonan Data Penelitian</p> <p>20 Januari 2025</p> <p>Kepada Yth. Kepala SMA Laboratorium Undiksha</p> <p>Dengan hormat, dalam rangka melengkapi persyaratan perlu penyusunan makalah tesis/skripsi (bagian akhir), bersama ini dimohon bantuannya untuk memberikan informasi atau data yang diperlukan kepada mahasiswa berikut.</p> <p>Nama : Anak Agung Nyoman Lestari NIM : 2113031006 Program Studi : Pendidikan Kimia</p> <p>Demikian surat ini disampaikan, atas perkenan dan kerjasamanya diucapkan terima kasih.</p> <p>a.n. Dekan Ketua Jurusan</p>  <p>Prof. Dr. I Nyoman Suardana, M.Si. NIP. 196611231993031001</p> <p>Catatan *) coret yang tidak perlu</p>	 <p>UNIVERSITAS PENDIDIKAN GANESHA FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM JURUSAN KIMIA</p> <p>Alamat: Jalan Udayana No. 11 Singaraja Bali Indonesia 81117 Telp. 0362 25072 Fax 0362 25335</p> <p>Nomor : 4/UN48.9/TU/2025 Lampiran : - Perihal : Permohonan Data Penelitian</p> <p>20 Januari 2025</p> <p>Kepada Yth. Kepala SMA N 1 Singaraja</p> <p>Dengan hormat, dalam rangka melengkapi persyaratan perlu penyusunan makalah tesis/skripsi (bagian akhir), bersama ini dimohon bantuannya untuk memberikan informasi atau data yang diperlukan kepada mahasiswa berikut.</p> <p>Nama : Anak Agung Nyoman Lestari NIM : 2113031006 Program Studi : Pendidikan Kimia</p> <p>Demikian surat ini disampaikan, atas perkenan dan kerjasamanya diucapkan terima kasih.</p> <p>a.n. Dekan Ketua Jurusan</p>  <p>Prof. Dr. I Nyoman Suardana, M.Si. NIP. 196611231993031001</p> <p>Catatan *) coret yang tidak perlu</p>
---	---



Lampiran 02. Surat Permohonan Validator

<p style="text-align: center;">  KEMENTERIAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI UNIVERSITAS PENDIDIKAN GANESHA FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM JURUSAN KIMIA PRODI PENDIDIKAN KIMIA <small>Jalan Udayana No. 11 Singaraja-Bali 81116</small> </p> <p style="text-align: center;">SURAT PERNYATAAN VALIDATOR</p> <p>Yang bertanda tangan dibawah ini pembimbing 1 skripsi mahasiswa an:</p> <p>Adapun identitas mahasiswa:</p> <p>Nama : Anak Agung Nyoman Lestari Nim : 2113031006 Program Studi : Pendidikan Kimia Semester : 7</p> <p>Judul Skripsi : Pengembangan Buku Edukasi Lingkungan : Buku Suplemen Penunjang Pratikum Kimia SMA untuk Meningkatkan Perilaku Peduli Lingkungan pada Peserta Didik SMA</p> <p>Dengan ini menyatakan setuju terhadap calon validator yang akan digunakan dalam penilaian instrumen penelitian mahasiswa tersebut.</p> <p>Adapun identitas calon validator yang akan digunakan adalah sbb:</p> <ol style="list-style-type: none"> Ahli validasi isi produk : <ul style="list-style-type: none"> Prof. Dr. I Made Gunanantbu, S.T., M.M Des. I Dewa Putu Subantia, M.Pd Ahli validasi bahasa produk: Ade Ash Susanti Tantri, S.Pd., M.Pd. (Dosen Bahasa Indonesia) Ahli validasi media produk: Alexander Hamonangan Simamora, S.E., M.Pd. (Dosen TP) Ahli validasi instrumen soal pengetahuan kepedulian lingkungan, angket sikap dan tindakan: Prof. Dr. I Wayan Redhana, M.Si <p>Demikian surat pernyataan ini dibuat sebagai dasar pembuatan surat permohonan validator ke masing-masing validator tersebut. Atas bantuan dari semua pihak sampai terbitnya surat untuk validator ini disucikan terimakasih.</p> <p>Singaraja, 21 Januari 2025</p> <p>An. Pembimbing 1 Skripsi Mahasiswa</p> <p style="text-align: right;">  Prof. Dr. Des. I Ketut Sadiana, M.Kes NIP. 196310231991031001 </p>	<p style="text-align: center;">  UNIVERSITAS PENDIDIKAN GANESHA FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM JURUSAN KIMIA <small>Akhar: Jalan Udayana No. 11 Singaraja Bali Indonesia 81117 Telp. 0362 23072 Fax 0362 23333</small> </p> <p style="text-align: right;">Singaraja, 21 Januari 2025</p> <p>No : 9/UN48.9/8/TU/2025 Pihal : Permohonan Sebagai Validator</p> <p>Kepada Yth. Alexander Hamonangan Simamora, S.E., M.Pd.</p> <p>di Tempat</p> <p>Dengan hormat, sehubungan dengan adanya penyusunan tugas akhir (skripsi) yang dilakukan oleh mahasiswa Prodi Pendidikan Kimia atas nama :</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>No</th> <th>Nama</th> <th>NIM</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Anak Agung Nyoman Lestari</td> <td>2113031006</td> </tr> </tbody> </table> <p>Kami mohon kesediaan Bapak sebagai validator ahli Media Produk pada skripsi yang berjudul "Pengembangan Buku Edukasi Lingkungan : Buku Suplemen Penunjang Pratikum Kimia SMA untuk Meningkatkan Perilaku Peduli Lingkungan pada Peserta Didik SMA."</p> <p>Demikian surat pengantar ini dibuat agar dapat dipergunakan sebagaimana mestinya. Atas perhatian dan bantuan Bapak, kami mengucapkan terimakasih.</p> <p>Menghadap, Kajar Kimia,</p> <p style="text-align: right;">  Korprodi Pend. Kimia Dr. Ni Made Wiratini, S.Pd., M NIP. 198306272006042002 </p> <p style="text-align: center;">  Prof. Dr. I Nyoman Suardana, M.Si NIP. 196611231993031001 </p> <p>Tembusan: 1. Arsip</p>	No	Nama	NIM	1	Anak Agung Nyoman Lestari	2113031006						
No	Nama	NIM											
1	Anak Agung Nyoman Lestari	2113031006											
<p style="text-align: center;">  UNIVERSITAS PENDIDIKAN GANESHA FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM JURUSAN KIMIA <small>Akhar: Jalan Udayana No. 11 Singaraja Bali Indonesia 81117 Telp. 0362 23072 Fax 0362 23333</small> </p> <p style="text-align: right;">Singaraja, 21 Januari 2025</p> <p>No : 9/UN48.9/8/TU/2025 Pihal : Permohonan Sebagai Validator</p> <p>Kepada Yth. Ade Ash Susanti Tantri, S.Pd., M.Pd.</p> <p>di Tempat</p> <p>Dengan hormat, sehubungan dengan adanya penyusunan tugas akhir (skripsi) yang dilakukan oleh mahasiswa Prodi Pendidikan Kimia atas nama :</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>No</th> <th>Nama</th> <th>NIM</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Anak Agung Nyoman Lestari</td> <td>2113031006</td> </tr> </tbody> </table> <p>Kami mohon kesediaan Ibu sebagai validator ahli Bahasa Produk pada skripsi yang berjudul "Pengembangan Buku Edukasi Lingkungan : Buku Suplemen Penunjang Pratikum Kimia SMA untuk Meningkatkan Perilaku Peduli Lingkungan pada Peserta Didik SMA."</p> <p>Demikian surat pengantar ini dibuat agar dapat dipergunakan sebagaimana mestinya. Atas perhatian dan bantuan Ibu, kami mengucapkan terimakasih.</p> <p>Menghadap, Kajar Kimia,</p> <p style="text-align: right;">  Korprodi Pend. Kimia Dr. Ni Made Wiratini, S.Pd., M NIP. 198306272006042002 </p> <p style="text-align: center;">  Prof. Dr. I Nyoman Suardana, M.Si NIP. 196611231993031001 </p> <p>Tembusan: 1. Arsip</p>	No	Nama	NIM	1	Anak Agung Nyoman Lestari	2113031006	<p style="text-align: center;">  UNIVERSITAS PENDIDIKAN GANESHA FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM JURUSAN KIMIA <small>Akhar: Jalan Udayana No. 11 Singaraja Bali Indonesia 81117 Telp. 0362 23072 Fax 0362 23333</small> </p> <p style="text-align: right;">Singaraja, 21 Januari 2025</p> <p>No : 9/UN48.9/8/TU/2025 Pihal : Permohonan Sebagai Validator</p> <p>Kepada Yth. Prof. Dr. I Wayan Redhana, M.Si.</p> <p>di Tempat</p> <p>Dengan hormat, sehubungan dengan adanya penyusunan tugas akhir (skripsi) yang dilakukan oleh mahasiswa Prodi Pendidikan Kimia atas nama :</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>No</th> <th>Nama</th> <th>NIM</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Anak Agung Nyoman Lestari</td> <td>2113031006</td> </tr> </tbody> </table> <p>Kami mohon kesediaan Bapak sebagai validator ahli Instrumen Soal Pengetahuan Kepeudulian Lingkungan, Angket sikap dan Tindakan pada skripsi yang berjudul "Pengembangan Buku Edukasi Lingkungan : Buku Suplemen Penunjang Pratikum Kimia SMA untuk Meningkatkan Perilaku Peduli Lingkungan pada Peserta Didik SMA."</p> <p>Demikian surat pengantar ini dibuat agar dapat dipergunakan sebagaimana mestinya. Atas perhatian dan bantuan Bapak, kami mengucapkan terimakasih.</p> <p>Menghadap, Kajar Kimia,</p> <p style="text-align: right;">  Korprodi Pend. Kimia Dr. Ni Made Wiratini, S.Pd., M NIP. 198306272006042002 </p> <p style="text-align: center;">  Prof. Dr. I Nyoman Suardana, M.Si NIP. 196611231993031001 </p> <p>Tembusan: 1. Arsip</p>	No	Nama	NIM	1	Anak Agung Nyoman Lestari	2113031006
No	Nama	NIM											
1	Anak Agung Nyoman Lestari	2113031006											
No	Nama	NIM											
1	Anak Agung Nyoman Lestari	2113031006											



UNIVERSITAS PENDIDIKAN GANESHA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
JURUSAN KIMIA

Alamat: Jalan Udayana No. 11 Singaraja Bali Indonesia 81117 Telp. 0362 25072 Fax 0362 25335

Singaraja, 21 Januari 2025

No : 9/UN48.9.8/TU/2025
Prihal : Permohonan Sebagai Validator

Kepada Yth. 1. Prof. Dr. I Made Gunamantha, S.T., M.M
2. Drs. I Dewa Putu Subamia, M.Pd

di
Tempat

Dengan hormat, sehubungan dengan adanya penyusunan tugas akhir (skripsi) yang dilakukan oleh mahasiswa Prodi Pendidikan Kimia atas nama :

No	Nama	NIM
1	Anak Agung Nyoman Lestari	2113031006

Kami mohon kesediaan Bapak sebagai validator ahli **Isi Produk** pada skripsi yang berjudul "Pengembangan Buku Edukasi Lingkungan : Buku Suplemen Penuntun Praktikum Kimia SMA untuk Meningkatkan Perilaku Peduli Lingkungan pada Peserta Didik SMA."

Demikian surat pengantar ini dibuat agar dapat dipergunakan sebagaimana mestinya. Atas perhatian dan bantuan Bapak, kami mengucapkan terimakasih.

Mengetahui,
Kajur Kimia,

Prof. Dr. I Nyoman Suardana, M.Si
NIP. 196611231993031001

Korprodi Pend. Kimia

Dr. Ni Made Wiratini, S.Pd., M
NIP. 198306272006042002

Tembusan:
1. Arsip



Lampiran 03. Hasil Penilaian Ahli Isi Produk

LEMBAR PENILAIAN AHLI ISI
BUKU SUPLEMEN PENUNTUN PRAKTIKUM KIMIA SMA UNTUK MENINGKATKAN PERILAKU PEDULI LINGKUNGAN
PADA SISWA SMA

Judul Penelitian : Pengembangan Buku Edukasi Lingkungan: Buku Suplemen Penuntun Praktikum Kimia SMA untuk Meningkatkan Perilaku Peduli Lingkungan pada Siswa SMA

Sasaran Program : Fase E -F

Topik : Praktikum Kimia SMA

Peneliti : Anak Agung Nyoman Lestari

A. Tujuan

Penggunaan instrumen ini bertujuan untuk menilai isi dari Buku Suplemen Penuntun Praktikum Kimia SMA yang telah dikembangkan.

B. Petunjuk

1. Kepada Bapak/Ibu dimohonkan untuk membaca terlebih dahulu Buku Suplemen Penuntun Praktikum Kimia SMA yang telah dikembangkan dengan seksama.
2. Kepada Bapak/Ibu dimohonkan untuk memberikan penilaian terhadap butir-butir yang dinilai pada lembar validasi dengan cara mencentang (√) kolom yang telah disediakan.
3. Makna dari setiap alternatif pilihan yaitu:

Skor 1 = Sangat Kurang

Skor 2 = Kurang

Skor 3 = Baik

Skor 4 = Sangat Baik

4. Bila terdapat beberapa hal yang perlu direvisi, mohon menuliskan butir-butir revisi secara langsung pada tempat yang telah disediakan dalam lembar penilaian ini atau pada produk Buku Suplemen.

C. Penilaian

No	Indikator Penilaian	Butir Penilaian	Alternatif Penilaian				Saran/Masukan
			1	2	3	4	
A.	Kesesuaian materi	Materi yang disajikan mendukung sebagai tambahan penuntun praktikum kimia dari fase E-F				√	
B.	Keakuratan materi	Materi yang disajikan tidak menimbulkan banyak tafsiran dan mendukung kekurangan buku penuntun praktikum kimia.				√	Berikan penjelasan singkat untuk masing-masing prinsip green chemistry (1-2 kalimat)
		Contoh, gambar, dan simbol yang disajikan akurat/tepat/benar serta mendukung penuntun praktikum kimia untuk meningkatkan pengetahuan siswa dalam hal kepedulian lingkungan dan mendukung SDGs.			√		- Ada gambar yang perlu disesuaikan (H ₂ SO ₄)
		Fakta dan data yang disajikan sesuai dengan kenyataan dan efisien sebagai tambahan informasi dalam meningkatkan kesadaran lingkungan			√		- Sertakan peringatan keselamatan pada setiap eksperimen
		Istilah-istilah yang disajikan akurat/tepat/benar				√	

C	Kemutakhiran materi	Contoh dalam kehidupan sehari-hari			√		- Belum nampak	
		Materi yang diberikan konsisten, mendukung, dan sesuai dengan topik-topik praktikum pada penuntun praktikum				√		
D.	Pendukung Penyajian	Memuat informasi tentang peran buku suplemen/tambahan bagi siswa pada bagian prakata			√		- Sesuaikan urutan dalam Petunjuk Penggunaan Buku dengan Daftar Isi ...termasuk uraian singkatnya.	
		Daftar isi menyajikan informasi mengenai halaman penyajian pada buku suplemen dengan tepat				√		
		Daftar gambar yang disajikan sesuai dengan gambar konten						
		Glosarium berisi istilah-istilah penting dalam teks dengan penjelasan arti istilah tersebut, dan ditulis alfabetis					√	
		Daftar pustaka yang digunakan sesuai dengan penulisan kaidah <i>APA style</i>					√	
Rerata Persentase Sub Aspek Kelayakan Materi Isi								

D. Komentar dan Saran Perbaikan

Kesimpulan

Buku Suplemen dinyatakan*):

1. Layak digunakan tanpa revisi
2. Layak digunakan dengan revisi
3. Tidak layak digunakan

*): Lingkari salah satu



Singaraja,.....

Validator

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'I Made Gunamantha', is written over the 'Validator' text.

(Prof.Dr. I Made Gunamantha, S.T., M.M.)

C. Penilaian

No	Indikator Penilaian	Butir Penilaian	Alternatif Penilaian				Saran/Masukan
			1	2	3	4	
A.	Kesesuaian materi	Materi yang disajikan mendukung sebagai tambahan penuntun praktikum kimia dari fase E-F			✓		Saran: jika memungkinkan buat model materi praktikum alternatif yg ramah lingkungan (baik jumlah/jenis bahan)
B.	Keakuratan materi	Materi yang disajikan tidak menimbulkan banyak tafsiran dan mendukung kekurangan buku penuntun praktikum kimia			✓		
		Contoh, gambar, dan simbol yang disajikan akurat/tepat/benar serta mendukung penuntun praktikum kimia untuk meningkatkan pengetahuan peserta didik dalam hal kepedulian lingkungan dan mendukung SDGs.			✓		- Ukuran dan kejelasan pada beberapa gambar perlu disesuaikan
		Fakta dan data yang disajikan sesuai dengan kenyataan dan efisien sebagai			✓		-Perlu diperbanyak contoh fakta

		tambahan informasi dalam meningkatkan kesadaran lingkungan						<i>dan informasi</i>
		Istilah-istilah yang disajikan akurat/tepat/benar					✓	
C	Kemutakhiran materi	Contoh dalam kehidupan sehari-hari						
		Materi yang diberikan konsisten, mendukung, dan sesuai dengan topik-topik praktikum pada penuntun praktikum					✓	
D.	Pendukung Penyajian	Memuat informasi tentang peran buku suplemen/tambahan bagi peserta didik pada bagian prakata					✓	
		Daftar isi menyajikan informasi mengenai halaman penyajian pada buku suplemen dengan tepat					✓	
		Daftar gambar yang disajikan sesuai dengan gambar konten					✓	

		Glosarium berisi istilah-istilah penting dalam teks dengan penjelasan arti istilah tersebut, dan ditulis alfabetis				✓	
		Daftar pustaka yang digunakan sesuai dengan penulisan kaidah <i>APA style</i>				✓	
Rerata Presentase Sub Aspek Kelayakan Materi Isi							

D. Komentor dan Saran Perbaikan

Kesimpulan

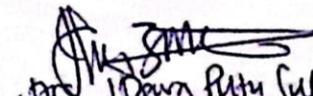
Buku Suplemen dinyatakan*):

1. Layak digunakan tanpa revisi
2. Layak digunakan dengan revisi
3. Tidak layak digunakan

*): Lingkari salah satu

Singaraja, 30 Januari 2025

Validator


(Drs. I Dewa Putu Subanla)

Lampiran 04. Hasil Penilaian Ahli Media Produk

LEMBAR PENILAIAN AHLI MEDIA

BUKU SUPLEMEN PENUNTUN PRAKTIKUM KIMIA SMA UNTUK MENINGKATKAN PERILAKU PEDULI LINGKUNGAN PADA PESERTA DIDIK SMA

Judul Penelitian : Pengembangan Buku Edukasi Lingkungan: Buku Suplemen Penuntun Praktikum Kimia SMA untuk Meningkatkan Perilaku Peduli Lingkungan pada Peserta Didik SMA

Sasaran Program : Fase E-F

Topik : Praktikum Kimia SMA

Peneliti : Anak Agung Nyoman Lestari

A. Tujuan

Penggunaan instrumen ini bertujuan untuk menilai media dari Buku Suplemen Penuntun Praktikum Kimia SMA yang telah dikembangkan.

B. Petunjuk

1. Kepada Bapak/Ibu dimohonkan untuk membaca terlebih dahulu Buku Suplemen Praktikum Kimia SMA yang telah dikembangkan dengan seksama.
2. Kepada Bapak/Ibu dimohonkan untuk memberikan penilaian terhadap butir-butir yang dinilai pada lembar validasi dengan cara mencentang (√) kolom yang telah disediakan.
3. Makna dari setiap alternatif pilihan yaitu:
Skor 1 = Sangat Kurang
Skor 2 = Kurang
Skor 3 = Baik
Skor 4 = Sangat Baik
4. Bila terdapat beberapa hal yang perlu direvisi, mohon menuliskan butir-butir revisi secara langsung pada tempat yang telah disediakan dalam lembar penilaian ini atau pada produk Buku Suplemen.

C. Penilaian

No	Indikator Penilaian	Butir Penilaian	Alternatif Penilaian				Saran/Masukan
			1	2	3	4	
A.	Ukuran Buku	Kesesuaian ukuran buku dengan standar (A4)				✓	
B.	Desain Sampul Suplemen	Komponen-komponen pada sampul (shape, font, warna background) terlihat kontras (harmonis).			✓		
		Ukuran huruf judul suplemen lebih dominan dan proporsional.				✓	
		Warna judul suplemen kontras dengan latar belakang.				✓	
		Menggunakan maksimal 2 jenis huruf.			✓		
		Memberikan gambaran tentang materi melalui visual sampul.				✓	

C.	Desain isi	Penempatan unsur tata letak (judul, subjudul, kata pengantar, daftar isi, dll) pada setiap awalnya konsisten.				✓	
		Ilustrasi gambar mampu memperjelas penyajian materi dengan baik dalam bentuk, ukuran yang proporsional dengan warna menarik.				✓	
		Keterangan gambar ditempatkan berdekatan dengan ilustrasi.				✓	
		Judul, sub judul, ilustrasi, dan keterangan gambar ditempatkan sesuai dengan pola yang telah ditetapkan.				✓	

	Penggunaan variasi huruf yang tepat (<i>bold, italic, small capital</i>).				✓	
	Jarak spasi yang diberikan mampu memudahkan dalam membaca.				✓	
	Bentuk dan ukuran ilustrasi harus realistis dan dapat memberikan gambaran yang akurat tentang obyek yang dimaksud				✓	

D. Komentar dan Saran Perbaikan

Kesimpulan

Buku Suplemen dinyatakan*):

1. Layak digunakan tanpa revisi
2. Layak digunakan dengan revisi
3. Tidak layak digunakan

*): Lingkari salah satu

Singaraja, 24-1-2025

Validator


 Alexander Simamora

1. Perbaiki Sampul Buku
2. Perbaiki Isi Mulai dari Prakata sampai desain gambar

Lampiran 05. Hasil Penilaian Ahli Bahasa Produk

LEMBAR PENILAIAN AHLI BAHASA
BUKU SUPLEMEN PENUNTUN PRAKTIKUM KIMIA SMA UNTUK MENINGKATKAN PERILAKU PEDULI LINGKUNGAN
PADA SISWA SMA

Judul Penelitian : Pengembangan Buku Edukasi Lingkungan: Buku Suplemen Penuntun Praktikum Kimia SMA untuk Meningkatkan Perilaku Peduli Lingkungan pada Siswa SMA

Sasaran Program : Fase E-F

Topik : Praktikum Kimia SMA

Peneliti : Anak Agung Nyoman Lestari

A. Tujuan

Penggunaan instrumen ini bertujuan untuk menilai kebahasaan dari Buku Suplemen Penuntun Praktikum Kimia SMA yang telah dikembangkan.

B. Petunjuk

1. Kepada Bapak/Ibu dimohonkan untuk membaca terlebih dahulu Buku Suplemen Penuntun Praktikum Kimia SMA yang telah dikembangkan dengan seksama.
2. Kepada Bapak/Ibu dimohonkan untuk memberikan penilaian terhadap butir-butir yang dinilai pada lembar validasi dengan cara mencentang (√) kolom yang telah disediakan.
3. Makna dari setiap alternatif pilihan yaitu:
Skor 1 = Sangat Kurang
Skor 2 = Kurang
Skor 3 = Baik

Skor 4 = Sangat Baik

4. Bila terdapat beberapa hal yang perlu direvisi, mohon menuliskan butir-butir revisi secara langsung pada tempat yang telah disediakan dalam lembar penilaian ini atau pada produk Buku Suplemen.

C. Penilaian

No	Indikator Penilaian	Butir Penilaian	Alternatif Penilaian				Saran/Masukan
			1	2	3	4	
A.	Lugas	Kalimat yang digunakan mewakili informasi yang ingin disampaikan dengan tepat mengikuti tata kalimat Bahasa Indonesia				√	Kalimatnya efektif, lugas, dan mudah dipahami.
		Kalimat yang digunakan sederhana dan langsung ke sasaran.				√	Kalimatnya efektif, lugas, dan mudah dipahami.
		Istilah yang digunakan sesuai dengan Kamus Besar Bahasa Indonesia dan/atau istilah teknis yang telah baku digunakan dalam ilmu kimia.				√	Kalimat yang digunakan telah memenuhi unsur kebakuan dan istilah kimia yang digunakan juga sudah tepat.
B.	Komunikatif	Pesan atau informasi disampaikan dengan bahasa yang menarik dan lazim dalam komunikasi tulis Bahasa Indonesia				√	Informasi yang disampaikan sudah menggunakan kalimat efektif.
C.	Dialogis dan Interaktif	Bahasa yang digunakan membangkitkan rasa senang ketika siswa membacanya dan mendorong mereka untuk membaca buku suplemen secara tuntas.				√	Bahasa yang digunakan mudah dipahami.
D.	Kesesuaian kaidah Bahasa Indonesia	Tata kalimat yang digunakan untuk menyampaikan pesan mengacu kepada kaidah tata Bahasa Indonesia yang baik dan benar.			√		Tata kalimat yang digunakan sudah mengacu pada kaidah tata bahasa yang baik dan benar, namun masih ada

						beberapa kesalahan ejaan yang ditemukan.
		Ejaan yang digunakan mengacu kepada pedoman ejaan yang disempurnakan.			√	Kesalahan ejaan yang dominan adalah penomoran yang tidak sesuai dengan ejaan, penggunaan tanda koma dan tanda titik dua.
E.	Penggunaan istilah	Penggunaan istilah yang menggambarkan konsep harus konsisten antar bagian dalam suplemen.			√	Istilah yang digunakan sudah menggambarkan konsep yang ingin disampaikan.

D. Komentar dan Saran Perbaikan

Kesimpulan

Buku Suplemen dinyatakan*):

1. Layak digunakan tanpa revisi
2. Layak digunakan dengan revisi
3. Tidak layak digunakan

*) : Lingkari salah satu

Singaraja, 29 Januari 2025

Validator



(Ade Asih Susiari Tantri, S.Pd., M.Pd.)



Lampiran 06. Hasil Penilaian Kepraktisan Guru

LEMBAR PENILAIAN UJI KEPRAKTISAN OLEH GURU

BUKU SUPLEMEN PENUNTUN PRAKTIKUM KIMIA SMA UNTUK MENINGKATKAN PERILAKU PEDULI LINGKUNGAN PADA PESERTA DIDIK SMA

Judul Penelitian : Pengembangan Buku Edukasi Lingkungan: Buku Suplemen Penuntun Praktikum Kimia SMA untuk Meningkatkan Perilaku Peduli Lingkungan pada Peserta Didik SMA
Sasaran Program : Fase E-F
Topik : Praktikum Kimia SMA
Peneliti : Anak Agung Nyoman Lestari

A. Tujuan

Penggunaan instrumen ini bertujuan untuk menilai kepraktisan dari Buku Suplemen Penuntun Praktikum Kimia SMA yang telah dikembangkan.

B. Petunjuk

1. Kepada Bapak/Ibu dimohonkan untuk membaca terlebih dahulu Buku Suplemen Penuntun Praktikum Kimia SMA yang telah dikembangkan dengan seksama.
2. Kepada Bapak/Ibu dimohonkan untuk memberikan penilaian terhadap butir-butir yang dinilai pada lembar validasi dengan cara mencentang (\surd) kolom yang telah disediakan.
3. Makna dari setiap alternatif pilihan yaitu:
Skor 1 = Sangat Kurang
Skor 2 = Kurang
Skor 3 = Baik
Skor 4 = Sangat Baik
4. Bila terdapat beberapa hal yang perlu direvisi, mohon menuliskan butir-butir revisi secara langsung pada tempat yang telah disediakan dalam lembar penilaian ini atau pada produk Buku Suplemen.



C. Penilaian

No	Indikator Penilaian	Butir Penilaian	Alternatif Penilaian				Saran/Masukan
			1	2	3	4	
1.	Pencapaian Tujuan	Buku Suplemen membantu meningkatkan pengetahuan, kesadaran kepedulian lingkungan.				✓	
		Buku suplemen sebagai tambahan penuntun praktikum ini mempermudah mencari informasi bahaya alat dan bahan serta dampaknya sebelum praktikum				✓	
2.	Penggunaan Produk	Kemudahan Buku Suplemen ketika digunakan secara keseluruhan				✓	
		Kemudahan Buku Suplemen untuk dibawa				✓	
		Kemudahan Buku Suplemen untuk disimpan				✓	
3.	Ketertarikan	Tampilan sampul buku bagus dan menarik			✓		Kualitas sampul perlu yang lebih baik Tampilan gambar sampul perlu dicarikan yang lebih sesuai

		Desain gambar dan warna disajikan secara menarik				✓	
		Buku Suplemen ini membantu guru meningkatkan kepedulian peserta didik pada keselamatan kerja dan kepedulian lingkungan saat Praktikum Kimia				✓	

D. Komentar dan Saran Perbaikan

1. Topik praktikum sebaiknya dituliskan secara lengkap (tujuan, cara kerja, pengamatan, pembahasan, kesimpulan)
2. Disiapkan topik perlu ditambahkan resiko penggunaan alat dan bahan lebih detail. Mengingat bahan yang ada di SMA tingkat kelas dibarengkan di Universitas yang bersifat pro analisis (PA).
3. Perlu ditambahkan praktikum alternatif dari situasi topik praktikum, bila disekolah alat atau bahan kurang memadai

Contoh: Topik Penentuan indikator alternatif untuk menguji asam basa
Kesimpulan (Sesuai di lampiran selabel, bahan buktinya masalah spt kurus) (dsb)
 Buku Suplemen dinyatakan*):

1. Layak digunakan tanpa revisi
- ② Layak digunakan dengan revisi
3. Tidak layak digunakan

*): Lingkari salah satu

Singaraja, 17 Februari 2025

[Signature]
 Koordinator Subjantara, SPd

C. Penilaian

No	Indikator Penilaian	Butir Penilaian	Alternatif Penilaian				Saran/Masukan
			1	2	3	4	
1.	Pencapaian Tujuan	Buku Suplemen membantu meningkatkan pengetahuan, kesadaran kepedulian lingkungan.				✓	Sudah Sesuai
		Buku suplemen sebagai tambahan penuntun praktikum ini mempermudah mencari informasi bahaya alat dan bahan serta dampaknya sebelum praktikum				✓	Sudah Sesuai
2.	Penggunaan Produk	Kemudahan Buku Suplemen ketika digunakan secara keseluruhan				✓	Sudah Sesuai
		Kemudahan Buku Suplemen untuk dibawa				✓	Sudah Sesuai
		Kemudahan Buku Suplemen untuk disimpan				✓	Sudah Sesuai
3.	Ketertarikan	Tampilan sampul buku bagus dan menarik			✓	tampilan sudah menarik, kombinasi warna agar lebih cerah.	

	Desain gambar dan warna disajikan secara menarik				✓	Sudah Sesuai
	Buku Suplemen ini membantu guru meningkatkan kepedulian peserta didik pada keselamatan kerja dan kepedulian lingkungan saat Praktikum Kimia				✓	Sudah Sesuai

D. Komentar dan Saran Perbaikan

buku suplemen penuntun praktikum ini sangat bermanfaat sebagai pemahaman awal siswa sebelum praktikum.
 Saran: kalau bisa ditambahkan prosedur praktikum, bahan, dan alat-alat yang digunakan sehingga siswa bisa lebih paham hubungan penjelasan edukasi dengan praktikum yang dilakukan

Kesimpulan

Buku Suplemen dinyatakan*):

1. Layak digunakan tanpa revisi
- ② Layak digunakan dengan revisi
3. Tidak layak digunakan

*) : Lingkari salah satu

Singaraja, 13.02.2025

(Fadak Ratna Widiastuti, S.Pd.)

Lampiran 07. Hasil Penilaian Keterbacaan Siswa

No.	Aspek Penilaian	Kode Siswa															Total	Rata-rata
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
1	Tampilan produk menarik	4	3	4	4	4	3	3	3	4	3	3	3	4	4	4	53	3,53
2	Pesan atau informasi disampaikan dengan bahasa yang menarik dan lazim digunakan	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	4	4	58	3,87
3	Kalimat yang digunakan sederhana dan mudah dipahami.	4	4	4	4	4	4	4	3	3	4	4	3	3	4	4	56	3,73
4	Istilah yang digunakan mudah dipahami dan dapat diketahui dari keterangan glosarium.	4	4	4	4	4	4	4	3	3	4	4	4	4	4	4	58	3,87
5	Kemudahan membaca petunjuk penggunaan Buku Suplemen	4	4	4	3	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	58	3,87
6	Gambar dan simbol pada buku dapat dipahami	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	59	3,93
Total																		22,80
Rata-rata																		3,80

Lampiran 08. Hasil Penilaian Kepraktisan Siswa

No	Aspek Penilaian	Penilaian Siswa																															Total	Rata-rata	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31			
	Buku Suplemen mudah dibawa dan disimpan	3	3	3	3	3	4	4	3	3	3	3	4	3	3	3	4	3	4	4	3	3	3	3	3	4	3	4	3	4	3	4	3	102	3,29
	Tampilan cover buku suplemen ini menarik	4	3	3	3	4	4	3	3	3	3	3	4	3	4	4	3	4	4	3	3	4	3	3	4	3	3	4	4	3	4	4	106	3,42	
	Buku ini memudahkan mencari informasi bahaya alat dan bahan serta dampaknya sebelum praktikum	4	4	4	4	3	4	4	4	4	3	3	4	3	3	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	3	3	115	3,71	
	Buku suplemen ini membuat saya mengetahui dampak bahan/limbah kimia yang tidak ditangani dengan baik	4	3	3	4	3	3	4	4	4	4	3	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	3	116	3,74	
	Dengan adanya gambar bahan, alat memberikan saya gambaran terkait praktikum yang akan dilakukan	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	122	3,94	
	Jenis dan ukuran huruf dalam buku suplemen ini jelas dan mudah saya pahami	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	120	3,87	
	Kalimat dan paragraf yang digunakan dalam buku ini jelas dan mudah dipahami	4	4	3	4	3	4	3	4	4	3	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	119	3,84	
		Total																																25,81	
		Rata-rata																																3,69	

Lampiran 09. Hasil Validasi Soal Pengetahuan dari Ahli

Aspek yang Dinilai		Nomor Soal																								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Aspek Materi																										
1	Soal yang disajikan sesuai dengan Taksonomi Bloom yang direvisi, yaitu mengingat (C1), memahami (C2), mengaplikasikan (C3), menganalisis (C4)	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	4	4	4	4	4	4	3	3	4	3	3	4	3	4
2	Pilihan jawaban homogen dan logis ditinjau dari segi materi	3	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	3	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
3	Soal yang disajikan sesuai dengan Indikator Peduli Lingkungan	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	3	3	4	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4
4	Hanya terdapat satu kunci jawaban yang benar dan tepat	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
5	Mendorong siswa membuat hubungan antara pengetahuan yang dimiliki peserta didik dengan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari.	3	4	3	4	4	4	3	3	3	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	3	3	4	4	4
Aspek Konstruksi Soal																										
6	Soal dirumuskan dengan jelas, tidak ambigu, dan mudah dipahami peserta didik	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4
6	Setiap soal hanya mengandung satu pertanyaan utama yang diukur	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	4	4	4	4	4	4
7	Pilihan jawaban pengecoh dirancang dengan relevan.	4	3	3	3	3	4	4	3	4	4	3	4	4	4	4	4	4	3	3	4	3	3	4	4	4
Aspek Bahasa																										
9	Bahasa yang digunakan memenuhi kaidah tata bahasa yang baik dan benar.	4	4	4	4	4	4	4	3	3	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
10	Bahasa yang digunakan komunikatif	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4

- 2) Layak digunakan dengan revisi
- 3) Tidak layak digunakan
- *) Ingkari salah satu

Saran/Masukkan
 validator soal tidak sesuai dengan jenjang / level soal
 atau beberapa soal

Singaraja, 21 Februari 2025
 Validator

 Prof. Dr. Wayan Redhana, M.S.

Lampiran 10. Data Hasil Validasi Angket Tindakan dari Ahli

INSTRUMEN VALIDASI ANGKET TINDAKAN

Lembar Validasi Angket Validitas Pengembangan Buku Edukasi Lingkungan: Buku Suplemen Penuntun Praktikum Kimia

Judul Penelitian : Pengembangan Buku Edukasi Lingkungan: Buku Suplemen Penuntun Praktikum Kimia untuk Meningkatkan Perilaku Peduli Lingkungan pada Peserta Didik SMA
 Materi : Edukasi Lingkungan: Kepedulian Lingkungan pada Praktikum Kimia (Praktikum Hukum Dasar)
 Penelitian : Siswa Kelas X
 Peneliti/NIM : Anak Agung Nyoman Lestari

A. Tujuan

Lembar instrumen validasi ini bertujuan untuk mengukur kevalidan instrumen penilaian tindakan yang digunakan dalam menguji produk buku suplemen penuntun praktikum kimia untuk meningkatkan perilaku peduli lingkungan pada peserta didik.

B. Petunjuk

Bapak/Ibu dimohon untuk memberikan skor pada setiap butir pernyataan dengan menuliskan angka pada kolom yang tersedia, sesuai dengan skala penilaian berikut:

- 1 = kurang
- 2 = cukup
- 3 = baik
- 4 = sangat baik

C. Penilaian

Aspek	Indikator	Skala Penilaian				Komentar
		1	2	3	4	
Kejelasan	1) Kejelasan judul lembar angket				✓	
	2) Kejelasan butir pernyataan			✓		
	3) Kejelasan petunjuk pengisian angket				✓	
Ketepatan isi	4) Ketepatan pernyataan dengan indikator perilaku peduli lingkungan pada kisi-kisi.			✓		

	5) Butir pernyataan dapat mengukur aspek tindakan peduli lingkungan peserta didik di laboratorium.			✓		
	6) Ketepatan butir-butir pernyataan tindakan peduli lingkungan di laboratorium sesuai dengan aspek perilaku peduli lingkungan.			✓		
Tidak ada bias	7) Pernyataan berisi satu gagasan yang lengkap.				✓	
Ketepatan Bahasa	8) Bahasa yang digunakan mudah dipahami.			✓		
	9) Bahasa yang digunakan efektif				✓	
	10) Penulisan sesuai dengan EYD				✓	

D. Kesimpulan

Soal penguasaan konsep asam basa:

- 1. Layak digunakan tanpa revisi
 - 2. Layak digunakan dengan revisi
 - 3. Tidak layak digunakan
- *) lingkari salah satu

Saran/Masukkan

Sudah Cocok

Singaraja, 21 Februari 2025
 Validator,

Prof. Dr. Nyoman Berliana, M.S.

Lampiran 11. Hasil Validasi Angket Sikap dari Ahli

INSTRUMEN VALIDASI ANGKET SIKAP

Lembar Validasi Angket Validitas Pengembangan Buku Edukasi Lingkungan: Buku Suplemen Penuntun Praktikum Kimia

Judul Penelitian : Pengembangan Buku Edukasi Lingkungan: Buku Suplemen Penuntun Praktikum Kimia untuk Meningkatkan Perilaku Peduli Lingkungan pada Peserta Didik SMA
 Materi : Edukasi Lingkungan: Kepedulian Lingkungan pada Praktikum Kimia (Praktikum Hukum Dasar)
 Penelitian : Siswa Kelas X
 Peneliti/NIM : Anak Agung Nyoman Lestari

A. Tujuan

Lembar instrumen validasi ini bertujuan untuk mengukur kevalidan isi instrumen penilaian sikap yang digunakan dalam menguji produk buku suplemen penuntun praktikum kimia untuk meningkatkan perilaku peduli lingkungan pada peserta didik.

B. Petunjuk

Bapak/Ibu dimohon untuk memberikan skor pada setiap butir pernyataan dengan menuliskan angka pada kolom yang tersedia, sesuai dengan skala penilaian berikut:

- 1 = kurang
- 2 = cukup
- 3 = baik
- 4 = sangat baik

C. Penilaian

Aspek	Indikator	Skala Penilaian				Komentar
		1	2	3	4	
Kejelasan	1) Kejelasan judul lembar angket				✓	
	2) Kejelasan butir pernyataan				✓	
	3) Kejelasan petunjuk pengisian angket					
Ketepatan isi	4) Ketepatan pernyataan dengan indikator sikap peduli lingkungan pada kisi-kisi.			✓		

Relevansi	5) Ketepatan pernyataan dengan jawaban yang diharapkan dalam menilai aspek sikap peduli lingkungan.			✓		
	6) Butir-butir pernyataan dalam mengukur sikap kepedulian lingkungan di laboratorium relevan.				✓	
Tidak ada bias	7) Pernyataan berisi satu gagasan yang lengkap.				✓	
Ketepatan Bahasa	8) Bahasa yang digunakan mudah dipahami.				✓	
	9) Bahasa yang digunakan efektif				✓	
	10) Penulisan sesuai dengan EYD				✓	

D. Kesimpulan

- Soal penguasaan konsep asam basa:
- 1. Layak digunakan tanpa revisi
 - 2. Layak digunakan dengan revisi
 - 3. Tidak layak digunakan
- *) lingkari salah satu

Saran/Masukkan

Sudah Cukup

Singaraja, 21 Februari 2025
 Validasi

[Signature]
 Prof. Dr. Nyoman Restiana, M.Pd.

Lampiran 12. Kisi-kisi Soal Aspek Pengetahuan

No	Indikator Perilaku Peduli Lingkungan	Indikator Soal	Nomor Soal
1	Pengurangan dan penghematan penggunaan bahan kimia berlebih	Siswa menganalisis prinsip kimia hijau sebagai prinsip pencegahan limbah.	1, 9 dan 19
		Siswa mampu mengidentifikasi pencegahan penggunaan bahan dan penghasilan limbah kimia berlebih	2 dan 25
2	Merawat lingkungan khususnya di laboratorium	Siswa mampu menganalisis kegiatan praktikum yang aman untuk lingkungan.	3,4,5,6, 7 17, dan 18
3	Memanfaatkan bahan dan limbah kimia	Siswa mengetahui cara memanfaatkan bahan dan limbah kimia sisa.	8
4	Mengelola bahan dan limbah praktikum sesuai jenisnya	Siswa mengetahui sifat bahan kimia dan limbah kimia.	13 dan 14
		Siswa mengetahui cara menangani bahan dan limbah kimia sesuai jenisnya	10, 20, 21
		Siswa mampu mengidentifikasi pencegahan pencemaran lingkungan dari bahan dan limbah praktikum.	15 dan 16
5	Mendukung kegiatan peduli lingkungan	Siswa mampu menganalisis dampak bahan dan limbah kimia bagi lingkungan.	11, 12, 22, 23, dan 24

Indikator Perilaku Peduli Lingkungan	Indikator Soal	Soal dan Pembahasan	Kunci Jawaban	Level Kognitif	Jenis Soal	No Soal
Pengurangan dan penghematan penggunaan bahan kimia berlebih	Siswa menganalisis prinsip kimia hijau sebagai prinsip pencegahan limbah.	<p>Pada suatu praktikum kimia ditemukan bahwa salah satu tahap reaksi menghasilkan produk samping beracun yang sulit didaur ulang. Berdasarkan prinsip kimia hijau, analisis solusi yang tepat untuk mengatasi masalah ini adalah....</p> <ol style="list-style-type: none"> Meningkatkan bahan agar lebih banyak produk utama dihasilkan dibanding limbah. Mengumpulkan limbah dalam wadah tahan lama agar tidak mencemari lingkungan Menghindari reagen katalis dalam produksi karena dapat menambah limbah beracun. Mengembangkan alur sintesis alternatif yang tidak menghasilkan limbah beracun. Menggunakan senyawa turunan kimia untuk meningkatkan efisiensi hasil reaksi. <p>Penyelesaian: Salah satu prinsip kimia hijau/<i>green chemistry</i> adalah dengan meminimalisir menghasilkan limbah berbahaya. Limbah tersebut dikurangi dengan mencegah terproduksinya limbah tersebut, sehingga opsi D merupakan opsi yang paling tepat sesuai dengan prinsip kimia hijau. Opsi yang lain bertentangan dengan prinsip kimia hijau berupa meminimalisir bahan, menggunakan katalis, dan tidak menggunakan turunan senyawa kimia.</p>	D	C2	LOTS	1
		<p>Praktikum kimia merupakan salah satu cara untuk mengetahui dan membuktikan konsep kimia secara langsung. Pelaksanaan praktikum kimia alangkah baiknya dilakukan dengan prinsip kimia hijau. Salah satu ciri utama dari prinsip kimia hijau adalah....</p> <ol style="list-style-type: none"> Menurunkan nilai ekonomi suatu atom 	C	C1	LOTS	9

	<ul style="list-style-type: none"> b. Menambah jumlah reaksi. c. Mengurangi limbah. d. Menghindari reagen katalis e. Menggunakan senyawa turunan kimia <p>Penyelesaian: Salah satu prinsip kimia hijau/<i>green chemistry</i> adalah dengan meminimalisir/mengurangi limbah yang dihasilkan dengan cara meminimalisir penggunaan bahan kimia saat melakukan praktikum. Berdasarkan opsi lainnya seharusnya dapat meningkatkan nilai ekonomi atom, menggunakan reagen katalis, menghindari senyawa turunan kimia dan meminimalisir reaksi kimia yang terjadi sehingga opsi C yang paling tepat.</p>				
	<p>Pada suatu hari Adi sedang melakukan praktikum kimia. Dalam praktikum tersebut, Adi menyiapkan praktikum mulai dari proses menimbang, membuat larutan hingga proses mereaksikan senyawa-senyawa kimia. Salah satu cara untuk menjadi siswa yang menerapkan kimia hijau dalam penggunaan bahan kimia dalam eksperimen ini adalah....</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Menambahkan semua bahan agar eksperimen lebih cepat selesai. b. Mencoba sebanyak mungkin kombinasi bahan kimia yang digunakan. c. Menggunakan konsentrasi larutan lebih rendah namun tetap cukup untuk mendapatkan hasil yang dapat diamati. d. Menggunakan larutan pekat agar reaksi terlihat lebih jelas tanpa memerhatikan jumlahnya. e. Menyediakan bahan kimia dalam jumlah paling besar agar tidak kehabisan. <p>Penyelesaian:</p>	C	C4	HOTS	19

		Berdasarkan pernyataan tersebut cara-cara untuk meminimalisir pemborosan adalah dengan cara menggunakan konsentrasi larutan yang lebih rendah tetapi masih mendapatkan hasil yang baik. Opsi a, b,d, dan e berkaitan dengan meningkatkan penggunaan bahan sehingga akan dihasilkan limbah yang lebih besar.				
Siswa mampu mengidentifikasi pencegahan penggunaan bahan dan penghasilan limbah kimia berlebih		Di sebuah laboratorium sekolah, siswa-siswa sedang melakukan praktikum menggunakan larutan kimia. Mereka bekerja dalam kelompok dan mengikuti prosedur yang diberikan oleh guru. Di akhir praktikum, salah satu siswa, memperhatikan bahwa banyak sisa bahan kimia yang tidak terpakai dibiarkan begitu saja. Salah satu langkah pencegahan dihasilkannya limbah kimia berlebih dalam praktikum kimia adalah.... a. Meningkatkan konsentrasi dan jumlah bahan kimia untuk mempercepat reaksi. b. Mengabaikan takaran bahan karena limbah dalam jumlah kecil tidak berpengaruh signifikan. c. Menggunakan alat ukur secara sembarangan untuk efisiensi waktu. d. Menimbang bahan kimia dengan presisi agar sesuai kebutuhan dan mengurangi sisa. e. Membuang sisa bahan kimia langsung ke saluran air untuk membersihkan area kerja Penyelesaian: Penimbangan bahan kimia secara presisi dan menggunakan konsentrasi seminimal mungkin dapat meminimalisir limbah yang tercipta. Opsi lain kurang tepat karena memperbanyak produksi limbah dan membahayakan lingkungan.	D	C3	MOTS	2
		Sebuah laboratorium kimia ingin menerapkan kebijakan ramah lingkungan untuk mengurangi dampak pencemaran akibat limbah kimia berbahaya. Laboratorium tersebut mempertimbangkan beberapa strategi berikut:	C	C4	HOTS	25

		<ol style="list-style-type: none"> 1. Menggunakan metode eksperimen yang menghasilkan lebih sedikit limbah kimia. 2. Memisahkan limbah berdasarkan jenisnya untuk didaur ulang atau dibuang dengan benar. 3. Mengganti semua alat-alat lab menjadi berbahan besi agar lebih tahan lama. 4. Memberikan pelatihan kepada staf dan siswa mengenai teknik pengelolaan limbah yang benar. 5. Mengganti bahan kimia beracun dengan alternatif yang lebih aman bagi lingkungan. <p>Analisa strategi yang paling efektif dan tepat dalam mengurangi risiko pencemaran akibat limbah laboratorium adalah...</p> <ol style="list-style-type: none"> a. Strategi 2 dan 4, karena lebih menekankan pada penanganan limbah setelah terbentuk. b. Strategi 2 dan 3, karena berfokus pada pemisahan limbah yang dihasilkan dan alat yang lebih ramah lingkungan. c. Strategi 1 dan 5, karena langsung mengurangi jumlah dan tingkat bahaya limbah yang dihasilkan sejak awal. d. Strategi 1 dan 2, karena keduanya membantu mengurangi produksi limbah serta memastikan pembuangan yang aman. e. Strategi 3 dan 4, karena perubahan kebiasaan dalam penggunaan alat serta edukasi dapat berdampak jangka panjang <p>Penyelesaian: Strategi yang paling tepat adalah strategi 1 dan 5, karena langsung mengurangi jumlah dan tingkat bahaya limbah yang dihasilkan sejak awal. Soal ini mengacu pada jawaban yang paling efektif dan tepat dalam mencegah limbah, maka penanganannya harus dilakukan dari sumber limbah. Kemudian poin dari soal ini adalah limbah kimia berbahaya sehingga fokusnya adalah pada bahan-bahan kimia laboratorium. Opsi lainnya berupa menangani limbah yang dihasilkan sehingga kurang tepat.</p>				
--	--	---	--	--	--	--

<p>Merawat lingkungan khususnya di laboratorium</p>	<p>Siswa mampu menganalisis kegiatan praktikum yang aman untuk lingkungan.</p>	<p>Irma adalah siswa kelas X yang senang melakukan praktikum kimia. Dalam praktikumnya kali ini, ia mereaksikan Kapur (CaCO_3) dengan asam Klorida (HCl) dan menghasilkan reaksi berikut.</p> $\text{HCl}_{(\text{aq})} + \text{CaCO}_{3(\text{s})} \rightarrow \text{CaCl}_{2(\text{aq})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{aq})} + \text{CO}_{2(\text{g})}$ <p>Setelah dilaksanakan praktikum, Irma menghasilkan limbah berupa limbah sisa bahan dan hasil reaksi berupa HCl, CaCO_3, CaCl_2 dan gas CO_2.</p> <p>Berdasarkan hal tersebut, perhatikan pernyataan berikut.</p> <ol style="list-style-type: none"> I. Irma hanya memerlukan sarung tangan saja karena hanya limbah CaCl_2 yang berbahaya. II. Irma harus memperhatikan sifat-sifat limbah tersebut sebelum dibuang. III. Irma dapat mencampurkan semua limbah kimia menjadi satu wadah. IV. Irma harus menampung limbah CaCl_2 ke dalam wadah tanpa tutup dan label V. Irma memerlukan masker untuk menghindari paparan limbah gas yang dihasilkan. VI. Irma harus menetralkan limbah HCl sebelum dibuang. <p>Pernyataan yang paling tepat dilakukan Irma adalah....</p> <ol style="list-style-type: none"> a. I, II, V b. I, II, IV c. II, IV, VI d. II, V, VI e. III, IV, VI <p>Penyelesaian: Berdasarkan soal tersebut diidentifikasi digunakan beberapa bahan kimia dan dihasilkan limbah berupa cair dan padat. Opsi yang paling</p>	<p>D</p>	<p>C4</p>	<p>HOTS</p>	<p>3</p>
---	--	---	----------	-----------	-------------	----------

		<p>tepat adalah opsi D yaitu II, dan VI dikarenakan limbah yang dihasilkan berbeda-beda dan tentu harus diperhatikan jenisnya, kemudian hasil praktikum tersebut salah satunya berupa gas sehingga APD yang penting digunakan adalah masker, dan opsi VI menyatakan bahwa diperlukan penetralan asam sebelum di buang. Opsi I kurang tepat dikarenakan dari limbah hasil dan sisa bahan bukan hanya CaCl_2 saja yang berbahaya, tapi HCl dan bahan serta limbah lain juga berbahaya. Opsi III dan IV juga kurang tepat karena limbah yang dihasilkan harus dipisahkan sesuai jenisnya dan ditampung pada wadah yang tertutup dan berlabel.</p>				
		<p>Pada sebuah praktikum kimia, siswa melakukan pembakaran pita magnesium menggunakan api Bunsen untuk membuktikan hukum dasar kimia, khususnya hukum kekekalan massa. Selama praktikum, beberapa siswa kurang berhati-hati dalam menangani api Bunsen, sehingga ada percikan api yang menyentuh bahan lain di meja praktikum. Selain itu, limbah hasil pembakaran berupa abu putih tidak dibuang dengan benar. Analisis penanganan percobaan ini agar tetap aman, mencegah bahaya kebakaran, dan memastikan limbahnya tidak mencemari lingkungan adalah....</p> <ol style="list-style-type: none"> Menggunakan bahan tahan panas untuk menutupi meja kerja agar percikan api tidak memicu kebakaran, serta membuang limbah ke saluran air agar cepat bersih. Mematikan api Bunsen setiap kali tidak digunakan dan memastikan semua bahan mudah terbakar disimpan di bawah meja, lalu membuang limbah ke tempat sampah biasa. Menjaga agar bahan kimia lain di meja praktikum berada jauh dari nyala api Bunsen, serta membuang limbah ke tempat pembuangan khusus yang aman. Menggunakan pelindung tangan dan memastikan nyala api Bunsen kecil untuk mengurangi risiko percikan api, serta 	C	C4	HOTS	4

		<p>membuang limbah pembakaran ke tempat pembuangan bahan organik.</p> <p>e. Menggunakan gas oksigen murni untuk pembakaran agar lebih terkendali dan mengurangi risiko percikan api, serta melapisi meja kerja dengan kain basah untuk perlindungan.</p> <p>Penyelesaian: Keamanan dalam menggunakan api Bunsen sangat penting untuk mencegah risiko kebakaran. Siswa harus menjaga bahan-bahan mudah terbakar agar jauh dari nyala api, serta meminimalkan kontak antara bahan berbahaya dan api. Limbah pembakaran, seperti abu magnesium oksida, harus dibuang ke tempat pembuangan khusus yang aman untuk menghindari pencemaran lingkungan dan risiko bahaya lainnya. Opsi lainnya merupakan pengecoh pada bagian pembuangan limbah.</p>				
		<p>Saat melakukan eksperimen di laboratorium, Tari harus bekerja dengan asam klorida yang menghasilkan uap berbahaya. Guru laboratorium mengingatkan Tari untuk menggunakan tempat yang sesuai agar tidak terpapar uap asam tersebut. Berdasarkan prosedur keselamatan, tempat Tari seharusnya melakukan eksperimen adalah...</p> <p>a. Di meja kerja biasa tanpa perlindungan khusus. b. Di dalam lemari asam dengan ventilasi yang baik. c. Di dekat jendela yang terbuka agar uap bisa keluar. d. Di ruangan tertutup tanpa sirkulasi udara untuk menghindari kebocoran gas. e. Di bawah pendingin ruangan agar suhu tetap stabil.</p> <p>Penyelesaian: Lemari asam digunakan untuk menangani bahan kimia yang mudah menguap dan beracun agar tidak terhirup oleh pengguna laboratorium. Tidak disarankan melakukan kegiatan pereaksian</p>	B	C4	HOTS	18

	<p>bahan kimia yang menghasilkan gas ditempat yang tertutup tanpa ventilasi, terkena angin AC yang dapat menyebarkan uap ke arah badan, dekat jendela yang berisiko terbawa angin dan meja kerja tanpa perlindungan.</p>				
	<p>Saat praktikum, Arya tanpa sengaja menjatuhkan tabung reaksi yang berisi larutan kimia korosif ke lantai. Beberapa tetesan larutan mengenai tangan dan jas labnya. Solusi yang dapat Arya lakukan untuk mengatasi situasi ini dengan aman adalah....</p> <ol style="list-style-type: none"> Mengeringkan tangan dengan tisu dan melanjutkan praktikum Mengusap larutan dengan kain kering lalu melaporkannya nanti Segera mencuci tangan dengan air mengalir selama 15-20 menit dan mengganti pakaian lab jika terkena larutan Mengabaikannya karena hanya terkena sedikit. Menunggu instruksi dari teman sebelum mengambil tindakan. <p>Penyelesaian: Bahan kimia korosif dapat menyebabkan luka bakar pada kulit, sehingga perlu segera dibilas dengan air mengalir untuk mengurangi efeknya. Segera cuci tangan dengan air mengalir selama 15-20 menit dan mengganti pakaian lab jika terkena larutan adalah solusi yang paling tepat. Pengerangan dengan tisu atau mengusap dengan kain masih dapat meninggalkan bekas larutan pada tangan, bahan yang bersifat korosif ini juga tidak dapat diabaikan dan harus diketahui penanganan yang cepat.</p>	C	C3	MOTS	5
	<p>Limbah kimia yang dihasilkan dari setiap praktikum kimia di sekolah memiliki bahaya yang berbeda-beda sesuai dengan jenisnya.</p>	C	C3	MOTS	6

	<p>Salah satu manfaat pengelolaan limbah kimia di laboratorium adalah....</p> <ol style="list-style-type: none"> Meningkatkan biaya pengelolaan laboratorium. Meningkatkan limbah yang dihasilkan. Meminimalkan risiko pencemaran lingkungan. Mempercepat penyelesaian praktikum. Mensintesis limbah kimia baru lebih tidak teridentifikasi sifatnya. <p>Penyelesaian: Pengelolaan limbah kimia yang dapat dikelola di sekolah dapat meminimalisir risiko pencemaran lingkungan. Pengolahan terlebih dahulu seperti pengenceran dan penyimpanan limbah kimia akan menghindari kontak bahan berbahaya dengan lingkungan sekitar.</p>				
	<p>Pada suatu insiden di laboratorium, salah satu teman Mira menjatuhkan botol bahan kimia yang bersifat mudah terbakar. Teman tersebut panik dan berusaha membersihkannya dengan kain lap, sementara beberapa siswa lain memberi saran yang berbeda. Solusi yang paling efektif untuk menangani tumpahan bahan kimia yang bersifat mudah terbakar agar risiko kecelakaan dapat diminimalkan adalah....</p> <ol style="list-style-type: none"> Menyiram tumpahan bahan kimia dengan bahan kimia yang bersifat reaktif untuk mengurangi konsentrasinya Menutupi tumpahan dengan kain lap tebal untuk menyerap cairan secara cepat. Mengabaikan tumpahan jika tidak ada api yang menyala di sekitarnya Menggunakan serbuk penyerap khusus dan alat pemadam api sesuai jenis bahan kimia. Memindahkan sisa bahan kimia yang tersisa di botol dengan tangan kosong agar tidak terjadi kebocoran lebih lanjut. 	D	C4	HOTS	17

		<p>Penyelesaian: Bahan kimia yang mudah terbakar rentan jika terkena panas/api. Penanganan tumpahan yang dapat dilakukan adalah dengan menggunakan serbuk penyerap khusus dan alat pemadam api sesuai jenis bahan kimia. Bahan kimia yang mudah terbakar tidak dapat dilakukan secara sembarangan. Opsi A, B, C, dan E merupakan jawaban yang kurang tepat karena reaksi dengan bahan reaktif dapat menimbulkan reaksi kimia baru, menutupi dengan kain tebal tidak memberikan solusi dan masih ada kemungkinan api menyambar lap dan bahan yang tumpah, serta opsi E merupakan</p>				
		<p>Dalam sebuah praktikum, dihasilkan limbah yang cukup banyak dari berbagai jenis praktikum. Dalam menangani limbah tersebut, dilakukan tahapan penyimpanan yang tepat hingga ditangani oleh pihak terkait. Berikut adalah beberapa langkah yang dapat dilakukan.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Memisahkan limbah berdasarkan karakteristiknya, seperti reaktif, mudah terbakar, atau beracun. 2. Menyimpan limbah dalam wadah khusus yang sesuai dengan sifat kimianya. 3. Mengidentifikasi jenis dan sifat limbah kimia. 4. Mencatat jenis dan jumlah limbah dalam log laboratorium untuk pemantauan. 5. Menempatkan wadah limbah di area penyimpanan yang aman dan berventilasi baik. 6. Memberi label sesuai jenis limbah <p>Urutan langkah yang paling tepat untuk memastikan keamanan dalam penyimpanan limbah kimia adalah...</p> <ol style="list-style-type: none"> a. 3 – 5 – 1 – 6 – 4 – 2 b. 1 – 2 – 5 – 3 – 4 – 6 c. 3 – 1 – 2 – 6 – 4 – 5 d. 1 – 2 – 3 – 4 – 6 – 5 	C	C3	MOTS	7

		<p>e. 3 – 1 – 2 – 5 – 4 – 6</p> <p>Penyelesaian: Berdasarkan urutan penyimpanan limbah maka urutan yang paling tepat adalah opsi C yaitu 3 – 1 – 2 – 6 – 4 – 5. Hal ini dikarenakan pengidentifikasian jenis limbah dilakukan sebagai awal menangani limbah sesuai jenisnya. Setelah itu dilakukan pemisahan, dan dimasukkan ke dalam wadah khusus. Setelahnya dilakukan pelabelan pada wadah. Catat informasi limbah dalam catatan laboratorium dan simpan wadah yang berisi limbah di tempat yang aman.</p>				
Memanfaatkan bahan dan limbah kimia	Siswa mengetahui cara memanfaatkan bahan dan limbah kimia sisa.	<p>Limbah praktikum kimia sebagian besar langsung dibuang tanpa mengidentifikasi dampaknya seperti limbah HCl, NaOH, NaCl. Salah satu cara memanfaatkan limbah praktikum adalah....</p> <ol style="list-style-type: none"> Membiarkan limbah menguap ke udara untuk menghilangkan gas berbahaya. Menggunakan kembali pada jenis praktikum kimia yang bersifat kualitatif. Mencampurkan semua jenis limbah yang tidak teridentifikasi agar terjadi reaksi kimia baru. Membuangnya langsung ke tanah. Meningkatkan konsentrasi limbah sebelum dibuang. <p>Penyelesaian: Limbah kimia dari bahan sisa/limbah masih dapat digunakan merupakan salah satu cara pemanfaatan limbah kimia. Salah satu contohnya hasil praktikum pengukuran pH asam/basa. Limbah asam atau basa tersebut masih dapat digunakan untuk praktikum jenis lainnya.</p>	B	C3	MOTS	8
Mengelola bahan dan	Siswa mengetahui cara	Perhatikan gambar lambang kimia berikut:	D	C4	HOTS	20

limbah praktikum sesuai jenisnya	menangani bahan dan limbah kimia sesuai jenisnya	 <p>Penanganan dan penyimpanan yang tepat dari bahan kimia berlabel sesuai gambar diatas adalah....</p> <ol style="list-style-type: none"> Pereaksian bahan dengan lambang tersebut dilakukan di ruang terbuka Dapat dipindahkan tanpa sarung tangan Simpan di wadah yang terbuka Pencampuran bahan dengan gambar label tersebut harus di ruang asam Bahan dengan label tersebut dapat diletakan bersama logam karena tidak korosif <p>Penyelesaian: Lambang tersebut memiliki arti korosif seperti asam sulfat maupun HCl yang dapat menghasilkan gas sehingga harus direaksikan di lemari asam</p>				
		<p>Pada suatu praktikum kimia, kelompok siswa menggunakan bahan berupa kalsium karbonat (CaCO_3) dan asam klorida (HCl). Mereka mencatat bahwa reaksi tersebut menghasilkan gas CO_2. Setelah selesai, mereka menyadari bahwa masih ada larutan asam (HCl) sisa di gelas kimia. Jika larutan tersebut dibuang sembarangan, hal ini dapat mencemari lingkungan. Solusi terbaik untuk mengelola limbah asam klorida (HCl) encer di laboratorium adalah....</p> <ol style="list-style-type: none"> Menambahkan CaCO_3 ke dalam larutan sisa agar asam bereaksi hingga habis. Membuang larutan langsung ke tanah karena akan terserap oleh alam. Memanaskan larutan hingga airnya menguap, menyisakan garam kering. 	E	C4	HOTS	10

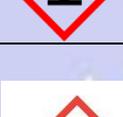
	<p>d. Disimpan khusus dengan wadah yang terbuat dari logam.</p> <p>e. Menetralisasi larutan dengan larutan basa seperti NaOH sebelum dibuang.</p> <p>Penyelesaian: Senyawa yang bersifat asam harus ditangani dengan baik sebelum dibuang maupun disimpan. Berdasarkan kelima opsi tersebut, jawaban yang tepat adalah opsi E dikarenakan sebelum pembuangan dilakukan senyawa asam harus dinetralisasi terlebih dahulu dengan basa. Penanganan HCl harus dihindarkan dengan limbah beracun, bahan dari logam, pembuangan langsung ke lingkungan maupun ke tempat yang bukan khusus limbah.</p>				
	<p>Dalam laboratorium sekolah, guru meminta siswa untuk membuang limbah eksperimen dengan benar. Ardi menemukan beberapa botol limbah yang memiliki label berbeda, seperti "Limbah Organik", "Limbah Anorganik", "Limbah B3", dan "Limbah Umum". Jika Kevin memiliki sisa endapan kalsium karbonat (CaCO_3) dari eksperimen sebelumnya, tempat yang tepat ia harus membuang limbah tersebut adalah....</p> <ol style="list-style-type: none"> Limbah Organik Limbah Anorganik Limbah B3 (Bahan Berbahaya dan Beracun) Limbah Umum Dapat dibuang langsung ke saluran air karena tidak berbahaya <p>Penyelesaian: Kalsium karbonat (CaCO_3) adalah senyawa anorganik yang tidak mudah larut dalam air. Oleh karena itu, limbahnya harus dibuang ke wadah limbah anorganik agar tidak mencemari lingkungan.</p>	B	C4	HOTS	21

	<p>Siswa mampu mengidentifikasi pencegahan pencemaran lingkungan dari bahan dan limbah praktikum.</p>	<p>Di sebuah kolam ikan sekolah yang berada dekat dengan laboratorium kimia, terjadi fenomena ikan-ikan hias yang mati secara perlahan. Setelah dianalisa lebih jauh, hal tersebut terjadi karena saluran air wastafel laboratorium juga mengalir pada kolam tersebut. Analisis solusi yang paling tepat dilakukan untuk memastikan limbah tidak mencemari lingkungan sekaligus mematuhi regulasi adalah...</p> <ol style="list-style-type: none"> Membakar limbah bahan kimia dalam tempat terbuka karena akan menghilangkan zat beracun. Mengencerkan limbah bahan kimia B3 dengan air untuk menurunkan konsentrasinya sebelum dibuang Menyimpan limbah di dalam wadah sementara tanpa pelabelan karena akan segera dibuang. Menggunakan bahan kimia tersebut sampai habis agar tidak menghasilkan limbah. Mengidentifikasi sifat dan jenis limbah kemudian di tangani sesuai jenisnya. <p>Penyelesaian: Penanganan limbah laboratorium harus ditangani sesuai jenis dan sifatnya untuk mengetahui tingkat bahaya dan dapat dikelola sesuai dengan sifat-sifat yang dimiliki. Pengecoh terdapat pada opsi B, opsi B dilakukan untuk prosedur limbah B3 yang seharusnya tidak ditangani di sekolah. Kemudian Opsi D juga merupakan suatu pengecoh karena prinsip kimia hijau merupakan prinsip dengan meminimalkan limbah, jika semua bahan digunakan maka akan dihasilkan lebih banyak limbah dan juga merupakan suatu pemborosan. Opsi A juga kurang tepat karena tidak disarankan membakar bahan kimia yang belum diketahui sifatnya di ruang terbuka yang memungkinkan menghasilkan senyawa yang lebih berbahaya.</p>	E	C4	HOTS	16
--	---	---	---	----	------	----

		<p>Seorang siswa sedang melaksanakan praktikum kimia dengan menggunakan pita magnesium untuk percobaan hukum dasar kimia. Magnesium tersebut dibakar di udara terbuka dan menghasilkan nyala terang. Setelah selesai, beberapa siswa memiliki niat membuang sisa magnesium terbakar ke tanah. Hal yang dilakukan agar aktivitas tersebut tidak berdampak buruk pada lingkungan adalah....</p> <ol style="list-style-type: none"> Magnesium yang terbakar harus didinginkan lalu dibuang dalam wadah limbah bahan kimia khusus untuk didaur ulang. Sisa magnesium terbakar aman dibuang ke tanah karena merupakan bahan alami. Pembakaran magnesium tidak menghasilkan sisa limbah yang berbahaya. Nyala terang magnesium menghasilkan gas beracun sehingga harus dilakukan di ruang tertutup. Sisa pembakaran magnesium harus dicampur dengan bahan kimia lain yang reaktif. <p>Penyelesaian: Pembakaran senyawa Magnesium menghasilkan senyawa MgO $\text{Mg}_{(s)} + \frac{1}{2} \text{O}_{2(g)} \rightarrow \text{MgO}_{(s)}$ Reaksi ini tidak menghasilkan gas berbahaya, tetapi senyawa MgO tidak boleh dibuang ke lingkungan secara langsung dikarenakan berdasarkan data MSDS senyawa ini harus dijauhkan dari saluran pembuangan air dan tanah. Senyawa kimia ini juga harus dihindarkan dari senyawa-senyawa yang bersifat reaktif agar tidak terjadi reaksi kimia baru yang berbahaya. Sehingga pilihan yang paling tepat adalah opsi A.</p>	A	C3	MOTS	15
	Siswa mengetahui sifat	Bahan-bahan kimia laboratorium memiliki sifat-sifat yang sebagian besar berbahaya. Sebelum melakukan praktikum hendaknya membaca <i>Material Safety Data Sheet</i> (MSDS) terlebih dahulu	E	C2	LOTS	14

bahan kimia dan limbah kimia.

sehingga dapat meminimalisir dampak bahaya yang ditimbulkan. Lambang-lambang bahan kimia berikut yang sesuai adalah....

Opsi	Lambang	Keterangan Lambang
a.		Mudah Terbakar
b.		Karsinogenik
c.		Gas dibawah Tekanan
d.		Mudah meledak
e.		Berbahaya bagi Lingkungan

Penjelasan:

Berdasarkan simbol dan tanda bahayanya yang cocok adalah opsi E dikarenakan opsi A yaitu mudah meledak, B yaitu korosif, C yaitu berbahaya, dan D yaitu bersifat oksidator.

Perhatikan reaksi kimia berikut:

E

C4

HOTS

13



Berdasarkan senyawa reaksi tersebut salah satu limbah yang dihasilkan adalah dalam wujud gas. Gas ini memiliki sifat khusus berupa sifat gas bertekanan. Berikut merupakan lambang dari sifat tersebut adalah....



a.



b.



c.



d.

		 <p>e.</p> <p>Pembahasan: Lambang yang paling tepat adalah opsi E, hal tersebut dikarenakan opsi A merupakan lambang beracun, opsi B merupakan lambang korosif, opsi C merupakan mudah meledak dan opsi D merupakan karsinogenik.</p>				
Mendukung kegiatan peduli lingkungan	Siswa mampu menganalisis dampak bahan dan limbah kimia bagi lingkungan.	<p>Asam klorida merupakan salah satu jenis senyawa yang memiliki sifat yang berbahaya jika dalam konsentrasi tinggi. Senyawa ini dapat memberikan dampak serius terhadap lingkungan. Berikut merupakan dampak dari asam klorida terhadap lingkungan adalah....</p> <ol style="list-style-type: none"> Meningkatkan nutrisi mikroorganisme Meningkatkan kekuatan logam. Tidak bereaksi dengan bahan lain. Dapat bercampur dengan air Meningkatkan kadar keasaman air <p>Penyelesaian: Asam klorida atau HCl memiliki sifat korosif dan dalam konsentrasi tinggi/pH yang tinggi dapat menyebabkan penurunan tingkat keasaman/pH air jika dibuang tanpa pengolahan terlebih dahulu.</p>	E	C4	HOTS	11
		Membuang limbah hasil praktikum kimia berbahaya seperti NaOH tanpa diolah terlebih dahulu dapat menyebabkan gangguan pada lingkungan. Dalam kehidupan sehari-hari, hal yang sama seperti kita membuang limbah detergen ke dalam kloset. Salah satu dampak pembuangan air limbah detergen dalam kloset bagi lingkungan adalah....	C	C4	HOTS	22

		<ul style="list-style-type: none"> a. Meningkatkan kekuatan rangka septic tank b. Meningkatkan populasi bakteri baik c. Merusak ekosistem mikroorganismenya pengurai. d. Meningkatkan kualitas air e. Menurunkan kandungan senyawa toksik <p>Penyelesaian: Pembuangan limbah ditergen pada tempat yang khusus dibuat dengan kondisi yang baik untuk bakteri pengurai akan rentan terhadap perubahan kondisi lingkungan. Penambahan limbah ditergen yang mengandung senyawa kimia dan memiliki pH basa menyebabkan bakteri pengurai mati dan tidak bisa menguraikan zat-zat organik, sehingga terjadi masalah.</p>				
		<p>Penggunaan bahan kimia pada praktikum yang mengandung senyawa dengan unsur Fosfor dan Nitrogen dapat memberikan efek negatif pada perairan jika dibuang secara sembarangan dan tanpa pengolahan. Penggunaan senyawa dengan kandungan unsur fosfor dan nitrogen juga digunakan pada pupuk pertanian. Pada pertanian yang berada dekat dengan danau, pemupukan harus dilakukan dengan hati-hati. Kelebihan pupuk yang mengandung Fosfor dan Nitrogen dan curah hujan yang tinggi membuat kandungan senyawa dalam pupuk terbawa hingga ke danau. Pernyataan berikut dampak dari pembuangan limbah berlebih dari senyawa yang mengandung unsur Fosfor dan Nitrogen adalah....</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Memberdayakan mikroorganismenya. b. Meningkatkan kualitas air c. Eutrofikasi berupa peningkatan kadar nutrisi berlebih. d. Penurunan kandungan nutrisi air. e. Peningkatan kandungan oksigen. <p>Penyelesaian:</p>	C	C4	HOTS	23

		Peningkatan kandungan unsur P dan N pada perairan dapat menyebabkan peningkatan kandungan hara pada perairan sehingga menyebabkan peningkatan pertumbuhan alga/lumut yang berlebih.				
		<p>Penemuan konsep hukum dasar kimia dapat dilakukan dengan praktikum berupa pembakaran belerang. Reaksi yang terjadi sebagai berikut.</p> $S_{(s)} + O_{2(g)} \rightarrow SO_{2(g)}$ <p>Produk yang dihasilkan dari praktikum ini berupa gas SO₂. Gas ini tanpa disadari memiliki kontribusi yang tinggi dalam pencemaran lingkungan. Reaksi gas SO₂ dengan oksigen dan uap air menyebabkan terbentuknya senyawa asam berupa H₂SO₄. Berdasarkan hal tersebut gas SO₂ ini dapat menyebabkan....</p> <ol style="list-style-type: none"> Pembentukan hujan asam Penebalan lapisan ozon. Penurunan kualitas air. Meningkatnya kesuburan tanah. Kerusakan genetik pada tumbuhan. <p>Penyelesaian: Gas SO₂ yang dihasilkan dari praktikum dalam jumlah yang sangat besar dapat menyebabkan hujan asam dengan membentuk senyawa H₂SO₄ dari hasil reaksi dengan oksigen dan uap air.</p>	A	C4	HOTS	24
		<p>Praktikum kimia di sekolah sering kali melibatkan penggunaan bahan kimia yang memiliki sifat toksik. Jika limbah bahan kimia ini dibuang secara sembarangan ke lingkungan tanpa pengolahan yang benar, dapat mengakibatkan pencemaran yang berdampak pada makhluk hidup dan ekosistem. Oleh karena itu, penting untuk memahami dampak yang ditimbulkan dari pembuangan limbah dengan sifat toksik. Dampak dari pembuangan limbah yang bersifat toksik ke lingkungan tanpa adanya pengolahan adalah....</p> <ol style="list-style-type: none"> Merangsang pertumbuhan alga yang baik bagi ekosistem 	B	C2	LOTS	12

		<ul style="list-style-type: none"> b. Meracuni mikroorganismen dan organismen air c. Mengurangi racun dalam air sehingga aman digunakan manusia d. Memperbaiki struktur tanah sekitar lokasi pembuangan e. Meningkatkan kandungan mineral tanah sehingga mendukung pertumbuhan tumbuhan <p>Penyelesaian: Limbah bersifat toksik ketika dibuang ke lingkungan, senyawa ini dapat mencemari air dan tanah, meracuni organismen hidup, termasuk mikroorganismen dan ikan, sehingga mengganggu keseimbangan ekosistem.</p>				
--	--	---	--	--	--	--



Lampiran 13. Kisi-kisi Aspek Sikap

No	Aspek Sikap	Indikator Penilaian Sikap	No Soal yang Mengukur						
			Kognitif		Afektif		Konatif		
			+	-	+	-	+	-	
1	Menerima	Menerima informasi terkait pentingnya penanganan limbah	1, 4, 9						
		Mematuhi peraturan laboratorium.	18	14, 19		3,7			
		Mengikuti arahan yang diberikan oleh guru/laboran terkait persiapan praktikum.	12					6	
2	Merespon	Memiliki rasa ingin tahu terkait penggunaan bahan kimia dan dampaknya terhadap lingkungan.	11				15		
		Memilih melakukan pencegahan limbah	10, 17			13		5	
3	Menghargai	Menghargai saran dari orang lain			16				
		Menghargai setiap penggunaan bahan kimia pada praktikum kimia					20		
4	Bertanggung jawab	Bertanggung jawab dalam menangani permasalahan lingkungan			8			2	

LEMBAR PENILAIAN SIKAP PEDULI LINGKUNGAN DI LABORATORIUM KIMIA

A. Identitas Siswa

Nama :
No Absen :
Kelas :

B. Petunjuk Pengisian

1. Baca pernyataan dengan seksama!
2. Isilah tanda cek ($\sqrt{\quad}$) pada bagian kolom yang tersedia dengan keterangan:
SS : Sangat Setuju
S : Setuju
STS : Sangat Tidak Setuju
TS : Tidak Setuju
3. Isilah data berikut dengan sejujur-jujurnya.

No	Pernyataan	Keterangan			
		SS	S	TS	STS
1.	Saya tahu pentingnya penanganan limbah bahan berbahaya (B3) dari praktikum kimia bagi keamanan lingkungan.				
2.	Saya merasa penanganan limbah kimia B3 tanggung jawab saya sebagai siswa				
3.	Saya lebih suka membuang limbah hasil praktikum di wastafel karena lebih cepat dan praktis				
4.	Mereaksikan bahan kimia yang menghasilkan gas seperti Asam Klorida (HCl) harus dilakukan di ruang asam.				
5.	Saya memilih membuang limbah kimia yang memiliki sifat yang berbeda-beda ke wadah pembuangan yang sama.				
6.	Saya akan selalu melapor jika terjadi tumpahan bahan kimia dalam jumlah besar saja.				

7.	Saya merasa senang bisa makan dan minum di laboratorium kimia karena efisien praktikum sembari makan.				
8.	Saya yakin dalam kemampuan saya untuk membersihkan tumpahan bahan/limbah kimia dengan aman dan efektif.				
9.	Saya mengetahui dampak kerusakan lingkungan dari pembuangan limbah bahan kimia yang tidak tepat.				
10.	Saya berusaha meminimalkan kesalahan karena tidak ingin menghasilkan banyak limbah kimia.				
11.	Saya berusaha mempelajari pentingnya pemisahan limbah kimia berdasarkan jenisnya.				
12.	Saya mengikuti arahan guru dalam membuang limbah kimia dari hasil praktikum kimia ke dalam wadah yang telah ditentukan.				
13.	Saya merasa biasa saja ketika teman saya membuang limbah ke saluran air, karena bukan urusan saya.				
14.	Saya terkadang mengabaikan protokol keselamatan kerja dengan tidak memakai alat perlindungan diri (APD).				
15.	Saya pikir pelatihan tentang pembuangan limbah kimia yang benar di awal praktikum perlu dilakukan.				
16.	Saya merasa senang ketika diberikan saran oleh teman untuk memakai jas lab, ketika saya sedang tidak menggunakan jas lab karena merasa panas.				
17.	Saya selalu menutup tempat pembuangan limbah setelah digunakan.				
18.	Saya mencuci tangan setelah menangani limbah kimia.				
19.	Membuang limbah kimia B3 di wastafel tidak akan merusak fasilitas laboratorium.				
20.	Saya berhati-hati untuk menghindari menumpahkan bahan kimia yang saya gunakan				

Lampiran 14. Kisi-kisi Aspek Tindakan

No	Aspek Tindakan	Indikator Perilaku Peduli Lingkungan	Indikator Penilaian Tindakan	No Soal
1	Persepsi	1) Mengelola bahan dan limbah praktikum sesuai jenisnya 2) Mendukung kegiatan peduli lingkungan 3) Pengurangan dan penghematan penggunaan bahan kimia berlebih 4) Memanfaatkan bahan dan limbah kimia	Memilih tindakan yang benar dalam menangani limbah	12, 20
			Memilih untuk mematuhi peraturan laboratorium	10, 14
			Membedakan jenis-jenis limbah	15
			Menunjukkan pemahaman penanganan bahan, alat dan limbah praktikum	9, 13
2	Respon terpinpin	5) Merawat lingkungan khususnya di laboratorium	Mempersiapkan diri sebelum praktikum sesuai arahan guru	4, 5, 6, 7,
			Mampu mengelola kegiatan praktikum sesuai dengan buku panduan dan buku suplemen	8, 17,
3	Mekanisme		Melaksanakan praktikum dengan meminimalisir limbah yang dihasilkan	1, 11
			Melaksanakan praktikum dengan memperhatikan dampak bahan kimia bagi lingkungan	3
4	Adaptasi		Melakukan praktikum kimia dengan aspek pencegahan penggunaan, pengelolaan dan penanganan bahan kimia	2, 16, 18, 19

LEMBAR PENILAIAN TINDAKAN PEDULI LINGKUNGAN DI LABORATORIUM KIMIA

A. Identitas Siswa

Nama :
No Absen :
Kelas :

B. Petunjuk Pengisian

1. Baca pernyataan dengan seksama!
2. Isilah tanda cek (√) pada bagian kolom YA atau TIDAK
3. Isilah pernyataan dengan kejujuran

No	Pernyataan	Keterangan	
		YA	TIDAK
1.	Apakah Anda meminimalisir penggunaan bahan kimia saat praktikum kimia?		
2.	Apakah Anda membuang semua limbah hasil praktikum kimia ke wastafel ?		
3.	Apakah Anda bertanya kepada guru atau asisten lab ketika tidak yakin cara membuang bahan/limbah kimia		
4.	Apakah Anda membaca Material Safety Data Sheet (MSDS) sebelum melakukan praktikum kimia?		
5.	Apakah Anda selalu memeriksa peralatan laboratorium sebelum digunakan?		
6.	Apakah Anda selalu membersihkan area laboratorium setelah praktikum dilaksanakan?		
7.	Apakah Anda selalu menggunakan Alat Perlindungan Diri (APD) lengkap saat praktikum?		
8.	Apakah Anda mempelajari sifat-sifat bahan dan limbah kimia sebelum Anda melakukan praktikum?		
9.	Apakah Anda mempelajari dampak pembuangan bahan dan limbah praktikum kimia yang Anda lakukan?		
10.	Apakah Anda pernah minum/makan di ruang laboratorium kimia?		
11.	Apakah Anda pernah menggunakan bahan kimia secara berlebih tanpa memikirkan hasil limbah kimia yang dihasilkan?		
12.	Apakah Anda memisahkan pembuangan bahan/limbah kimia yang sudah tidak digunakan?		
13.	Apakah Anda pernah mengencerkan asam/basa sebelum dibuang ke wastafel?		
14.	Apakah Anda terkadang tidak menggunakan jas lab saat praktikum kimia?		
15.	Apakah Anda menyimpan bahan sisa praktikum yang masih dapat digunakan dengan baik?		
16.	Apakah Anda mereaksikan senyawa asam seperti HCl di ruang asam?		
17.	Apakah Anda pernah mengabaikan tumpahan bahan/limbah saat praktikum?		
18.	Apakah Anda menyimpan limbah dengan konsentrasi tinggi dan bersifat B3 di wadah khusus yang sudah dilabeli?		

Lampiran 15. Lembar Observasi Tindakan

LEMBAR OBSERVASI PERILAKU PEDULI LINGKUNGAN DI LABORATORIUM KIMIA

A. Identitas Observasi

1. Nama Observer :
2. Tanggal Observasi :
3. Nama Laboratorium :
4. Kelompok :

B. Aspek yang Diamati

Instrumen ini bertujuan untuk menilai kesadaran dan kepedulian lingkungan dalam praktik laboratorium kimia. Skor diberikan berdasarkan skala berikut:

Ya = 1

Tidak = 0

No	Pernyataan Aspek Perilaku
1.	Menggunakan bahan kimia sesuai kebutuhan dan tidak berlebihan
2.	Menggunakan peralatan laboratorium dengan bijak untuk menghindari pemborosan
3.	Menjaga kebersihan meja kerja dan area laboratorium sebelum dan setelah praktikum.
4.	Tidak membuang bahan kimia langsung ke saluran air tanpa perlakuan yang tepat
5.	Memisahkan limbah sesuai aturan
6.	Menggunakan alat pelindung diri (APD) dengan benar untuk menjaga kesehatan dan lingkungan
7.	Menghemat penggunaan air saat mencuci peralatan laboratorium
8.	Menutup wadah bahan kimia setelah digunakan untuk menghindari penguapan yang berbahaya
9.	Memberikan contoh perilaku peduli lingkungan kepada rekan lain di laboratorium
10.	Menggunakan kembali bahan yang masih dapat dimanfaatkan (<i>reuse</i>)

No	Nama Siswa	Pernyataan																			
		1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
		Y	T	Y	T	Y	T	Y	T	Y	T	Y	T	Y	T	Y	T	Y	T	Y	T
1																					
2																					
3																					
4																					
5																					
6																					
7																					
8																					
9																					
10																					



Lampiran 16. Uji Validitas, reliabilitas, daya beda, dan tingkat kesukaran soal pengetahuan

Kode Siswa	Kode Soal																									Total			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25				
P1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	15			
P2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	22		
P3	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	19		
P4	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	16		
P5	1	1	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	17		
P6	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	22		
P7	1	1	0	0	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	18		
P8	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	21		
P9	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	20		
P10	1	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	16	
P11	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	17		
P12	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	15	
P13	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	25		
P14	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	19	
P15	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	16	
P16	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	19	
P17	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	22	
P18	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	21	
P19	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	23	
P20	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	20	
P21	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	12	
P22	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	24	
P23	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	1	0	1	1	14	
P24	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	19	
P25	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	1	1	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	13	
P26	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	23	
P27	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	9	
P28	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	19	
P29	1	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	14	
P30	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	10	
P31	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	9	
P32	0	1	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	15	
P33	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	0	1	11
P34	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	1	13	

P35	0	1	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0	15
P36	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	16
Pearson Correlation (r hitung)	0,37	0,41	0,49	0,18	0,41	0,52	0,40	0,38	0,39	0,42	0,22	0,35	0,42	0,42	0,38	0,20	0,42	0,53	0,43	0,23	0,27	0,47	0,37	0,42	0,37
R Tabel	0,329																								
Keterangan	Valid	Valid	Valid	Tidak Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Tidak Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Tidak Valid	Valid	Valid	Valid	Tidak Valid	Tidak Valid	Valid	Valid	Valid	Valid
Cronbach's Alpha Item	0,77	0,76	0,76		0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76		0,76	0,77	0,77	0,76		0,76	0,76	0,76			0,76	0,76	0,77	0,76
Cronbach's Alpha	0,770 (Reliabel)																								
Daya Beda	0,3	0,35	0,37		0,36	0,44	0,28	0,34	0,31	0,33		0,3	0,32	0,34	0,28		0,3	0,3	0,44			0,41	0,23	0,34	0,34
Keterangan	Sedang	Sedang	Sedang		Sedang	Tinggi	Sedang	Sedang	Sedang	Sedang		Sedang	Sedang	Sedang	Sedang		Sedang	Sedang	Tinggi			Tinggi	Sedang	Sedang	Sedang
Tingkat Kesukaran	0,67	0,69	0,33		0,67	0,67	0,53	0,81	0,53	0,72		0,83	0,47	0,61	0,47		0,78	0,75	0,75			0,75	0,83	0,56	0,81
Keterangan	Sedang	Sedang	Sedang		Sedang	Sedang	Sedang	Mudah	Sedang	Mudah		Mudah	Sedang	Sedang	Sedang		Mudah	Mudah	Mudah			Mudah	Mudah	Sedang	Mudah

Lampiran 17. Data Uji Validitas dan Reliabilitas Angket Sikap

Kode Siswa	Kode Soal																				Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
P1	4	3	4	4	3	3	4	3	4	3	4	2	4	4	4	3	4	4	3	4	71
P2	2	3	2	2	3	1	3	3	4	4	3	2	1	3	4	4	3	4	3	3	57
P3	4	2	4	2	4	3	4	4	4	3	4	1	3	4	4	4	4	3	2	4	67
P4	1	2	4	3	2	3	4	3	3	4	4	4	2	3	4	4	3	4	4	4	65
P5	1	1	3	3	3	1	3	2	3	3	3	3	3	3	3	4	4	3	2	3	54
P6	3	3	4	4	3	3	3	3	3	3	3	1	3	4	3	4	4	3	4	4	65
P7	4	3	2	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	4	4	3	63
P8	1	2	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	4	3	3	4	4	62
P9	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	4	3	4	4	4	3	63
P10	4	2	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	4	3	63
P11	3	2	4	3	3	2	3	4	4	4	3	4	4	4	4	3	3	4	3	4	68
P12	1	1	4	4	3	2	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	4	4	4	4	62
P13	4	1	3	3	3	3	4	3	4	4	4	4	3	3	4	3	3	4	4	4	68
P14	3	3	3	3	3	2	4	3	4	4	4	3	3	3	3	4	4	4	4	4	68
P15	2	3	1	2	3	3	4	3	3	3	3	3	2	3	4	4	4	3	3	4	60
P16	4	4	4	3	3	3	4	3	4	4	4	4	3	3	4	3	4	4	4	4	73
P17	3	3	3	4	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	60
P18	2	3	4	3	3	3	3	4	3	3	4	4	4	3	4	4	3	3	4	3	67
P19	3	3	3	4	3	3	4	3	3	4	4	4	3	4	4	3	3	3	3	4	68
P20	4	3	4	3	4	3	4	3	4	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	66
P21	3	3	3	4	4	2	4	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	4	3	3	62
P22	2	3	4	3	3	3	4	2	3	4	3	1	3	3	2	3	3	4	3	4	60
P23	2	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	3	3	4	3	4	4	3	3	65
P24	3	3	4	1	3	3	2	3	3	3	3	1	3	3	4	4	4	4	4	4	62

P25	3	1	3	2	4	3	3	3	3	4	4	3	4	4	3	4	3	3	4	4	65
P26	4	3	4	4	3	4	3	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	76
P27	3	1	3	2	3	3	2	3	3	3	3	1	2	3	3	3	3	3	3	3	53
P28	4	2	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	3	4	4	73
P29	4	1	2	4	3	3	2	3	4	4	4	1	4	3	4	4	4	4	4	4	66
P30	3	2	4	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	4	63
P31	3	1	2	2	2	4	2	4	3	3	3	3	4	3	3	2	3	3	4	4	58
P32	3	3	4	3	3	2	3	3	4	3	3	2	2	3	4	3	4	3	3	3	61
P33	4	2	4	2	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	62
P34	3	1	2	2	1	2	4	3	4	4	4	3	3	3	3	1	2	3	3	2	53
P35	4	1	3	3	3	4	3	3	3	3	3	2	4	3	3	3	1	2	3	2	56
P36	2	3	2	2	1	2	2	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	3	3	4	50
P37	3	3	3	3	3	4	3	3	3	4	3	4	3	4	3	2	4	3	4	4	66
P38	3	3	1	2	3	3	3	3	3	4	4	2	4	3	4	3	3	2	4	4	61
P39	3	3	2	4	4	4	3	3	3	4	3	3	4	3	3	3	4	4	3	4	67
P40	3	2	2	1	3	4	3	3	3	3	3	2	4	3	3	3	3	4	3	4	59
P41	1	1	4	3	3	2	3	3	4	4	2	1	3	4	3	3	3	4	3	4	58
P42	3	3	2	3	4	3	2	3	3	4	2	2	3	3	4	3	3	3	3	4	60
P43	3	1	4	2	4	3	3	4	3	4	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	66
R Hitung	0,43	0,31	0,39	0,42	0,41	0,39	0,41	0,44	0,37	0,35	0,52	0,41	0,34	0,45	0,43	0,38	0,54	0,34	0,40	0,43	
R tabel	0,3008																				
Keterangan	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	
Cronbach's Alpha Item	0,71	0,72	0,72	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,72	0,72	0,72	0,72	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	
Cronbach's Alpha	0,72 (Reliabel)																				

P25	0	1	1	1	0	1	0	1	1	0	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	12
P26	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	18
P27	1	1	0	1	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	12
P28	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	19
P29	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	16
P30	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	18
P31	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	17
P32	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	16
P33	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	18
P34	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	17
P35	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0	1	0	10
P36	0	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	10
P37	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	16
P38	0	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	15
P39	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	17
P40	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	1	8
P41	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	19
P42	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	18
P43	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	19
R Hitung	0,46	0,41	0,39	0,37	0,57	0,37	0,66	0,36	0,37	0,37	0,41	0,36	0,46	0,41	0,29	0,42	0,68	0,32	0,07	0,34	
R tabel	0,3008																				
Keterangan	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Tidak Valid	Valid	Valid	Valid	Tidak Valid	Valid	
Reliabilitas	0,74	0,75	0,75	0,75	0,72	0,75	0,72	0,75	0,75	0,74	0,74	0,75	0,75	0,75		0,74	0,72	0,75		0,74	
	0,75 (Reliabel)																				

Lampiran 19. Hasil Uji Efektivitas Aspek Pengetahuan Siswa

No	Nama	Pretes	Posttes	Gain Skor	N-Gain Skor (100%)
1	A.A Ngurah Panji Widia P.	50	95	0,90	90
2	Annabel Javana Kartika	35	85	0,77	77
3	Dita Prasama	50	85	0,70	70
4	Gede Pandu Kayana	60	90	0,75	75
5	Amelia Fitriana Denita Putri	25	90	0,87	87
6	Ida Ayu Putu Maytara	60	90	0,75	75
7	Kadek Kevinza Raditya Kanadiva	60	85	0,63	63
8	Ketut Meilinda	70	95	0,83	83
9	Komang Lilyana Krisnayani	55	90	0,78	78
10	Luh Bunga Fandarina	60	90	0,75	75
11	Ni Ketut Marthasya Ellena Putri	50	100	1,00	100
12	Ni Kadek Dinahara P.P	55	95	0,89	89
13	Ni Putu Laura Maheni Pratiwi	65	85	0,57	57
14	Putu Mulia Aditya Putra	55	85	0,67	67
15	Putu Rose Lily Brands	55	85	0,67	67
16	Umbu Webdi Adilaksana	50	90	0,80	80
17	Ali Haidar Syekh Zamal	25	80	0,73	73
Rata-rata				0,77	76,76

Lampiran 20. Hasil Uji Efektivitas Aspek Sikap Siswa

No	Nama	Pretes	Posttes	Gain Skor	N-Gain Skor (100%)
1	A.A Ngurah Panji Widia P.	79	94	0,80	80
2	Annabel Javana Kartika	69	89	0,64	64
3	Dita Prasama	75	93	0,70	70
4	Gede Pandu Kayana	83	90	0,43	43
5	Amelia Fitriana Denita Putri	81	90	0,47	47
6	Ida Ayu Putu Maytara	71	96	0,87	87
7	Kadek Kevinza Raditya Kanadiva	81	86	0,27	27
8	Ketut Meilinda	76	95	0,79	79
9	Komang Lilyana Krisnayani	66	91	0,74	74
10	Luh Bunga Fandarina	71	95	0,83	83
11	Ni Ketut Marthasya Ellena Putri	75	89	0,55	55
12	Ni Kadek Dinahara P.P	78	93	0,67	67
13	Ni Putu Laura Maheni Pratiwi	76	91	0,63	63
14	Putu Mulia Aditya Putra	73	83	0,36	36
15	Putu Rose Lily Brands	69	89	0,64	64
16	Umbu Webdi Adilaksana	80	91	0,56	56
17	Ali Haidar Syekh Zamal	74	90	0,62	62
Rata-rata				0,62	62,12

Lampiran 21. Hasil Uji Efektivitas Aspek Tindakan Siswa

No	Nama	Pretes	Posttes	N-Gain Skor	N-Gain Skor (100%)
1	A.A Ngurah Panji Widia P.	56	89	0,75	75
2	Annabel Javana Kartika	50	89	0,78	78
3	Dita Prasama	72	94	0,79	79
4	Gede Pandu Kayana	67	94	0,82	82
5	Amelia Fitriana Denita Putri	61	94	0,85	85
6	Ida Ayu Putu Maytara	61	83	0,56	56
7	Kadek Kevinza Raditya Kanadiva	78	94	0,73	73
8	Ketut Meilinda	67	94	0,82	82
9	Komang Lilyana Krisnayani	50	89	0,78	78
10	Luh Bunga Fandarina	78	94	0,73	73
11	Ni Ketut Marthasya Ellena Putri	72	94	0,79	79
12	Ni Kadek Dinahara P.P	56	83	0,61	61
13	Ni Putu Laura Maheni Pratiwi	61	94	0,85	85
14	Putu Mulia Aditya Putra	61	94	0,85	85
15	Putu Rose Lily Brands	67	89	0,67	67
16	Umbu Webdi Adilaksana	83	94	0,65	65
17	Ali Haidar Syekh Zamal	78	100	1.00	100
				0,76	76,48

Lampiran 22. Hasil Observasi Aspek Tindakan

Rekapan Hasil Observasi													
Kelompok 1													
Kode Siswa	Kode Pernyataan										Total	Skor	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	8	80	
2	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	8	80	
3	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	8	80	
4	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	9	90	
5	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	8	80	
6	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	9	90	
											Rata-rata	83	
Kelompok 2													
Kode Siswa	Kode Pernyataan										Total	Skor	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100	
2	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	9	90	
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100	
4	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	8	80	
5	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	8	80	
											Rata-rata	90	

Kelompok 3												
Kode Siswa	Kode Pernyataan										Total	Skor
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	9	90
2	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	9	90
3	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	9	90
4	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	9	90
5	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	8	80
6	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	9	90
Rata-rata											88	
Rata-rata keseluruhan = 87												

Lampiran 23. Dokumentasi Kegiatan Penelitian



(Validasi Produk)



(Uji Produk ke Sekolah)



(Uji Coba Soal)



(Uji Coba Soal)



(Pemberian Pretest)



(Observasi Praktikum)



(Observasi Penanganan Limbah)



(Pemberian Posttes)

Lampiran 24. Penuntun Praktikum Kimia

KUMPULAN PENUNTUN PRAKTIKUM KIMIA SMA



Praktikum Reaksi Kimia

I. Tujuan

Mengetahui Jenis-Jenis Reaksi Kimia

II. Alat dan Bahan

Alat-alat	Bahan	
Tabung Reaksi	HCl	Na ₂ S ₂ O ₃
Pipet tetes	Pita Mg	NaOH
Gelas Ukur	CuSO ₄	

III. Cara Kerja Percobaan 1

1. Masukkan 2 mL larutan HCl ke dalam tabung reaksi.
2. Masukkan Pita Mg ke dalam tabung reaksi yang telah diisi larutan HCl.
3. Amati dan catat reaksi yang terjadi.

Percobaan 2

1. Masukkan 2 mL larutan CuSO₄ ke dalam tabung reaksi.
2. Masukkan 4 mL larutan NaOH ke dalam tabung reaksi.
3. Reaksikan kedua larutan tersebut, dan amati serta catat perubahan yang terjadi.

Percobaan 3

1. Masukkan 5 mL Na₂S₂O₃ 0.5 M dan 5 mL HCl 0.5 M ke dalam tabung reaksi yang sama.
2. Amati dan catat perubahan yang terjadi

IV. Data Pengamatan

Percobaan	Hasil Pengamatan
1	
2	
3	

Praktikum Hukum Dasar Kimia

1. Hukum Kekekalan Massa (Lavoisier)

Alat dan Bahan

a. Reaksi pembakaran pita magnesium

Alat	Bahan
Wadar porselen + tutup Timbangan Penjepit Bunsen Kaki tiga Segitiga porselen	Pita Mg

b. Reaksi HCl dan CaCO₃

Alat	Bahan
Labu Erlenmeyer 100 mL+ tutup Spatula Timbangan Gelas ukur 25 cm ³	Larutan HCl 1M 20 mL Padatan CaCO ₃

Cara Kerja:

1) Reaksi pembakaran pita magnesium

1. Gulung sepotong magnesium
2. Tempatkan magnesium dalam wadah dan letakkan di tutupnya
3. Timbang wadah/tutup/magnesium
4. Panaskan wadah di atas nyala api biru menggunakan tripod dan segitiga porselin
5. Angkat tutupnya setiap menit dengan penjepit sampai reaksi selesai
6. Biarkan wadah menjadi dingin (sekitar 5 menit)
7. Timbang kembali wadah/tutup/magnesium oksida

2) Reaksi kalsium karbonat dengan asam klorida

1. Tambahkan 20 cm³ asam klorida ke dalam labu erlenmeyer
2. Timbang labu erlenmeyer dan 2 gram kalsium karbonat pada neraca
3. Tambahkan butiran kalsium karbonat ke asam
4. Tunggu sampai reaksi selesai
5. Timbang kembali labu erlenmeyer
6. Hasil Pengamatan

reaksi	total massa sebelum (g)	total massa setelah reaksi (g)	perubahan massa (g)
magnesium dan oksigen			
kalsium karbonat andasam klorida			

perubahan massa (g) = total mass setelah reaksi (g) – total massa sebelum reaksi (g)

2. Hukum Perbandingan Volume (Gay-Lussac)

Alat dan bahan

- 1) Lilin
- 2) Korek api
- 3) Piring kecil
- 4) Air secukupnya
- 5) Pewarna makanan (bisa diganti pewarna apa saja)
- 6) Gelas kaca transparan

Cara Kerja

- 1) Nyalakan lilin dan letakkan diatas piring kecil.
- 2) Ambil gelas kemudian tutup lilin tersebut dengan gelas. Apa yang terjadi?
- 3) Masih dengan lilin serta piring yang sama, masukkan air yang telah diberi pewarna kedalam piring tersebut. Air berwarna disini bertujuan untuk memudahkan dalam pengamatan.
- 4) Hidupkan lilin kemudian tutup lilin dengan gelas. Sekarang coba kamu amati, kini apa yang terjadi?
- 5) Hasil Pengamatan
- 6) Jelaskan apa yang terjadi Ketika lilin ditutup dengan gelas? apa hubungannya dengan hukum perbandingan volume dari gay -lussac?

Jawaban:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Praktikum Laju Reaksi: Faktor-faktor yang mempengaruhi laju reaksi

I. Tujuan :

- 1.1 Untuk menentukan factor-faktor yang mempengaruhi laju reaksi.

II. Alat dan Bahan

Alat:	Bahan:
Gelas Kimia	HCl -Pita Mg
Pipet tetes	Na ₂ S ₂ O ₃ - Kentang
Tabung reaksi	H ₂ O ₂
Stopwatch	

III. Cara Kerja

Faktor konsentrasi :

1. Letakkan tanda X dibawah gelas kimia.
2. Selanjutnya masukkan HCl 0,25 M dan Na₂S₂O₃ 0,25 M masing-masing sebanyak 10 mL ke dalam gelas kimia tersebut.
3. Catat waktu masing-masing yang diperlukan agar tanda X tidak terlihat.
4. Lakukan hal yang sama terhadap HCl 0.75 M dan Na₂S₂O₃ 0,75 M.
5. Bandingkan waktu yang dihasilkan antara kedua percobaan tersebut.

Faktor luas permukaan :

1. Masukkan HCl 0,75 M ke dalam tabung reaksi sebanyak 5 mL
2. Kemudian tambahkan pita magnesium
3. Catat waktu yang diperlukan untuk melarutkan pita magnesium!
4. Lakukan hal yang sama untuk potongan-potongan kecil magnesium!

Faktor Katalis :

1. Masukkan 5 mL larutan H₂O₂ 3% ditambahkan 3 mL filtrat ekstrak kentang
2. Catat waktu yang diperlukan saat mulai terbentuknya gelembung-gelembung gas

Faktor suhu :

1. Letakkan tanda X dibawah gelas kimia.
2. Selanjutnya masukkan HCl 0,25 M dan Na₂S₂O₃ 0,25 M masing-masing sebanyak 10 mL ke dalam gelas kimia tersebut dan ukur suhunya
3. Catat waktu masing-masing yang diperlukan agar tanda X tidak terlihat.
4. Lakukan pengulangan langkah-langkah di atas dengan mengubah suhu larutan Na₂S₂O₃ menggunakan penangas air (misalnya, 40°C, 60°C)

IV. Hasil Pengamatan

No	Aspek Faktor	Waktu
1		
2		

Praktikum Kesetimbangan Kimia

I. Tujuan:

Mengetahui faktor-faktor pergeseran kesetimbangan kimia

II. Alat dan Bahan:

Alat:

1. Cawan Penguap
2. Bunsen
3. Neraca
4. Suntikan
5. Tutup Botol
6. Tabung Reaksi
7. Pipet Tetes

Bahan:

1. FeCl_3
2. KSCN
3. Kristal Na_2HPO_4
4. Padatan $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$
5. $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 1 M
6. H_2SO_4 2 M
7. NaNO_2
8. Aquades

III. Cara Kerja:

Percobaan I:

1. Reaksikan 2 mL KSCN dan 2 mL FeCl_3 dalam tabung reaksi sebanyak 4 tabung dan labeli dengan kode I, II, III, IV
2. Gunakan tabung pertama sebagai kontrol
3. Tambahkan 2 tetes KSCN pada tabung II dan amati perubahannya
4. Tambahkan 2 tetes FeCl_3 pada tabung III dan amati perubahannya
5. Tambahkan sedikit kristal Na_2HPO_4 pada tabung IV dan amati perubahannya

Percobaan II:

1. Siapkan bahan-bahan seperti larutan $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 1 M dan Larutan H_2SO_4 2 M dan campurkan dengan perbandingan 1:1 (2 mL : 2 mL) untuk membuat reagen
2. Masukkan serbuk NaNO_2 kedalam tutup botol dan masukan tutup yang berisi NaNO_2 kedalam suntikan dengan bantuan air.
3. Ambil reagen cair dengan suntikan, jepit bagian ujung dan reaksikan dengan mengocok suntikan.
4. Keluarkan larutan yang tersisa dengan memasukan ujung suntikan ke suntikan lainnya.
5. Tarik tuas suntikan untuk mengetahui tekanan.

Reference: https://www.youtube.com/watch?v=sLFzNG_hObA&t=179s

Percobaan III:

1. Siapkan bahan berupa Padatan $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$
2. Panaskan 10 gram $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ dalam cawan penguap dan amati perubahannya
3. Dinginkan sampel tersebut dan amati perubahan warnanya

IV. Hasil Pengamatan:

Percobaan I:

No	Penambahan Senyawa	Penambahan Ion	Perubahan Warna	Arah pergeseran Kesetimbangan
1.	-			
2.	KSCN			
3.	FeCl ₃			
4.	Kristal Na ₂ HPO ₄			

Percobaan II:

No	Tekanan	Perubahan Warna	Arah Pergeseran
1.	Ditambah		
2.	Dikurangi		

Percobaan III:

No	Aktivitas	Pengamatan	Arah Pergeseran
1.	Sebelum dipanaskan		
2.	Sesudah dipanaskan		



Praktikum Kalorimeter

I. Tujuan

- 1.1 Menentukan harga ΔH reaksi melalui percobaan

II. Alat dan Bahan

Alat:		Bahan:
Stopwatch	Termometer	HCl
Kalorimeter	Gelas Ukur	NaOH

III. Langkah Kerja

1. Mengukur suhu awal larutan HCl dan NaOH. Jika larutan tersebut suhunya berbeda, hitunglah rerata keduanya.
2. Pasang termometer pada kalorimeter.
3. Masukkan NaOH 0.5 M sebanyak 20 mL ke dalam kalorimeter. Kemudian masukkan HCl 0.5 M sebanyak 20 mL ke dalam kalorimeter yang telah berisi larutan NaOH.
4. Aduk larutan tersebut dalam kalorimeter, sehingga terjadi reaksi antara larutan HCl dan NaOH.
5. Amati dan catat perubahan suhu hingga diperoleh harga yang konstan. Catat suhu yang terekam pada termometer.

IV. Hasil Pengamatan

Larutan	Hasil
Larutan NaOH 0.5 M	massa = ... mol = ... Suhu awal = ...
Larutan HCl 0.5 M	massa = ... mol = ... Suhu awal = ...
Rata-rata suhu awal ($^{\circ}\text{C}$)	
Setelah pencampuran NaOH + HCl	
Waktu (Menit)	Suhu ($^{\circ}\text{C}$)
0.5	
1	
1.5	
Dst..	
Suhu akhir (T_{akhir})	
Perubahan Suhu (ΔT) = $T_{\text{akhir}} - T_{\text{awal}}$	

V. Pertanyaan

1. Hitung perubahan entalpi yang terjadi pada reaksi di atas, diketahui :
q (massa jenis larutan) = 1 g/mL
c (kalor jenis larutan) = 4,2 J/g $^{\circ}\text{C}$

Praktikum Asam Basa : Menentukan pH Larutan

I. Tujuan:

1. Menentukan pH larutan dengan Larutan Indikator
2. Menentukan pH larutan dengan Indikator Universal

II. Alat dan Bahan

Alat:	Bahan:
Plat tetes	Indikator universal
Pipet tetes	Senyawa asam dan basa

III. Prosedur Kerja

Percobaan 1:

1. Teteskan larutan A pada beberapa plat tetes
2. Teteskan larutan indikator yang berbeda pada masing-masing plat tetes yang sudah berisi larutan A
3. Amati perubahan warna dan catat hasil pengamatan
4. Ulangi langkah 1,2,3 untuk larutan yang lain.

Percobaan 2:

1. Celupkan indikator universal pada larutan A
2. Amati perubahan warna pada indikator yang menunjukkan pH dan catat pada tabel pengamatan
3. Ulangi langkah 1,2 untuk larutan yang lain.

IV. Hasil Pengamatan

Percobaan 1

No	Larutan	Pengamatan			
		Indikat or PP	Indikat or MM	Indikat or MJ	Indikat or BTB
1.	A				
2.	B				
3.	C				
4.	D				
5.	E				

Percobaan 2

No	Larutan	Pengamatan
----	---------	------------

1.	A	
2.	B	
3.	C	
4.	D	
5.	E	

V. Pembahasan

Percobaan 1

No	Larutan	Sifat (Asam/Basa/Netral)	pH
1.	A		
2.	B		
3.	C		
4.	D		
5.	E		

Jelaskan :

.....

.....

.....

Percobaan 2

No	Larutan	Sifat (Asam/Basa/Netral)	pH
1.	A		
2.	B		
3.	C		
4.	D		
5.	E		

Jelaskan :

.....

.....

.....

Praktikum Larutan Penyangga

I. Tujuan

Memahami prinsip kerja dari larutan penyangga

II. Alat dan Bahan

Alat:

Gelas Kimia
Gelas Ukur
pH universal

Bahan:

CH_3COOH - NaOH
 CH_3COONa - Aquadest
HCl

III. Langkah Kerja

- a. Menyiapkan larutan penyangga dengan cara sebagai berikut.
 1. Masukkan 30 mL larutan CH_3COOH 0.1 M dalam gelas kimia.
 2. Ditambahkan dengan 30 mL larutan CH_3COONa 0.1 M.
 3. Aduk hingga tercampur sempurna, ukur pH dan catat hasilnya.
 4. Gunakan larutan tersebut sebagai larutan penyangga $\text{CH}_3\text{COOH}/\text{CH}_3\text{COO}^-$
- b. Menyiapkan larutan non penyangga dengan cara sebagai berikut.
 1. Masukkan 20 mL CH_3COOH dalam gelas kimia.
 2. Ukur pH-nya. Gunakan sebagai larutan non penyangga.
- c. Mengetahui pengaruh penambahan sedikit asam kuat terhadap pH larutan penyangga.
 1. Larutan penyangga yang telah dibuat volume totalnya akan menjadi 60 mL, bagilah larutan tersebut ke dalam 3 gelas kimia dengan volume masing-masing gelas kimia sebanyak 20 mL. Ukur pH-nya pada masing-masing gelas kimia.
 2. Siapkan 10 mL HCl 0.1 M.
 3. Siapkan 10 mL NaOH 0.1 M.
 4. Siapkan 10 mL Aquadest (H_2O).
 5. Tambahkan HCl ke gelas kimia 1 (larutan penyangga) secara bertahap sesuai dengan tabel dibawah ini.

	HCl		pH
	$V_{\text{ditambahkan}}$ (mL)	V_{total} (mL)	
LARUTAN PENYANGGA	0	0	
	1	1	
	1	2	
	1	3	
	1	4	
	1	5	
	1	6	

	1	7	
	1	8	
	1	9	
	1	10	

6. Aduk sampai tercampur sempurna, kemudian ukur pHnya dan catat hasil pengamatan.

- d. Mengetahui pengaruh penambahan sedikit basa kuat terhadap pH larutan penyangga. Lakukan Langkah yang sama seperti cara kerja mengetahui pengaruh penambahan sedikit asam kuat tetapi HCl diganti dengan NaOH 0.1 M pada gelas kimia 2 (larutan penyangga) sesuai dengan tabel penambahan NaOH dibawah ini.

	NaOH		pH
	V _{ditambahkan} (mL)	V _{total} (mL)	
LARUTAN PENYANGGA	0	0	
	1	1	
	1	2	
	1	3	
	1	4	
	1	5	
	1	6	
	1	7	
	1	8	
	1	9	
	1	10	

- e. Mengetahui pengaruh pengenceran terhadap pH larutan penyangga. Tambahkan aquades seperti cara kerja pada kegiatan c dan d pada gelas kimia 3 (larutan penyangga) sesuai dengan tabel penambahan aquades dibawah ini.

	Aquadest		pH
	V _{ditambahkan} (mL)	V _{total} (mL)	
LARUTAN PENYANGGA	0	0	
	1	1	
	1	2	

	1	3	
		
	1	4	
		
	1	5	
		
	1	6	
		
	1	7	
		
	1	8	
		
	1	9	
		
	1	10	
		

IV. Hasil Pengamatan

Buat dan lengkapi tabel berikut.

a. Mengetahui pengaruh penambahan sedikit asam kuat.

HCl		pH larutan penyangga	pH larutan non penyangga
V ditambahkan (mL)	V _{total} (mL)		
0	0		
1	1		
1	2		
1	3		
1	4		
1	5		
1	6		
1	7		
1	8		
1	9		
1	10		

b. Mengetahui pengaruh penambahan sedikit basa kuat.

NaOH		pH larutan penyangga	pH larutan non penyangga
V ditambahkan (mL)	V _{total} (mL)		
0	0		
1	1		

1	2		
1	3		
1	4		
1	5		
1	6		
1	7		
1	8		
1	9		
1	10		

c. Mengetahui pengaruh pengenceran.

Aquadest		pH larutan penyangga	pH larutan non penyangga
V ditambahkan (mL)	V total (mL)		
0	0		
1	1		
1	2		
1	3		
1	4		
1	5		
1	6		
1	7		
1	8		
1	9		
1	10		

V. Pertanyaan

1. Apa yang terjadi ketika CH_3COOH dicampur dengan CH_3COONa ? Apakah terjadi reaksi? Jika terjadi reaksi, maka tuliskan persamaan reaksinya!
2. Apakah terjadi perubahan harga pH larutan penyangga, ketika dilakukan penambahan HCl dan NaOH ? Jelaskan fenomena yang kalian amati!
3. Bagaimana pengaruh pengenceran terhadap pH larutan penyangga dan non penyangga?
4. Tuliskan kesimpulan kalian berdasarkan data hasil percobaan.

V. Pertanyaan

1. Tentukan volume NaOH rata-rata yang digunakan
2. Tentukan jumlah mol NaOH yang digunakan
3. Tuliskan persamaan reaksi dari titrasi asam basa pada praktikum ini!
4. Tentukan jumlah mol HCl berdasarkan perbandingan koefisien!
5. Tentukan konsentrasi HCl yang dititrasi
6. Gambarkan kurva titrasi, hubungkan pH dengan volume NaOH



7. Tentukan titik ekuivalennya.
8. Buatlah kesimpulan dari kegiatan yang telah kamu lakukan bersama kelompokmu!

Praktikum Elektrolisis

I. Tujuan

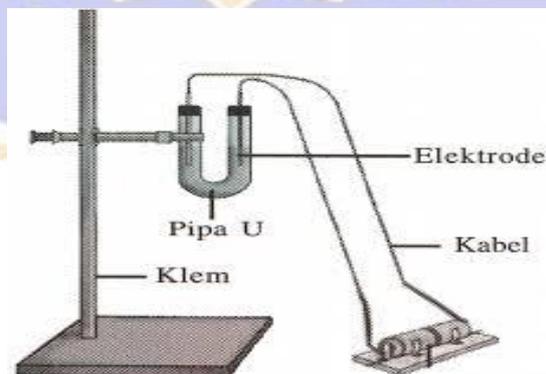
Mengamati reaksi yang berlangsung selama proses elektrolisis.

II. Alat dan Bahan

	Alat:	Bahan:
Pipa U	Gelas Ukur	CuSO ₄
Klem dan statif	Pipet tetes	fenolftalein (PP)
Elektrode		Amilum
Kabel		KI

III. Langkah Kerja

1. Elektrolisis larutan CuSO₄
 - a. Rangkai alat seperti gambar 1.
 - b. Isi tabung U dengan larutan CuSO₄ dan sambungkan dengan power supply.
 - c. Biarkan elektrolisis berlangsung dan catat setiap perubahan yang terjadi. Angkat kedua elektroda.
 - d. Setelah itu diambil kurang lebih 2 mL larutan ditiap ruang elektroda dan dipindahkan kedalam masing-masing 2 tabung reaksi.
 - e. Setelah itu tambahkan larutan fenolftalein (PP) sebanyak 3 tetes. Catat perubahan yang terjadi.
 - f. Kemudian tambahkan lagi larutan amilum sebanyak 3 tetes. Catat perubahan yang terjadi.
2. Elektrolisis larutan KI
Hal yang sama dilakukan untuk elektrolisis larutan KI



Gambar 1. Rangkaian Alat Elektrolisis

IV. Hasil Pengamatan

1. Elektrolisis Larutan CuSO_4

Larutan dalam ruang	Sebelum elektrolisis	Setelah elektrolisis	Perubahan setelah ditambah PP	Perubahan setelah ditambah amilum
Elektroda (Kabel Merah)				
Elektroda (Kabel Hitam)				

2. Elektrolisis Larutan KI

Larutan dalam ruang	Sebelum elektrolisis	Setelah elektrolisis	Perubahan setelah ditambah PP	Perubahan setelah ditambah amilum
Elektroda (Kabel Merah)				
Elektroda (Kabel Hitam)				

V. Pertanyaan

1. Berdasarkan hasil pengamatan, sebutkan gejala-gejala reaksi yang terjadi pada kedua elektroda pada setiap percobaan!
2. Jelaskan reaksi yang terjadi pada katoda dan anoda! Apa beda antara percobaan 1 dan 2? Bagaimana perbedaan tersebut terjadi?
3. Apakah yang terjadi setelah ditambahkan indikator PP pada kedua elektroda? Jelaskan mengapa demikian!

Praktikum Sel Volta

I. Tujuan :

1. Merakit Sel Volta
2. Mengukur Potensial Sel
3. Membandingkan Hasil Pengukuran Potensial Sel Dengan Perhitungan

II. Alat dan Bahan

	Alat:	Bahan:
Gelas Kimia	Gelas Ukur	CuSO ₄
Jembatan Garam	Pipet tetes	ZnSO ₄
Volmeter		lempeng logam tembaga
		lempeng logam seng
		MgSO ₄

III. Cara Kerja

Percobaan 1

1. Masukkan 50 mL CuSO₄ 0,5 M ke dalam gelas kimia 1 dan 50 mL larutan ZnSO₄ 0,5 M ke dalam gelas kimia 2
2. Celupkan lempeng logam tembaga ke dalam gelas kimia 1 dan lempeng logam seng ke dalam gelas kimia 2
3. Hubungkan kedua larutan tersebut dengan menggunakan jembatan garam
4. Pasang voltmeter antara kedua lempeng logam tersebut
5. Amati dan catat hasil pengukuran pada voltmeter, bandingkan hasil pengukuran dengan hasil perhitungan

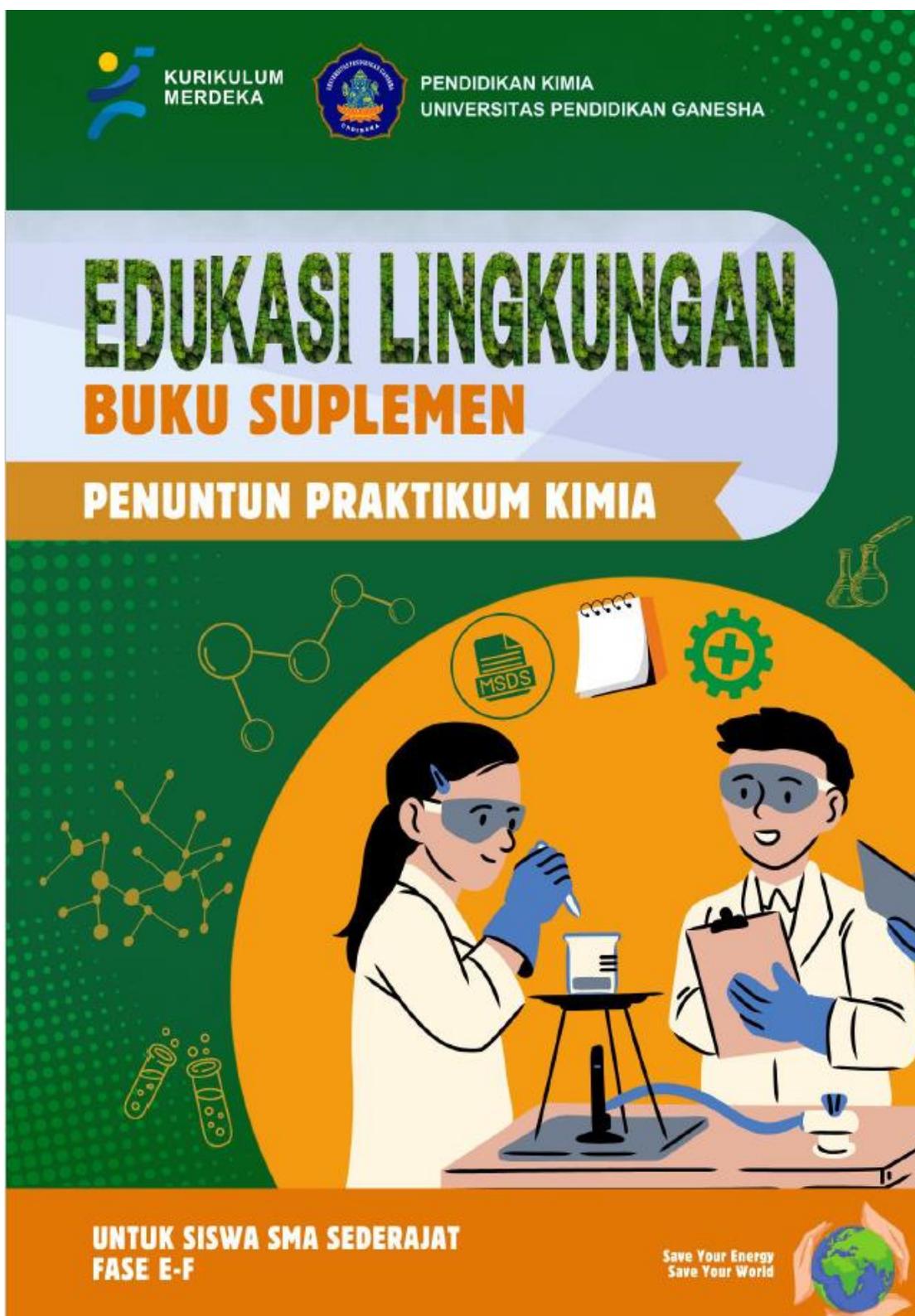
IV. Data Pengamatan

No	Sel Volta	E°sel Voltmeter	E°sel Perhitungan
1	CuSO ₄ 0,5 M + ZnSO ₄ 0,5 M		
2	CuSO ₄ 0,5 M + MgSO ₄ 0,5 M		
3	ZnSO ₄ 0,5 M + MgSO ₄ 0,5 M		

V. Permasalahan

1. Logam apa yang berperan sebagai anoda dan katoda?
2. Bagaimana reaksi yang terjadi? Tuliskan Notasi Sel reaksi!
3. Bandingkan hasil hitungan potensial sel menurut data perhitungan dengan pengukuran

Lampiran 25. Produk Buku Suplemen





PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena atas rahmat dan karunia-Nya, *Buku Suplemen Praktikum Kimia* ini dapat disusun dan diselesaikan dengan baik. Buku ini hadir sebagai panduan tambahan bagi peserta didik dalam menjalankan kegiatan praktikum kimia, khususnya pada tingkat pendidikan SMA (Sekolah Menengah Atas) yang disusun berdasarkan Kurikulum Merdeka. Tujuan utama dari buku ini adalah untuk mendukung pembelajaran kimia khususnya praktikum kimia dan meningkatkan perilaku peduli lingkungan peserta didik di laboratorium.

Buku ini dirancang sebagai pelengkap penuntun praktikum kimia dengan memberikan penjelasan lebih terperinci terkait keselamatan dan kesehatan kerja (K3), *Material Safety Data Sheet* (MSDS), edukasi bahaya dan dampak lingkungan, serta panduan dalam menangani bahan kimia dan limbahnya. Buku ini diharapkan dapat membantu peserta didik memahami pentingnya menjaga keamanan, efisiensi, dan keberlanjutan dalam kegiatan praktikum kimia.

Terima kasih yang tulus penulis sampaikan kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan, baik dalam bentuk ilmu, waktu, maupun tenaga, sehingga buku ini dapat terselesaikan. Dukungan dan kontribusi tersebut sangat berarti dalam mewujudkan karya ini. Semoga *Buku Suplemen Praktikum Kimia* ini dapat memberikan manfaat bagi para pembaca.

Singaraja, 2025

Penulis

PETUNJUK PENGGUNAAN BUKU

Buku Suplemen Praktikum Kimia ini dirancang sebagai panduan untuk mendukung kegiatan praktikum kimia yang ramah lingkungan, aman, dan efektif. Untuk memaksimalkan manfaat dari buku ini, berikut adalah petunjuk penggunaannya.

1. Membaca pendahuluan dengan seksama

Bacalah bagian pendahuluan untuk memahami dasar-dasar alat, sifat, penanganan bahan dan limbah dari praktikum kimia serta alat perlindungan diri yang wajib digunakan sehingga dapat meminimalisir kecelakaan.

2. Membaca jenis praktikum yang akan dilakukan

Praktikum yang dilakukan pada jenjang SMA, biasanya akan ditentukan oleh guru. Sub pengantar materi setiap praktikum menyajikan bahan dan limbah yang dihasilkan serta kaitan dalam kehidupan sehari-hari. Informasi dapat dilihat pada bab II.

3. Cari informasi bahan dan potensi limbah yang dihasilkan

Setelah mengetahui bahan dan limbah yang dihasilkan, pembaca dapat melihat informasi mengenai karakteristik bahan dan limbah kimia yang digunakan, termasuk potensi bahaya yang dihasilkan jika terpapar secara langsung. Pastikan Anda merujuk pada bagian MSDS sebelum memulai percobaan pada bab III.

4. Mengelola Limbah Kimia secara Bertanggung Jawab

Setelah mengetahui sifat dan karakteristik bahan, pembaca dapat membaca panduan penanganan bahan dan limbah kimia yang disediakan secara umum dan tertera pada sub bab 3.3.

5. Informasi edukasi bahan dan limbah kimia serta dampaknya terhadap lingkungan

Buku ini mengedukasi dampak bahan dan limbah dari praktikum kimia terhadap lingkungan jika tidak dikelola dengan baik. Penting bagi pembaca untuk mengetahui aspek dampak bahaya kesalahan penanganan bahan dan limbah terhadap lingkungan.

6. Informasi menarik seputar praktikum dan kaitannya dalam kehidupan sehari-hari

Buku ini menyajikan informasi edukasi kebiasaan yang salah dilakukan oleh peserta didik dan kaitan materi praktikum dengan kehidupan sehari-hari peserta didik.

7. Scan *barcode* untuk mendapatkan informasi tambahan

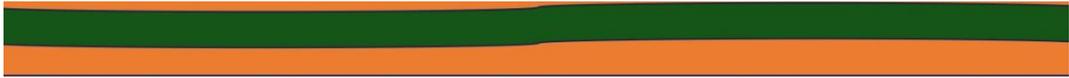
Buku ini dilengkapi dengan *barcode* yang dapat di *scan* dengan *smartphone* untuk mengakses informasi tambahan.

8. Menyimpan dan merawat buku dengan baik

Sebagai bentuk tanggung jawab lingkungan, rawatlah buku ini agar dapat digunakan dalam jangka waktu lama. Hindari mencoret atau merusak halaman buku.

DAFTAR ISI

PRAKARTA	i
PETUNJUK PENGGUNAAN BUKU	ii
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	iv
DAFTAR GAMBAR	v
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Pengertian, Tujuan, dan Manfaat Edukasi Lingkungan	1
1.2 Prinsip Kimia Hijau dan Pembangunan Berkelanjutan	2
1.3 Lambang, Bahaya, Penanganan dan Contoh Bahan Kimia Berbahaya	4
1.4 Edukasi Alat-alat Praktikum Kimia	8
1.5 Alat Perlindungan Diri Praktikum Kimia SMA	13
BAB II EDUKASI TOPIK PRAKTIKUM KIMIA	15
2.1 Praktikum Ciri-ciri Reaksi Kimia	15
2.2 Praktikum Hukum Dasar Kimia	16
2.3 Praktikum Laju Reaksi	17
2.4 Praktikum Kestimbangan Kimia	18
2.5 Praktikum Kalorimeter	19
2.6 Praktikum Asam Basa	20
2.7 Praktikum Larutan Penyangga	21
2.8 Praktikum Titrasi Asam Basa	22
2.9 Praktikum Sel Elektrolisis	23
2.10 Praktikum Sel Volta	24
BAB III INFORMASI BAHAN DAN LIMBAH PRAKTIKUM KIMIA	26
3.1 Informasi Bahan Kimia yang Digunakan	26
3.2 Informasi Limbah yang Dihasilkan	30
3.3 Edukasi Penanganan Bahan dan Limbah Praktikum Kimia	34
BAB IV DAMPAK BAHAN DAN LIMBAH PRAKTIKUM TERHADAP LINGKUNGAN	40
4.1 Dampak Sisa Bahan Praktikum terhadap Lingkungan	40
4.2 Dampak Limbah Praktikum terhadap Lingkungan	46
RANGKUMAN	51
GLOSARIUM	52
DAFTAR PUSTAKA	53
LAMPIRAN	56



DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Fungsi dan Risiko Bahaya Alat-alat Praktikum Kimia.....	8
Tabel 3.1 MSDS Bahan Kimia	26
Tabel 3.2 MSDS Kandungan Limbah Praktikum Kimia	30
Tabel 4.1 Dampak Sisa Bahan Kimia terhadap Lingkungan	40
Tabel 4.2 Dampak Limbah terhadap Lingkungan	46

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Lambang Toxic.....	4
Gambar 1.2 Lambang Korosif	4
Gambar 1.3 Lambang Mudah Terbakar	5
Gambar 1.4 Lambang Mudah Meledak	5
Gambar 1.5 Lambang Oksidator.....	5
Gambar 1.6 Lambang Karsinogenik.....	6
Gambar 1.7 Lambang Berbahaya untuk Lingkungan	6
Gambar 1.8 Lambang Iritan	7
Gambar 1.9 Lambang Berbahaya	7
Gambar 1.10 Lambang Gas Di bawah Tekanan	7
Gambar 1.11 Pipet Tetes.....	8
Gambar 1.12 Pipet Volum	8
Gambar 1.13 Labu Erlenmeyer.....	8
Gambar 1.14 Batang Pengaduk.....	9
Gambar 1.15 Spatula.....	9
Gambar 1.16 Kaca Arloji.....	9
Gambar 1.17 Corong	9
Gambar 1.18 Gelas Kimia.....	10
Gambar 1.19 Magnetic Stirer.....	10
Gambar 1.20 Gelas Ukur	10
Gambar 1.21 Labu Ukur.....	10
Gambar 1.22 Karet Penghisap.....	11
Gambar 1.23 Tabung Reaksi	11
Gambar 1.24 Rak Tabung Reaksi.....	11
Gambar 1.25 Neraca Analitik.....	11
Gambar 1.26 Bunsen.....	12
Gambar 1.27 Lemari Asam	12
Gambar 1.28 Buret.....	12
Gambar 1.29 Statif dan Klem	12
Gambar 1.30 Kalorimeter	13
Gambar 1.31 Termometer	13
Gambar 1.32 Jas Laboratorium.....	13
Gambar 1.33 Kaca Mata Keselamatan	13
Gambar 1.34 Sepatu.....	14
Gambar 1.35 Pelindung Muka.....	14
Gambar 1.36 Respirator	14
Gambar 1.37 Masker	14
Gambar 1.38 Sarung Tangan	14
Gambar 2.1 Praktikum Reaksi Kimia.....	15
Gambar 2.2 Iritasi Mata	16
Gambar 2.3 Penyumbatan Wastafel.....	16
Gambar 2.4 Ilustrasi Sesak Napas	17
Gambar 2.5 Kebakaran dalam Laboratorium.....	17
Gambar 2.6 Praktikum Laju Reaksi	17

Gambar 2.7 Pengaruh Tanaman terhadap Salinitas	18
Gambar 2.8 Pencemaran H ₂ SO ₄ di Sungai Cikaso	19
Gambar 2.9 Kalorimeter Biasa	20
Gambar 2.10 Praktikum penentuan asam basa	20
Gambar 2.11 Ilustrasi Penyakit GERD.....	21
Gambar 2.12 Ilustrasi Larutan Penyangga	21
Gambar 2.13 Titrasi Asam Basa	22
Gambar 2.14 Sel Elektrolisis	23
Gambar 2.15 Sel Volta	24
Gambar 2.16 Siklus Hujan Asam.....	25
Gambar 2.17 Pembuangan Limbah Sabun ke dalam Kloset.....	25
Gambar 3.1 NaOH.....	26
Gambar 3.2 HCl.....	26
Gambar 3.3 CuSO ₄	26
Gambar 3. 4 Na ₂ S ₂ O ₃	26
Gambar 3.5 Pita Mg	27
Gambar 3.6 CaCO ₃	27
Gambar 3.7 FeCl ₃	27
Gambar 3.8 KSCN.....	27
Gambar 3. 9 Na ₂ HPO ₄	27
Gambar 3.10 CuSO ₂ .5H ₂ O	28
Gambar 3.11 H ₂ SO ₄	28
Gambar 3.12 FeSO ₄	28
Gambar 3.13 NaNO ₂	28
Gambar 3.14 CH ₃ COOH	29
Gambar 3.15 CH ₃ COONa	29
Gambar 3.16 NH ₄ OH.....	29
Gambar 3.17 ZnSO ₄	29
Gambar 3.18 MgSO ₄	30
Gambar 3.19 MgCl ₂	30
Gambar 3.20 Cu(OH) ₂	30
Gambar 3.21 Na ₂ SO ₄	30
Gambar 3.22 Sulfur	31
Gambar 3.23 NaCl.....	31
Gambar 3.24 CaCl ₂	31
Gambar 3.25 MgO.....	32
Gambar 3.26 Fe(SCN) ₃	32
Gambar 3.27 KCl.....	32
Gambar 3.28 Fe ₂ (HPO ₄) ₃	32
Gambar 3.29 NaSCN	32
Gambar 3.30 Gas NO ₂	33
Gambar 3.31 Fe ₂ (SO ₄) ₃	33
Gambar 3.32 NaHSO ₄	33
Gambar 3.33 NH ₄ Cl.....	34
Gambar 3.34 Membuang limbah di wastafel	38
Gambar 3.35 Mencampur Limbah Sembarangan.....	38
Gambar 3.36 Menggunakan Bahan secara Berlebihan	38
Gambar 3.37 Tidak Memilah Limbah.....	38



Gambar 3.38 Tidak Memakai APD Lengkap.....	39
Gambar 3.39 Iritasi Akibat Bahan Kimia.....	39
Gambar 4.1 pH Tanah dan Air Rendah.....	40
Gambar 4.2 Karat pada Wastafel.....	40
Gambar 4.3 Dampak CuSO_4 bagi Mikroorganisme.....	41
Gambar 4.4 Interaksi CuSO_4 dengan Fe (Besi).....	41
Gambar 4.5 Eutrofikasi.....	43
Gambar 4.6 Ilustrasi Ikan Mati Akibat Asam.....	43
Gambar 4.7 Warna Coklat Iodit Berpotensi Meninggalkan Noda.....	45
Gambar 4.8 Efek Peningkatan Kadar Garam.....	45
Gambar 4.9 Dampak Gas SO_2	47
Gambar 4.10 Tingkat Salinitas.....	48

BAB I PENDAHULUAN

Sebelum mulai lebih lanjut pernahkah kalian berpikir ke mana sisa bahan maupun limbah yang kita hasilkan saat praktikum kimia? Pernahkah kalian berpikir bagaimana dampak limbah yang kita hasilkan terhadap lingkungan? Nyatanya kita jarang memikirkan dampak jangka panjang dari bahan dan limbah hasil praktikum jika tidak ditangani dengan baik.

Laboratorium bukan hanya sebagai tempat melaksanakan praktikum akan tetapi sebagai tempat kita dalam membentuk perilaku dan karakter. Menjadi praktikan (pelaku praktikum) yang peduli menjadi salah satu perilaku yang diperlukan. Peduli bahwa air limbah tidak mencemari saluran air, peduli bahwa sampah kimia harus ditangani dengan cara khusus dan benar, dan peduli bahwa keselamatan diri dan lingkungan merupakan tanggung jawab kita bersama. Apabila seluruh orang melakukan kegiatan kepedulian lingkungan khususnya di laboratorium maka kita dapat meminimalisir dampak negatifnya terhadap lingkungan. Marilah mulai menjaga lingkungan dari diri sendiri, karena peduli bukan hanya tahu, tetapi juga mampu bertindak yang benar. *Nah*, maka dari itu buku ini hadir mengedukasi kalian untuk mendapatkan informasi lebih lengkap agar praktikum kalian lakukan lebih aman bagi lingkungan.

1.1 Pengertian, Tujuan, dan Manfaat Edukasi Lingkungan

Adapun pengertian, tujuan dan manfaat dari edukasi lingkungan sebagai berikut.

1. Pengertian Edukasi Lingkungan

Edukasi Lingkungan atau pendidikan lingkungan merupakan upaya untuk memberikan pengetahuan dan kesadaran kepada masyarakat tentang pentingnya menjaga dan melestarikan lingkungan. Selain itu, edukasi lingkungan juga diartikan sebagai suatu studi yang sistematis mengenai lingkungan hidup dan kedudukan manusia di dalamnya.

2. Tujuan

Adapun tujuan dilakukannya edukasi lingkungan sebagai berikut.

- 1) Menciptakan generasi muda yang memiliki pengertian, kesadaran, sikap dan perilaku tanggung jawab terhadap alam sekitarnya.
- 2) Terciptanya pembangunan berkelanjutan tanpa harus merusak alam dan lingkungan sekitarnya.
- 3) Menumbuhkan kesadaran masyarakat akan pentingnya pelestarian lingkungan.

3. Manfaat

Adapun manfaat dari edukasi lingkungan sebagai berikut.

- 1) Meningkatkan pemahaman peserta didik mengenai lingkungan hidup serta berbagai komponen di dalamnya yang saling berinteraksi dan memiliki keterkaitan satu sama lain.
- 2) Menanamkan pemahaman kepada peserta didik tentang pentingnya menjaga dan melestarikan lingkungan.

- 
- 3) Memberikan ilustrasi nyata mengenai berbagai dampak yang muncul akibat kerusakan lingkungan yang kerap disebabkan oleh manusia serta kaitannya dengan berbagai peristiwa yang berdampak pada kehidupan manusia.
 - 4) Mendorong peserta didik agar lebih bertanggung jawab atas setiap tindakannya dalam menjaga kelestarian lingkungan di sekitarnya

1.2 Prinsip Kimia Hijau dan Pembangunan Berkelanjutan

Kimia hijau merupakan prinsip yang bertujuan untuk menciptakan proses dan produk kimia yang lebih ramah lingkungan. Kimia Hijau atau *Green Chemistry* memiliki prinsip-prinsip seperti mengurangi penggunaan bahan berbahaya, meminimalkan limbah, dan memaksimalkan efisiensi energi. Prinsip ini memiliki peran penting dalam kegiatan laboratorium kimia sebagai langkah awal pencegahan kerusakan lingkungan. Adapun prinsip-prinsip Kimia Hijau sebagai berikut.

1. Mencegah limbah

Prinsip pencegahan limbah berfokus pada pencegahan terbentuknya limbah daripada menangani limbah yang telah dihasilkan. Pencegahan terbentuknya limbah dapat dilakukan dengan mengurangi kuantitas dan konsentrasi dari bahan yang digunakan sehingga lebih aman bagi lingkungan dan hemat biaya.

2. Memaksimalkan nilai ekonomi suatu atom

Prinsip ini berfokus pada penggunaan bahan baku yang maksimal dalam reaksi kimia sehingga produk akhir memiliki atom yang berjumlah sama dengan reaktan.

3. Sintesis kimia yang kurang berbahaya

Penggunaan bahan kimia alternatif seperti bahan alami dan menggunakan bahan kimia yang kurang berbahaya bertujuan untuk menghasilkan reaksi yang ramah lingkungan dan efisien.

4. Merancang bahan kimia yang lebih aman

Prinsip ini berfokus pada desain reaksi kimia yang menghasilkan produk dengan nilai toksisitas seminimal mungkin dengan tetap mempertahankan fungsinya.

5. Menggunakan pelarut yang lebih aman

Pelarut yang digunakan dalam reaksi kimia berfungsi sebagai bahan tambahan yang sedapat mungkin harus dihindari atau mengganti dengan pelarut yang lebih aman seperti aseton dan gliserol.

6. Merancang untuk efisiensi energi

Kebutuhan energi dalam proses kimia dapat menimbulkan dampak dari biaya ekonomi hingga potensi kerusakan lingkungan.

7. Menggunakan bahan baku terbarukan

Menggunakan bahan baku dan bahan bakar terbarukan merupakan solusi dalam menangani ketergantungan bahan bakar fosil khususnya di laboratorium.

8. Mengurangi senyawa turunan kimia

Pengurangan senyawa turunan kimia dimaksudkan karena senyawa turunan membutuhkan reagen tambahan dalam reaksinya dan menimbulkan lebih banyak limbah.

9. Menggunakan reagen katalis

Penggunaan reagen katalis dapat mempercepat reaksi dan lebih baik daripada reagen stoikiometri karena memberikan dampak pada jumlah limbah yang terbentuk.

10. Desain untuk degradasi

Prinsip ini berkaitan dengan merancang produk sehingga produk dapat terurai menjadi produk terdegradasi aman serta tidak bertahan lama di lingkungan.

11. Analisis *real-time* untuk pencegahan polusi

Prinsip ini berfokus pada pencegahan pencemaran dengan analisis secara waktu nyata dalam sebuah proses kimia.

12. Bahan kimia yang bersifat lebih aman untuk mencegah kecelakaan

Pencegahan potensi kecelakaan dalam proses kimia dapat dikurangi dengan menggunakan bahan-bahan yang tidak menimbulkan bahaya dari tumpahan, ledakan dan kebakaran.

Dalam konteks pembangunan berkelanjutan, kimia hijau memberikan kontribusi besar dengan menawarkan solusi terhadap tantangan lingkungan global, seperti pencemaran, eksploitasi sumber daya alam, dan perubahan iklim. Pendekatan ini sejalan dengan tujuan pembangunan berkelanjutan (*Sustainable Development Goals/SDGs*), terutama yang berkaitan dengan konsumsi dan produksi yang bertanggung jawab, aksi terhadap perubahan iklim, serta pelestarian ekosistem darat dan laut.

Ayo tanamkan sikap peduli lingkungan!

Nah setelah membaca aspek-aspek *green chemistry* apa yang terlintas dibenak kalian, kira-kira apa yang dapat kalian mulai lakukan sebagai siswa?

1. Sadarilah pentingnya lingkungan.
2. Cegah kerusakan lingkungan di sekitar lingkungan mu.
3. Biasakan perilaku ramah lingkungan.
4. Ikut dalam aksi peduli lingkungan.
5. Ajak orang lain untuk ikut peduli lingkungan.

Dalam kegiatan praktikum tentu proses kimia yang terjadi disertai perubahannya menjadi kegiatan paling menarik. Akan tetapi kalian jangan sampai lupa bahwa selain melakukan praktikum, kalian juga harus tetap peduli terhadap apa yang kalian lakukan. Pencegahan limbah yang dihasilkan adalah hal yang paling mungkin kalian lakukan, kalian bisa meminimalisir penggunaan bahan dan menangani limbah dengan baik. Silahkan baca buku ini agar kalian lebih sadar dan memahami mengapa kita perlu menanamkan perilaku peduli lingkungan di laboratorium 😊.

1.3 Lambang, Bahaya, Penanganan dan Contoh Bahan Kimia Berbahaya

Sebelum melaksanakan praktikum adik-adik harus memahami bahaya bahan kimia, cara penanganan serta contoh bahan kimia untuk meminimalisir kesalahan penanganan bahan kimia yang digunakan. Jika penanganannya tepat, maka bahan maupun limbah yang dihasilkan tidak akan menimbulkan bahaya dan kerusakan lingkungan. Berikut merupakan edukasi secara umum sifat-sifat bahan kimia secara umum.

1. Beracun (*Toxic*)



Penanganan dan Penyimpanan:

- Pencampuran, pengadukan, pemanasan, dan pemindahan dilakukan pada lemari asam.
- Ruang kerja memiliki sirkulasi dan ventilasi udara yang baik.
- Jauh dari sumber panas.
- Terpisah dari bahan kimia yang bersifat reaktif.

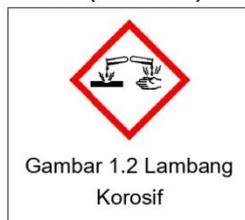
Bahaya:

Bahaya terhadap kesehatan manusia atau menyebabkan kematian apabila terserap ke dalam tubuh karena tertelan, lewat pernafasan atau kontak lewat kulit

Contoh:

Arsenik, Sianida, raksa, timbal, metanol, fenol

2. Korosif (*Corrosive*)



Penanganan dan Penyimpanan:

- Pencampuran, pengadukan, pemanasan dan pemindahan dilakukan pada lemari asam.
- Ruang kerja memiliki sirkulasi dan ventilasi udara yang baik.
- Wadah tertutup dan berlabel
- Terpisah dari zat beracun dan logam.

Bahaya:

Bahan kimia yang dapat menyebabkan kerusakan pada material lain, termasuk logam, kulit, dan jaringan biologis, melalui proses korosi atau pengikisan.

Contoh:

Kelompok asam dan basa : Asam sulfat, asam klorida, asam nitrat, amonia, bromin, natrium hidroksida.

3. Mudah Terbakar
(*Flammable*)



Penanganan dan Penyimpanan:

- Ruangan berventilasi.
- Jauhkan dari sumber panas/api.
- Tersedia alat pemadam kebakaran.

Bahaya:

Bahan kimia yang dapat terbakar dengan mudah ketika terkena api, panas, atau sumber penyalanya lainnya.

Contoh:

Metana, benzena, metanol, etanol, propana, butana, aseton, kloroform.

4. Mudah Meledak
(*Explosive*)



Penanganan dan Penyimpanan:

- Hindarkan dari benturan dan gesekan kuat.
- Hindarkan pengadukan yang menimbulkan panas.
- Ruangan dingin dan berventilasi.
- Jauh dari sumber panas/api.

Bahaya:

Bahan kimia yang dapat mengalami reaksi kimia yang sangat cepat dan menghasilkan gas dan/atau panas dalam jumlah besar, sehingga dapat menyebabkan ledakan.

Contoh:

Hidrogen, etilen, amonium nitrat, aseton, peroksida.

5. Oksidator (*Oxidation*)



Penanganan dan Penyimpanan:

- Ruangan dingin dan berventilasi
- Jauhkan dari sumber api/panas
- Jauhkan dari bahan reduktor dan mudah terbakar.



Bahaya:

Oksidator bersifat sangat reaktif, terutama ketika berinteraksi dengan bahan bakar atau zat yang mudah terbakar.

Contoh:

Oksigen, klorin, kalium, permanganat, peroksida, nitrat.

6. Karsinogenik



Penanganan dan Penyimpanan:

- a. Disimpan di tempat berventilasi
- b. Jauhkan dari panas/api
- c. Hindari kontak langsung khususnya dikonsumsi.

Bahaya:

Menyebabkan kanker pada manusia atau hewan. Paparan bahan karsinogenik dapat terjadi melalui berbagai cara, termasuk inhalasi, kontak kulit, atau konsumsi.

Contoh:

Benzena, formaldehida, timbal, arsenik, nikel.

7. Berbahaya untuk Lingkungan (*Dangerous for Environment*)



Penanganan dan Penyimpanan:

- a. Disimpan di ruangan berventilasi
- b. Perlu pengolahan lebih lanjut sebelum dibuang ke lingkungan.

Bahaya:

Menyebabkan kerusakan atau pencemaran pada ekosistem, baik secara langsung maupun tidak langsung. Paparan bahan kimia ini dapat merusak tanah, air, udara, dan organisme hidup, serta mengganggu keseimbangan ekosistem

Contoh:

Pestisida, merkuri, timbal, nitrat, fosfat, karbon dioksida, metana.

8. **Menyebabkan iritasi**
(*Irritant*)



Penanganan dan Penyimpanan:

- Disimpan di tempat berventilasi
- Jauhkan dari panas/api
- Hindari kontak langsung

Bahaya:

Menyebabkan reaksi peradangan pada kulit, mata, saluran pernapasan, atau jaringan tubuh lainnya setelah kontak atau paparan.

Contoh:

Asam sulfat, amonia, klorin, asam klorida.

9. **Berbahaya** (*harmful*)



Penanganan dan Penyimpanan:

- Disimpan di ruangan dingin
- Jauh dari sumber panas

Bahaya:

Bahan kimia meliputi padat, cair, maupun gas yang bila terjadi kontak atau melalui inhalasi dapat menyebabkan bahaya terhadap kesehatan sampai pada tingkat tertentu.

Contoh:

Hidrogen peroksida

10. **Gas dibawah tekanan**



Penanganan dan Penyimpanan:

- Disimpan dalam keadaan tegak/berdiri dan terikat
- Ruangan dingin dan tidak terkena sinar matahari langsung
- Jauh dari api dan panas
- Jauh dari bahan korosif

Bahaya:

Bahan yang tidak berada dalam kondisi gas biasa yang berada pada tekanan atmosfer, namun dalam wadah tertutup menciptakan tekanan tinggi.

Contoh:

Gas Hidrogen, Gas Oksigen, Gas Amoniak

1.4 Edukasi Alat-alat Praktikum Kimia

Selain bahan kimia, peralatan yang digunakan di laboratorium juga dapat berpotensi dalam meningkatkan risiko kecelakaan kerja jika tidak ditangani dengan baik. Maka dari itu sebelum melakukan praktikum kalian harus mengetahui dan mengenal alat-alat yang umum digunakan serta mengetahui risikonya. Adapun alat-alat praktikum yang umum digunakan pada praktikum kimia SMA sebagai berikut.

Tabel 1.1 Fungsi dan Risiko Bahaya Alat-alat Praktikum Kimia

No	Nama Alat	Fungsi	Risiko Bahaya
1.	Pipet Tetes  Gambar 1.11 Pipet Tetes	Mengambil dan memindahkan cairan dalam jumlah sedikit secara tetes demi tetes.	Pecah jika terjatuh, dapat menyebabkan luka jika terkena pecahan kaca. Pencegahan: Letakkan dalam gelas/keranjang dan hindari meletakkan di pinggir meja.
2.	Pipet Volum  Gambar 1.12 Pipet Volum	Mengukur dan memindahkan volume cairan yang sudah ditentukan dengan akurat.	Pecah jika terjatuh, dapat menyebabkan kesalahan pengukuran jika tidak digunakan dengan benar. Pencegahan: Letakkan dalam keranjang dengan posisi menyamping, hati-hati dengan ujung yang mudah patah.
3.	Erlenmeyer  Gambar 1.13 Labu Erlenmeyer	Menampung larutan, memanaskan larutan, dan melakukan titrasi.	Pecah jika terkena perubahan suhu yang drastis atau benturan, dapat menyebabkan luka bakar jika berisi larutan panas dan jatuh menggelinging. Pencegahan:

No	Nama Alat	Fungsi	Risiko Bahaya
			Simpan dalam posisi berdiri, gunakan penangas.
4.	Batang Pengaduk  Gambar 1.14 Batang Pengaduk	Mengaduk larutan, membantu memindahkan cairan, dan membantu proses dekantasi.	Dapat pecah jika terkena benturan keras. Pencegahan: Hindari jatuh dari tempat yang cukup tinggi, simpan pada keranjang.
5.	Spatula  Gambar 1.15 Spatula	Mengambil zat padat dalam jumlah sedikit	Ujung spatula yang tajam dapat melukai jika tidak hati-hati. Pencegahan: Hati-hati dalam mengarahkan ujung spatula.
6.	Kaca Arloji  Gambar 1.16 Kaca Arloji	Menimbang zat padat, menguapkan larutan, dan menutup wadah	Mudah pecah jika terjatuh. Pencegahan: Simpan dalam keranjang, permukaan yang halus dan tipis menyebabkan alat mudah jatuh.
7.	Corong  Gambar 1.17 Corong	Memindahkan cairan dari satu wadah ke wadah lain, menyaring campuran	Pecah jika terjatuh Pencegahan: Simpan dalam keranjang dalam posisi terbalik, hati-hati dengan ujung runcing corong.
8.	Gelas Kimia	Menampung larutan, memanaskan larutan, dan mencampur larutan	Pecah jika terkena perubahan suhu yang drastis atau benturan, dapat menyebabkan luka bakar jika berisi larutan panas.

No	Nama Alat	Fungsi	Risiko Bahaya
	 Gambar 1.18 Gelas Kimia		Pencegahan: Gunakan suhu yang sesuai.
9.	Magnetic Stirrer  Gambar 1.19 Magnetic Stirrer	Mengaduk larutan secara otomatis menggunakan magnet.	Panas jika digunakan dalam waktu lama, dapat menyebabkan luka bakar jika disentuh. Pencegahan: Dinginkan dan ambil dengan penjepit kayu/penjepit.
10.	Gelas ukur  Gambar 1.20 Gelas Ukur	Mengukur volume cairan secara tidak terlalu akurat	Pecah jika terjatuh, dapat menyebabkan kesalahan pengukuran jika tidak digunakan dengan benar. Pencegahan: Letakkan dalam posisi berdiri.
11.	Labu Ukur  Gambar 1.21 Labu Ukur	Membuat larutan dengan volume tertentu secara akurat.	Pecah jika terjatuh, dapat menyebabkan kesalahan pengukuran jika tidak digunakan dengan benar. Pencegahan: Letakkan dalam posisi berdiri, hindari meletakkan di atas meja dalam posisi <i>landscape</i> . Pegang dengan kedua tangan.
12.	Karet Penghisap	Menghisap cairan ke dalam pipet.	Mudah meleleh dan rentan pada larutan asam maupun basa pekat dan B3.

No	Nama Alat	Fungsi	Risiko Bahaya
	 <p>Gambar 1.22 Karet Penghisap</p>		<p>Pencegahan: Hati-hati dalam mengambil cairan dengan karet penghisap, jangan biarkan larutan yang di pipet mengenai bagian karet.</p>
13.	<p>Tabung Reaksi</p>  <p>Gambar 1.23 Tabung Reaksi</p>	Melakukan reaksi kimia dalam skala kecil.	<p>Pecah jika dipanaskan secara tiba-tiba atau terkena perubahan suhu yang drastis.</p> <p>Pencegahan: Letakkan pada rak tabung reaksi.</p>
14.	<p>Rak Tabung reaksi</p>  <p>Gambar 1.24 Rak Tabung Reaksi</p>	Tempat meletakkan tabung reaksi.	Tidak berbahaya
15.	<p>Neraca Analitik</p>  <p>Gambar 1.25 Neraca Analitik</p>	Mengukur massa zat dengan tingkat ketelitian yang tinggi.	<p>Mudah rusak jika terkena guncangan atau zat kimia yang korosif.</p> <p>Pencegahan: Hindari tumpahan bahan pada alat, lakukan penimbangan dengan hati-hati.</p>
16.	Bunsen	Menghasilkan nyala api untuk pemanasan	Dapat menyebabkan kebakaran jika tidak digunakan dengan hati-hati, dapat

No	Nama Alat	Fungsi	Risiko Bahaya
	 Gambar 1.26 Bunsen		menyebabkan luka bakar jika terkena nyala api. Pencegahan: Jauhkan bahan kimia mudah terbakar, hati-hati saat bekerja agar alat tidak jatuh dan memicu kebakaran.
17.	 Gambar 1.27 Lemari Asam	Menarik gas-gas berbahaya dan uap asam.	Tergores tutup kaca lemari asam Pencegahan: Angkat bagian kaca dengan hati-hati dan mereaksikan bahan kimia dalam lemari asam.
18.	 Gambar 1.28 Buret	Menambahkan titran secara perlahan dan terukur pada saat titrasi.	Pecah jika terjatuh, bagian keran patah dan dapat menyebabkan kesalahan pengukuran jika tidak digunakan dengan benar. Pencegahan: Hati-hati dalam memutar keran buret, simpan dalam keranjang dalam posisi <i>landscape</i> .
19.	 Gambar 1.29 Statif dan Klem	Menjepit alat gelas selama percobaan	Menjatuhkan alat yang mudah pecah jika tidak dipasang dengan erat. Pencegahan: Putar baut pada setiap sambungan dengan erat dan pastikan tidak miring.
20.	Kalorimeter	Mengukur kalor reaksi	Mudah rusak dan kebocoran kalor dari dinding kalorimeter.

No	Nama Alat	Fungsi	Risiko Bahaya
	 Gambar 1.30 Kalorimeter		Pencegahan: Hati-hati dalam pengadukan, aduk dengan konsisten dan tidak terlalu kuat yang berlebihan.
21.	Termometer  Gambar 1.31 Termometer	Mengukur suhu sampel	Mudah pecah Pencegahan: Simpan dalam kerancang atau wadah khusus termometer dan hindari benturan dengan alat lain.

1.5 Alat Perlindungan Diri Praktikum Kimia SMA

Alat-alat perlindungan diri penting untuk digunakan selama praktikum kimia dilaksanakan.

1. Jas Laboratorium



Gambar 1.32 Jas Laboratorium

Keterangan:

Jas laboratorium merupakan alat perlindungan diri yang melindungi tubuh dan pakaian dari bahan-bahan kimia berbahaya yang ada di laboratorium

2. Kacamata keselamatan



Gambar 1.33 Kacamata Keselamatan

Keterangan:

Kaca mata keselamatan atau *safety glasses* merupakan APD yang berfungsi untuk melindungi mata dari berbagai risiko saat bekerja di laboratorium seperti benturan, debu, dan zat kimia.

3. Sepatu



Gambar 1.34 Sepatu

Keterangan:

Sepatu dengan desain menutupi seluruh permukaan kaki merupakan sepatu yang harus digunakan saat di laboratorium. Sepatu dengan desain terbuka seperti *flatshoes* ataupun sandal jepit dilarang untuk digunakan di laboratorium karena berisiko meningkatkan potensi kecelakaan kerja.

4. Pelindung Muka



Gambar 1.35 Pelindung Muka

Keterangan:

Pelindung muka merupakan salah satu alat pelindung diri (APD) yang penting digunakan di laboratorium. Alat ini berfungsi untuk melindungi wajah dan mata dari bahaya seperti cipratan bahan kimia, partikel udara, dan percikan benda panas.

5. Masker atau Respirator



Gambar 1.36 Respirator

Keterangan:

Masker berfungsi sebagai alat pelindung diri (APD) untuk melindungi orang-orang yang bekerja di laboratorium dari bahaya pernafasan, khususnya untuk mencegah masuknya partikel, debu, serpihan, dan gas kimia ke saluran pernafasan



Gambar 1.37 Masker

6. Sarung Tangan



Gambar 1.38 Sarung Tangan

Keterangan:

Sarung tangan laboratorium merupakan salah satu alat pelindung diri (APD) yang wajib dikenakan saat bekerja di laboratorium. Sarung tangan di laboratorium berfungsi untuk melindungi tangan dari bahan kimia, infeksi, dan kontaminasi.

BAB II EDUKASI TOPIK PRAKTIKUM KIMIA

2.1 Praktikum Ciri-ciri Reaksi Kimia

Praktikum materi reaksi kimia merupakan jenis praktikum yang digunakan untuk mengetahui ciri-ciri reaksi kimia. Secara teoritis reaksi kimia memiliki ciri-ciri sebagai berikut.

- Menimbulkan perubahan warna
- Membentuk endapan
- Menimbulkan perubahan suhu
- Menimbulkan gas

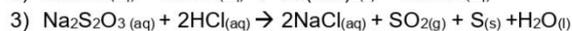
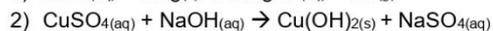
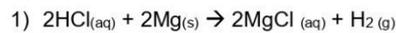


Gambar 2.1 Praktikum Reaksi Kimia

1. Bahan dan Limbah Praktikum Ciri-ciri Reaksi Kimia

Adapun bahan dan limbah dari praktikum reaksi kimia sebagai berikut.

- Bahan-bahan
Adapun bahan-bahan yang digunakan yaitu NaOH, HCl, CuSO₄, Na₂S₂O₃, dan Pita Mg.
- Limbah
Berdasarkan penuntun praktikum maka reaksi kimia yang terjadi antara bahan-bahan kimia tersebut menghasilkan limbah yang terdiri dari sisa bahan dan hasil reaksi.



Berdasarkan hal tersebut maka limbah hasil reaksi mengandung senyawa MgCl, H₂, Cu(OH)₂ dan NaSO₄, NaCl, gas SO₂, dan endapan sulfur.

2. Kaitan dalam Kehidupan Sehari-hari

Praktikum ciri-ciri reaksi kimia salah satunya menghasilkan gas SO₂. Dalam kehidupan sehari-hari, gas SO₂ dapat dihasilkan dari letusan gunung merapi dan asap pabrik. Jika kalian terpapar gas SO₂ maka efeknya akan sama seperti kalian

terkena gas di letusan gunung merapi, jadi kalian harus berhati-hati dalam melakukan praktikum ini.



Gambar 2.2 Iritasi Mata

Gas ini dalam kegiatan praktikum dapat menyebabkan iritasi pada mata, tangan, hingga pernapasan jika tidak menggunakan Alat Perlindungan Diri (APD).



Gambar 2.3 Penyumbatan Wastafel

Penanganan limbah padat (Sulfur, $\text{Cu}(\text{OH})_2$) yang tidak tepat, seperti membuang langsung pada wastafel menyebabkan sumbatan pada saluran air. Dalam kehidupan sehari-hari juga perlu dihindari membuang limbah padat pada saluran air karena dapat menyebabkan penyumbatan.

2.2 Praktikum Hukum Dasar Kimia

Hukum dasar kimia adalah prinsip-prinsip fundamental yang berlaku dalam reaksi kimia. Hukum-hukum ini menjadi landasan dalam memahami reaksi kimia, perbandingan massa zat, hubungan antara massa dan komposisi unsur-unsur dalam senyawa. Hukum-hukum yang berlaku pada suatu reaksi kimia sebagai berikut.

- Hukum Kekekalan Massa (Hukum *Lavoisier*)
- Hukum Perbandingan Tetap (Hukum *Proust*)
- Hukum Perbandingan Berganda (Hukum *Dalton*)

1. Bahan dan Limbah Praktikum Hukum Dasar Kimia

Adapun bahan dan limbah dari praktikum hukum dasar kimia sebagai berikut.

- Bahan-bahan
Adapun bahan-bahan kimia yang digunakan yaitu HCl, Padatan CaCO_3 , dan pita Mg.
- Limbah
Berdasarkan penuntun praktikum maka reaksi kimia yang terjadi antara bahan-bahan kimia tersebut menghasilkan limbah yang terdiri dari sisa bahan dan hasil reaksi.
 - $2\text{HCl}_{(\text{aq})} + \text{CaCO}_{3(\text{s})} \rightarrow \text{CaCl}_{2(\text{aq})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{l})} + \text{CO}_{2(\text{g})}$
 - $2\text{Mg}_{(\text{s})} + \text{O}_{2(\text{g})} \rightarrow 2\text{MgO}_{(\text{s})}$Berdasarkan hal tersebut maka limbah hasil reaksi mengandung senyawa CaCl_2 , gas CO_2 , dan MgO.

2. Kaitan dalam Kehidupan Sehari-hari

Praktikum hukum dasar kimia menghasilkan gas CO_2 yang juga selalu dihasilkan pada hasil pembakaran bahan bakar kendaraan bermotor.



Gambar 2.4 Ilustrasi Sesak Napas

Gas CO_2 yang dihasilkan menyebabkan keracunan dan sesak jika dihirup dalam jumlah besar. Informasi lebih lanjut dapat diakses pada *barcode* berikut.



SCAN ME

Selain itu, penggunaan bahan bakar bunsen memiliki risiko dalam menyebabkan kecelakaan kerja.



Gambar 2.5 Kebakaran dalam Laboratorium

Pembakaran menggunakan bunsen berisiko menyebabkan kebakaran, sehingga sedapat mungkin jauhkan bahan kimia yang bersifat mudah terbakar dari alat. Dalam kehidupan sehari-hari, pembakar harus di jauhkan dari bahan-bahan yang mudah terbakar.

2.3 Praktikum Laju Reaksi

Laju reaksi didefinisikan sebagai perubahan konsentrasi pereaksi (reaktan) atau konsentrasi hasil reaksi (produk) tiap satuan waktu. Adapun faktor-faktor laju reaksi dibagi menjadi beberapa faktor berikut:

- Konsentrasi pereaksi
- Suhu
- Luas permukaan
- Katalis



Gambar 2.6 Praktikum Laju Reaksi

1. Bahan dan Limbah Praktikum Laju Reaksi

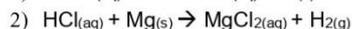
Adapun bahan dan limbah dari praktikum laju reaksi sebagai berikut.

a. Bahan-bahan

Adapun bahan-bahan kimia yang digunakan yaitu HCl, Na₂S₂O₃, dan Pita Mg.

b. Limbah

Berdasarkan penuntun praktikum maka reaksi kimia yang terjadi antara bahan-bahan kimia tersebut menghasilkan limbah yang terdiri dari sisa bahan dan hasil reaksi.



Berdasarkan hal tersebut maka limbah hasil reaksi mengandung senyawa berupa S, NaCl, SO₂, MgCl₂, H₂.

2. Kaitan dalam Kehidupan Sehari-hari

Limbah kimia berupa senyawa garam yang tidak ditangani dengan tepat dan dibuang ke lingkungan tanpa pengolahan dapat menyebabkan pencemaran lingkungan. Dalam pertanian, pupuk merupakan bahan yang banyak mengandung garam. Penggunaan pupuk berlebih akan meningkatkan salinitas tanah. Tingkat salinitas ini mempengaruhi tinggi tanaman, jumlah daun, volume akar, panjang akar, bobot akar, jumlah daun, dan hasil panen.



Gambar 2.7 Pengaruh Tanaman terhadap Salinitas

2.4 Praktikum Kesetimbangan Kimia

Kesetimbangan kimia adalah kondisi saat laju reaksi maju (reaksi pembentukan produk) sama dengan laju reaksi balik (reaksi pembentukan reaktan). Faktor-faktor yang mempengaruhi kesetimbangan sebagai berikut.

- Konsentrasi
- Suhu
- Tekanan
- Volume

1. Bahan dan Limbah Praktikum Kesetimbangan Kimia

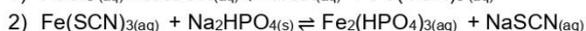
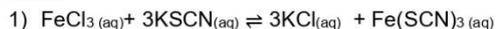
Adapun bahan dan limbah dari praktikum kesetimbangan kimia sebagai berikut.

a. Bahan-bahan

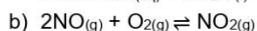
Adapun bahan-bahan kimia yang digunakan yaitu FeCl_3 , KSCN , Kristal Na_2HPO_4 , $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, H_2SO_4 , FeSO_4 , NaNO_2

b. Limbah

Berdasarkan penuntun praktikum maka reaksi kimia yang terjadi antara bahan-bahan kimia tersebut menghasilkan limbah yang terdiri dari sisa bahan dan hasil reaksi.



3) Pengaruh tekanan



Berdasarkan hal tersebut maka limbah hasil reaksi mengandung senyawa KCl , $\text{Fe}(\text{SCN})_3$, $\text{Fe}_2(\text{HPO}_4)_3$, NaSCN , NO , $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$, NaHSO_4 , NO_2 , dan CuSO_4 .

2. Kaitan dalam Kehidupan Sehari-hari

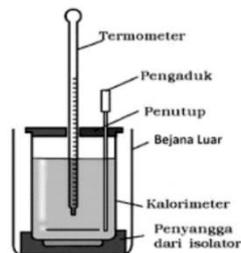
Penggunaan bahan H_2SO_4 memiliki risiko yang besar dalam mencemari lingkungan jika tidak dikelola dengan baik. Salah satu kasus pencemaran H_2SO_4 adalah pencemaran sungai Cikaso. Senyawa ini memiliki sifat asam sehingga menyebabkan beberapa makhluk hidup di sungai tersebut mati.



Gambar 2.8 Pencemaran H_2SO_4 di Sungai Cikaso

2.5 Praktikum Kalorimeter

Kalorimeter bekerja berdasarkan prinsip asas Black. Asas Black menyatakan bahwa kalor yang dilepas oleh suatu benda sama dengan kalor yang diterima oleh benda lain. Dalam kalorimeter, kalor yang dilepaskan atau diserap oleh suatu sistem akan menyebabkan perubahan suhu pada kalorimeter dan isinya. Dengan mengukur perubahan suhu ini, kita dapat menghitung jumlah kalor yang terlibat.



Gambar 2.9 Kalorimeter Biasa

1. Bahan dan Limbah Praktikum Kalorimeter

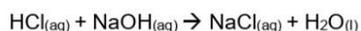
Adapun bahan dan limbah dari praktikum kalorimeter sebagai berikut.

a. Bahan-bahan

Adapun bahan-bahan kimia yang digunakan yaitu HCl dan NaOH

b. Limbah

Berdasarkan penuntun praktikum maka reaksi kimia yang terjadi antara bahan-bahan kimia tersebut menghasilkan limbah yang terdiri dari sisa bahan dan hasil reaksi.



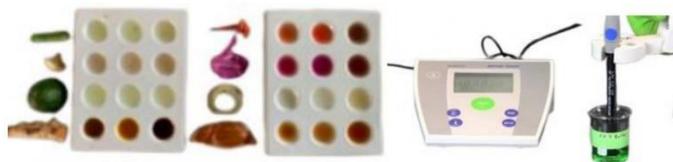
Berdasarkan reaksi tersebut maka limbah hasil reaksi mengandung senyawa NaCl

2. Kaitan dalam Kehidupan Sehari-hari

Pembuangan bahan kimia berupa HCl dan NaOH yang tidak tepat dapat menyebabkan kerusakan pH tanah maupun air. Hal tersebut dikarenakan senyawa HCl dan NaOH memiliki sifat asam dan basa. Dalam kehidupan sehari-hari, hujan asam menyebabkan pH tanah menjadi rendah dan dapat menyebabkan kerusakan struktur tanah hingga mempengaruhi pertumbuhan tanaman.

2.6 Praktikum Asam Basa

Praktikum asam basa berfungsi untuk menentukan dan menggolongkan senyawa asam dan basa. Asam adalah senyawa kimia yang memiliki pH kurang dari 7 dan dapat melepaskan ion hidrogen (H^+) dalam larutan. Sedangkan basa adalah senyawa kimia yang memiliki pH diatas 7 dan ketika dilarutkan dalam air akan menghasilkan ion hidroksida (OH^-). Tingkat bahaya suatu asam dan basa sangat tergantung pada konsentrasinya dan jenisnya



Gambar 2.10 Praktikum penentuan asam basa

1. Bahan dan Limbah Praktikum Asam Basa

Adapun bahan dan limbah dari praktikum asam basa sebagai berikut.

a. Bahan-bahan

Adapun bahan-bahan kimia yang digunakan yaitu senyawa asam dan basa alami dan sintetis.

b. Limbah

Berdasarkan penuntun praktikum maka reaksi kimia yang terjadi antara bahan-bahan kimia tersebut menghasilkan limbah yang terdiri dari sisa bahan dan hasil reaksi. Berdasarkan reaksi pencampuran limbah maka dihasilkan limbah jenis baru berupa garam.

2. Kaitan dalam Kehidupan Sehari-hari

Senyawa asam dalam tubuh terdapat pada lambung yaitu senyawa asam klorida (HCl). Senyawa ini sama halnya dengan senyawa kimia yang kita temui dalam laboratorium. Dalam kuantitas berlebih asam lambung atau asam klorida ini akan naik ke kerongkongan dan menyebabkan rasa nyeri dan iritasi. Penyakit ini sering kita kenal sebagai penyakit GERD.

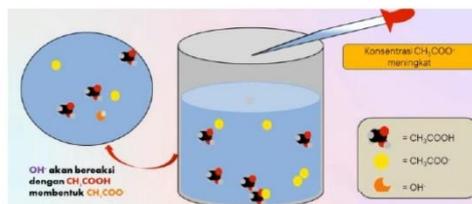


Gambar 2.11 Ilustrasi Penyakit GERD

2.7 Praktikum Larutan Penyangga

Larutan penyangga adalah jenis larutan khusus yang memiliki kemampuan unik untuk mempertahankan pH-nya relatif konstan meskipun ditambahkan sedikit asam atau basa. Secara umum, larutan penyangga terdiri dari dua komponen utama sebagai berikut.

- Asam lemah atau basa lemah: zat yang hanya terionisasi sebagian dalam air.
- Garam konjugat: zat yang terbentuk dari asam atau basa lemah yang bereaksi dengan basa atau asam kuat.



Gambar 2.12 Ilustrasi Larutan Penyangga

1. Bahan dan Limbah Praktikum Penyangga

Adapun bahan dan limbah dari praktikum larutan penyangga sebagai berikut.

a. Bahan-bahan

Adapun bahan-bahan kimia yang digunakan yaitu CH_3COOH , CH_3COONa , HCl , dan NaOH .

b. Limbah

Berdasarkan penuntun praktikum maka reaksi kimia yang terjadi antara bahan-bahan kimia tersebut menghasilkan limbah yang terdiri dari sisa bahan dan hasil reaksi.

Penyangga asam: $\text{CH}_3\text{COOH}_{(\text{aq})}$ dan $\text{CH}_3\text{COONa}_{(\text{aq})}$

1) Ditambahkan HCl (asam) \rightarrow menghasilkan limbah berupa asam asetat (CH_3COOH)

2) Ditambahkan NaOH (basa) \rightarrow menghasilkan limbah ion asetat (CH_3COO^-)

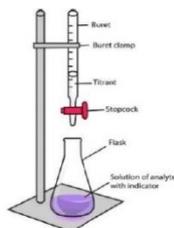
Berdasarkan reaksi tersebut maka limbah hasil reaksi mengandung senyawa dengan pH asam dan basa sesuai dengan jumlah asam dan basa yang ditambahkan.

2. Kaitan dalam Kehidupan Sehari-hari

Larutan penyangga selalu berada di sekitar kita, salah satunya adalah penyangga di dalam darah. Jenis penyangga tersebut berupa penyangga karbonat. Penyangga ini menjaga pH darah tetap stabil walau tubuh mengonsumsi makanan yang bersifat asam maupun basa. Ketika sistem penyangga dalam tubuh tidak berfungsi dengan baik, maka tubuh tidak akan dapat mempertahankan pH nya. Hal tersebut sama halnya dengan praktikum larutan penyangga ini, jika larutan penyangga yang digunakan tidak sesuai maka ketika ditambahkan asam maupun basa maka pH larutan akan berubah drastis.

2.8 Praktikum Titrasi Asam Basa

Titration asam-basa adalah suatu teknik analisis kuantitatif yang digunakan untuk menentukan konsentrasi suatu larutan asam atau basa dengan cara mereaksikan secara perlahan dengan larutan basa atau asam yang konsentrasinya telah diketahui. Titik akhir titrasi ditandai dengan perubahan warna indikator atau dengan menggunakan pH meter. Prinsip dasar titrasi adalah netralisasi, asam dan basa akan bereaksi membentuk garam dan air. Ketika jumlah mol asam sama dengan jumlah mol basa, maka larutan mencapai titik ekuivalen.



Gambar 2.13 Titrasi Asam Basa

1. Bahan dan Limbah Praktikum Titrasi Asam Basa

Adapun bahan dan limbah dari praktikum titrasi asam basa sebagai berikut.

a. Bahan-bahan

Adapun bahan-bahan kimia yang digunakan yaitu HCl, NaOH, CH₃COOH dan NH₄OH.

b. Limbah

Berdasarkan penuntun praktikum maka reaksi kimia yang terjadi antara bahan-bahan kimia tersebut menghasilkan limbah yang terdiri dari sisa bahan dan hasil reaksi.



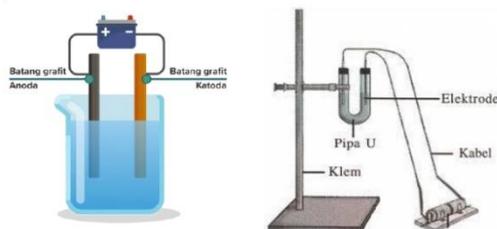
Berdasarkan reaksi tersebut maka limbah hasil reaksi mengandung senyawa NaCl, CH₃COONa, dan NH₄Cl.

2. Kaitan dalam Kehidupan Sehari-hari

Pada proses produksi produk kosmetik, metode titrasi alkalimetri digunakan untuk menganalisis kadar asam salisilat yang terkandung dalam produk krim anti jerawat. Selain itu, metode titrasi juga digunakan dalam menganalisis kadar vitamin C dalam sediaan krim pemutih.

2.9 Praktikum Sel Elektrolisis

Elektrolisis adalah proses penguraian suatu senyawa (elektrolit) menjadi unsur-unsurnya atau senyawa yang lebih sederhana dengan menggunakan arus listrik. Proses ini melibatkan perubahan energi listrik menjadi energi kimia. Dalam proses elektrolisis, arus listrik dialirkan melalui suatu larutan elektrolit atau lelehan garam. Ion-ion dalam larutan akan bergerak menuju elektroda yang bermuatan berlawanan. Kation (ion positif) akan tertarik ke katoda (elektroda negatif), sedangkan anion (ion negatif) akan tertarik ke anoda (elektroda positif).



Gambar 2.14 Sel Elektrolisis

1. Bahan dan Limbah Praktikum Sel Elektrolisis

Adapun bahan dan limbah dari praktikum sel elektrolisis sebagai berikut.

a. Bahan-bahan

Adapun bahan-bahan kimia yang digunakan yaitu CuSO₄, KI, dan Amilum.

b. Limbah

Berdasarkan penuntun praktikum maka reaksi kimia yang terjadi antara bahan-bahan kimia tersebut menghasilkan limbah yang terdiri dari sisa bahan dan hasil reaksi.

1) $\text{CuSO}_4(\text{aq}) \rightarrow$ (elektrolisis)

Anoda: Cu^{2+}

Katoda: $\text{Cu}_{(\text{s})}$

2) $\text{KI}(\text{aq}) \rightarrow$ (elektrolisis)

Anoda: $\text{I}_2 (\text{s})$

Katoda: $\text{H}_2(\text{g})$

3) $\text{CuSO}_4(\text{aq}) + \text{Amilum} \rightarrow$ tidak berubah warna

4) $\text{KI}(\text{aq}) + \text{Amilum} \rightarrow$ warna biru gelap (jika terbentuk I_2)

Berdasarkan reaksi tersebut maka limbah hasil reaksi mengandung endapan Cu, endapan Iodin, CuSO_4 dan KI yang bercampur dengan amilum.

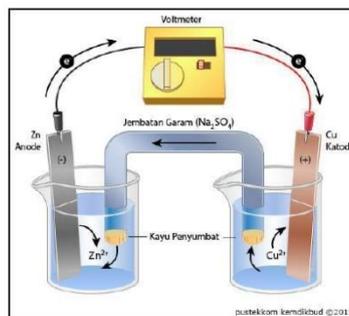
2. Kaitan dalam Kehidupan Sehari-hari

Reaksi elektrolisis dalam kehidupan sehari-hari salah satunya digunakan sebagai pelapisan logam untuk mencegah terjadinya korosi. Logam yang dilapisi berupa logam besi dengan pelapis yang lumrah digunakan berupa perak nitrat.

2.10 Praktikum Sel Volta

Sel volta atau sel galvani adalah perangkat elektrokimia yang mengubah energi kimia dari reaksi redoks spontan menjadi energi listrik. Prinsip kerja sel volta didasarkan pada perbedaan potensial listrik antara dua elektroda yang tercelup dalam larutan elektrolit. Adapun komponen Sel Volta sebagai berikut.

- Anoda : Elektroda tempat terjadinya oksidasi (pelepasan elektron).
- Katoda : Elektroda tempat terjadinya reduksi (penangkapan elektron).
- Elektrolit : Larutan yang mengandung ion-ion yang dapat menghantarkan arus listrik.
- Jembatan garam: Alat yang menghubungkan kedua larutan elektrolit, menjaga netralitas muatan, dan memungkinkan aliran ion.



Gambar 2.15 Sel Volta

1. Bahan dan Limbah Praktikum Sel Volta

Adapun bahan dan limbah dari praktikum reaksi kimia sebagai berikut.

a. Bahan-bahan

Adapun bahan-bahan kimia yang digunakan yaitu CuSO_4 , ZnSO_4 , dan MgSO_4 ,

b. Limbah

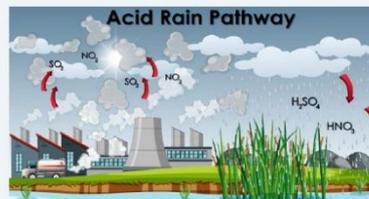
Berdasarkan penuntun praktikum maka reaksi kimia yang terjadi antara bahan-bahan kimia tersebut menghasilkan limbah yang terdiri dari sisa bahan dan hasil reaksi. Berdasarkan reaksi tersebut maka limbah hasil reaksi mengandung limbah yang terkontaminasi dan masih mengandung CuSO_4 , MgSO_4 dan ZnSO_4

2. Kaitan Kasus dengan Kehidupan Sehari-hari

Penggunaan prinsip sel volta dapat kita temui pada Akumulator atau Aki. Pada aki terjadi perubahan energi dari energi kimia menjadi energi listrik. Pada praktikum ini harus dilakukan secara hati-hati terutama limbah seperti CuSO_4 yang bersifat toksik sehingga dapat membunuh mikroorganisme.

Informasi Menarik :

Sama halnya dengan limbah lab, limbah kimia yang dihasilkan dari kegiatan sehari-hari hingga industri berdampak buruk bagi alam jika tidak dikelola dengan baik. Salah satu dampak yang paling dirasakan adalah terbentuknya hujan asam dari gas pembakaran berupa SO_2 dan NO_2 .



Gambar 2.16 Siklus Hujan Asam



Gambar 2.17 Pembuangan Limbah Sabun ke dalam Kloset

Selain itu, hal sepele yang sering dilakukan dan harus dihindari adalah membuang limbah detergen ke dalam kloset. Padahal hal ini karena kandungan kimia dan sifat basa dapat menyebabkan kerusakan bagian dalam dan membunuh mikroorganisme pengurai baik di dalam *septic tank*.

SCAN ME
FOR MORE INFORMATION



BAB III
INFORMASI BAHAN DAN LIMBAH PRAKTIKUM KIMIA

Praktikum kimia melibatkan bahan kimia dan limbah yang dapat memicu kecelakaan kerja. Oleh karena itu berikut merupakan edukasi terkait bahan dan limbah yang digunakan. Lambang dan penanganan bahan dan limbah sesuai sifat dapat dilihat pada hal 4.

3.1 Informasi Bahan Kimia yang Digunakan

Adapun informasi penting sesuai dengan *Material Safety Data Sheet* (MSDS) untuk bahan-bahan kimia yang digunakan dalam praktikum kimia SMA sebagai berikut.

Tabel 3.1 MSDS Bahan Kimia

Nama Bahan	Keterangan
<p style="text-align: center;">NaOH dan HCl</p> <div style="text-align: center;">  <p>Gambar 3.1 NaOH</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Gambar 3.2 HCl</p> </div>	<p>a. Sifat Korosif dan mengiritasi</p> <p>b. Bahaya pada tubuh</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Iritasi dan terbakar 2) Gangguan saluran pencernaan : mual, muntah, dan diare 3) Gangguan pernafasan: sesak dan batuk. 4) Kerusakan mata : terbakar dan kerusakan kornea.
<p style="text-align: center;">CuSO₄</p> <div style="text-align: center;">  <p>Gambar 3.3 CuSO₄</p> </div>	<p>a. Sifat Korosif, mengiritasi dan berbahaya bagi lingkungan</p> <p>b. Bahaya pada tubuh:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Iritasi mata dan kulit 2) Gangguan pencernaan
<p style="text-align: center;">Na₂S₂O₃</p> <div style="text-align: center;">  <p>Gambar 3. 4 Na₂S₂O₃</p> </div>	<p>a. Sifat Berbahaya dan mengiritasi</p> <p>b. Bahaya pada tubuh Iritasi kulit, mata, dan saluran pencernaan</p>

Nama Bahan	Keterangan
<p data-bbox="539 360 627 392">Pita Mg</p>  <p data-bbox="483 562 683 593">Gambar 3.5 Pita Mg</p>	<p data-bbox="707 360 794 392">a. Sifat Mudah terbakar dan mengiritasi</p> <p data-bbox="707 421 946 452">b. Bahaya pada tubuh Iritasi kulit, mata, dan saluran pencernaan</p>
<p data-bbox="499 607 667 638">Padatan CaCO₃</p>  <p data-bbox="483 831 683 862">Gambar 3.6 CaCO₃</p>	<p data-bbox="707 607 794 638">a. Sifat Mengiritasi dan karsinogenik</p> <p data-bbox="707 667 938 698">b. Bahaya bagi tubuh Padatan CaCO₃ cukup aman, akan tetapi jika terpapar berlebih/masuk ke dalam tubuh akan berbahaya.</p> <ol data-bbox="746 757 1257 878" style="list-style-type: none"> 1) Menyebabkan iritasi pada kulit dan mata 2) Menyebabkan masalah pernapasan jika terhirup 3) Menyebabkan masalah pencernaan seperti mual, muntah dan diare.
<p data-bbox="547 909 619 940">FeCl₃</p>  <p data-bbox="491 1111 675 1142">Gambar 3.7 FeCl₃</p>	<p data-bbox="707 909 794 940">b. Sifat Mengiritasi dan korosif</p> <p data-bbox="707 969 946 1001">c. Bahaya bagi tubuh Menyebabkan luka bakar pada kulit dan mata. Jika terhirup dapat mengiritasi saluran pernapasan.</p>
<p data-bbox="547 1144 619 1176">KSCN</p>  <p data-bbox="491 1301 675 1332">Gambar 3.8 KSCN</p>	<p data-bbox="707 1144 794 1176">a. Sifat Mengiritasi dan korosif</p> <p data-bbox="707 1205 946 1236">b. Bahaya bagi tubuh Menyebabkan iritasi pada kulit, mata, dan saluran pernapasan. Jika tertelan dalam jumlah yang cukup besar, KSCN dapat menyebabkan keracunan.</p>
<p data-bbox="499 1379 667 1411">Kristal Na₂HPO₄</p>  <p data-bbox="515 1536 643 1590">Gambar 3. 9 Na₂HPO₄</p>	<p data-bbox="707 1379 794 1411">a. Sifat Mengiritasi</p> <p data-bbox="707 1440 946 1471">b. Bahaya bagi tubuh Bersifat korosif sehingga dapat menyebabkan luka bakar pada kulit dan mata. Juga beracun jika tertelan sehingga menyebabkan gangguan pencernaan.</p>

Nama Bahan	Keterangan
<p data-bbox="517 360 647 387">CuSO₄·5H₂O</p>  <p data-bbox="517 546 647 600">Gambar 3.10 CuSO₄·5H₂O</p>	<p data-bbox="715 360 799 387">a. Sifat Mengiritasi, korosif, dan berbahaya bagi lingkungan</p> <p data-bbox="715 416 943 443">b. Bahaya bagi tubuh Bersifat korosif sehingga dapat menyebabkan luka bakar pada kulit dan mata. Juga beracun jika tertelan sehingga menyebabkan gangguan pencernaan.</p>
<p data-bbox="549 629 616 656">H₂SO₄</p>  <p data-bbox="485 815 679 842">Gambar 3.11 H₂SO₄</p>	<p data-bbox="715 629 799 656">a. Sifat Korosif</p> <p data-bbox="715 685 943 712">b. Bahaya bagi tubuh Menyebabkan iritasi pada kulit dan mata serta iritasi pernapasan hingga kerusakan mata.</p>
<p data-bbox="549 871 616 898">FeSO₄</p>  <p data-bbox="485 1043 679 1070">Gambar 3.12 FeSO₄</p>	<p data-bbox="715 871 799 898">a. Sifat Mengiritasi</p> <p data-bbox="715 927 943 954">b. Bahaya bagi tubuh Menyebabkan iritasi kulit, mata dan saluran pernapasan.</p>
<p data-bbox="549 1095 616 1122">NaNO₂</p>  <p data-bbox="485 1267 679 1294">Gambar 3.13 NaNO₂</p>	<p data-bbox="715 1095 799 1122">a. Sifat Beracun dan oksidator</p> <p data-bbox="715 1151 943 1178">b. Bahaya bagi tubuh Senyawa NaNO₂ sangat beracun jika tertelan. Nitrit dapat bereaksi dengan hemoglobin yang mengurangi kemampuan darah membawa oksigen.</p>
<p data-bbox="485 1319 679 1373">Senyawa asam dan basa</p>	<p data-bbox="715 1319 799 1346">a. Sifat Sebagian besar asam dan basa memiliki sifat utama korosif dan mengiritasi</p> <p data-bbox="715 1397 943 1424">b. Bahaya bagi tubuh</p> <ol data-bbox="740 1431 1259 1512" style="list-style-type: none"> 1) Iritasi pada mata, kulit hingga saluran pernapasan 2) Gangguan pencernaan dan kerusakan organ dalam.

Nama Bahan	Keterangan
<p>CH₃COOH</p>  <p>Gambar 3.14 CH₃COOH</p>	<p>a. Sifat Mudah terbakar, beracun, dan korosif</p> <p>b. Bahaya bagi tubuh Pada konsentrasi tinggi, Asam asetat dapat menyebabkan iritasi kulit dan mata. Beracun jika terhirup dan menyebabkan gangguan pencernaan jika tertelan</p>
<p>CH₃COONa</p>  <p>Gambar 3.15 CH₃COONa</p>	<p>a. Sifat Mudah terbakar dan korosif</p> <p>b. Bahaya bagi tubuh Menyebabkan iritasi pada kulit dan mata.</p>
<p>NH₄OH</p>  <p>Gambar 3.16 NH₄OH</p>	<p>a. Sifat Mengiritasi</p> <p>b. Bahaya bagi tubuh</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Iritasi parah pada kulit, mata, dan saluran pernapasan 2) Paparan amonia dalam konsentrasi tinggi dapat mempengaruhi sistem saraf pusat, menyebabkan gejala seperti sakit kepala, pusing, dan mual.
<p>KI</p>	<p>a. Sifat Karsinogenik</p> <p>b. Bahaya bagi tubuh Menyebabkan kanker karena bersifat karsinogenik</p>
<p>ZnSO₄</p>  <p>Gambar 3.17 ZnSO₄</p>	<p>a. Sifat Korosif, mengiritasi dan berbahaya bagi lingkungan</p> <p>b. Bahaya bagi tubuh</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Iritasi kulit dan mata. 2) Gangguan pencernaan jika tertelan 3) Masalah pernapasan jika terhirup.

Nama Bahan	Keterangan
<p>MgSO₄</p>  <p>Gambar 3.18 MgSO₄</p>	<p>a. Sifat Mengiritasi</p> <p>b. Bahaya bagi tubuh</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Iritasi dan kemerahan. 2) Gangguan pencernaan jika tertelan.

3.2 Informasi Limbah yang Dihasilkan

Adapun informasi penting sesuai dengan *Material Safety Data Sheet* (MSDS) untuk limbah kimia yang dihasilkan dalam praktikum.

Tabel 3.2 MSDS Kandungan Limbah Praktikum Kimia

Senyawa pada Limbah	Keterangan
<p>MgCl₂</p>  <p>Gambar 3.19 MgCl₂</p>	<p>1) Sifat Karsinogenik</p> <p>2) Bahaya pada tubuh Bahan karsinogenik sehingga dapat menyebabkan kanker dan jika terhirup dapat menyebabkan iritasi pada saluran pernafasan.</p>
<p>Gas H₂ (tidak berwarna)</p>	<p>1) Sifat Gas bertekanan</p> <p>2) Bahaya pada tubuh Gas Hidrogen tidaklah berbahaya jika terpapar dalam jumlah sedikit. Gunakan APD berupa kacamata dan masker untuk meminimalisir paparan.</p>
<p>Cu(OH)₂</p>  <p>Gambar 3.20 Cu(OH)₂</p>	<p>1) Sifat Mengiritasi, beracun, dan berbahaya bagi lingkungan</p> <p>2) Bahaya pada tubuh Iritasi dan kebutaan pada mata.</p>
<p>Na₂SO₄</p>  <p>Gambar 3.21 Na₂SO₄</p>	<p>1) Sifat Karsinogenik dan berbahaya</p> <p>2) Bahaya pada tubuh</p> <ol style="list-style-type: none"> a. Gangguan saluran pencernaan: mual dan muntah. b. Iritasi mata. c. Gangguan kardiovaskular.

Senyawa pada Limbah	Keterangan
<p>Gas SO₂ (Gas tidak berwarna)</p>	<p>1) Sifat Korosif, mengiritasi, dan berbahaya bagi lingkungan.</p> <p>2) Bahaya pada tubuh Iritasi tenggorokan, mata, kulit hingga luka bakar pada kornea.</p>
<p>Endapan sulfur</p>  <p>Gambar 3.22 Sulfur</p>	<p>1) Sifat Berbahaya bagi lingkungan</p> <p>2) Bahaya bagi tubuh Endapan sulfur yang dihasilkan memiliki campuran dengan senyawa lainnya sehingga jika tertelan berpotensi untuk membuat mual, muntah, hingga keracunan.</p>
<p>NaCl</p>  <p>Gambar 3.23 NaCl</p>	<p>1) Sifat Berbahaya</p> <p>2) Bahaya bagi tubuh NaCl merupakan larutan yang dihasilkan dari reaksi asam basa dengan pH yang relatif netral jika konsentrasi asam dan basa yang dicampurkan sama sehingga tidak terlalu membahayakan. Namun tidak disarankan untuk diminum/mengenai mata dikarenakan larutan garam tersebut terkontaminasi dengan senyawa lainnya.</p>
<p>CaCl₂</p>  <p>Gambar 3.24 CaCl₂</p>	<p>1) Sifat Mengiritasi.</p> <p>2) Bahaya bagi tubuh</p> <ol style="list-style-type: none"> Menyebabkan iritasi berupa kemerahan dan rasa terbakar pada kulit dan mata. Menyebabkan masalah pada pernafasan. Merusak jaringan tubuh jika tertelan.
<p>CO₂ (Gas tidak berwarna)</p>	<p>1) Sifat Mengiritasi.</p> <p>2) Bahaya bagi tubuh</p> <ol style="list-style-type: none"> Menyebabkan sesak napas, pusing dan kehilangan kesadaran. Iritasi saluran pernapasan dan mata

Senyawa pada Limbah	Keterangan
<p>MgO</p>  <p>Gambar 3.25 MgO</p>	<p>1) Sifat Mengiritasi.</p> <p>2) Bahaya bagi tubuh Menyebabkan iritasi, mual, sakit kepala, dan napas tersengal.</p>
<p>Fe(SCN)₃</p>  <p>Gambar 3.26 Fe(SCN)₃</p>	<p>1) Sifat Korosif dan mengiritasi</p> <p>2) Bahaya bagi tubuh Menyebabkan iritasi kulit, mata dan saluran pernapasan. Senyawa ini mengandung ion besi dan tiosianat yang secara individu bersifat toksik, jika tertelan menyebabkan gangguan pencernaan.</p>
<p>KCl</p>  <p>Gambar 3.27 KCl</p>	<p>1) Sifat Mengiritasi dan berbahaya bagi lingkungan</p> <p>2) Bahaya bagi tubuh Menyebabkan iritasi kulit, saluran pernapasan, dan mata serta beracun jika tertelan dalam jumlah besar.</p>
<p>Fe₂(HPO₄)₃</p>  <p>Gambar 3.28 Fe₂(HPO₄)₃</p>	<p>1) Sifat Mengiritasi</p> <p>2) Bahaya bagi tubuh Menyebabkan iritasi dan gangguan pencernaan jika tertelan.</p>
<p>NaSCN</p>  <p>Gambar 3.29 NaSCN</p>	<p>1) Sifat Mengiritasi dan karsinogenik</p> <p>2) Bahaya bagi tubuh Menyebabkan iritasi kulit dan mata. Jika tertelan akan menyebabkan keracunan.</p>
<p>Gas NO (Gas tidak berwarna)</p>	<p>1) Sifat Oksidator, mengiritasi, beracun, dan gas bertekanan</p>

Senyawa pada Limbah	Keterangan
	<p>2) Bahaya bagi tubuh Gas beracun, dapat menyebabkan iritasi pada saluran pernapasan, bahkan dalam konsentrasi rendah. Paparan jangka panjang dapat menyebabkan kerusakan paru-paru.</p>
<p style="text-align: center;">Gas NO₂</p>  <p style="text-align: center;">Gambar 3.30 Gas NO₂</p>	<p>1) Sifat Oksidator, mengiritasi, beracun, dan gas bertekanan</p> <p>2) Bahaya bagi tubuh Gas beracun, dapat menyebabkan iritasi pada saluran pernapasan, bahkan dalam konsentrasi rendah. Paparan jangka panjang dapat menyebabkan kerusakan paru-paru.</p>
<p style="text-align: center;">Fe₂(SO₄)₃</p>  <p style="text-align: center;">Gambar 3.31 Fe₂(SO₄)₃</p>	<p>1) Sifat Mengiritasi dan korosif</p> <p>2) Bahaya bagi tubuh Menyebabkan iritasi baik kulit maupun mata dan menyebabkan gangguan pencernaan jika tertelan.</p>
<p style="text-align: center;">NaHSO₄</p>  <p style="text-align: center;">Gambar 3.32 NaHSO₄</p>	<p>1) Sifat Korosif</p> <p>2) Bahaya bagi tubuh Bersifat korosif sehingga dapat menyebabkan luka bakar pada kulit dan mata.</p>
<p style="text-align: center;">Produk asam dan basa serta garam</p>	<p>1) Sifat Korosif dan mengiritasi</p> <p>2) Bahaya bagi tubuh Limbah yang dihasilkan berdasarkan jenis bahan yang digunakan. Bahan kimia asam basa memiliki potensi menyebabkan iritasi. Apabila menggunakan bahan alami maka tidak berbahaya bagi tubuh.</p>

Senyawa pada Limbah	Keterangan
<p>NH₄Cl</p>  <p>Gambar 3.33 NH₄Cl</p>	<p>1) Sifat Mengiritasi</p> <p>2) Bahaya bagi tubuh</p> <ol style="list-style-type: none"> Limbah dengan kandungan Amonium klorida dapat menyebabkan iritasi kulit, mata, dan saluran pernapasan. Jika tertelan dalam jumlah besar akan menyebabkan masalah pencernaan.
<p>CuSO₄, endapan Cu, KI dan endapan I₂ yang bercampur Amilum dan gas hidrogen</p>	<p>1) Sifat Berdasarkan dari sifat bahan-bahan nya</p> <p>2) Bahaya bagi tubuh Limbah yang memiliki kandungan tersebut harus ditangani dengan hati-hati. Sifat yang dihasilkan oleh limbah ini sesuai dengan bahan pereaksinya. Sehingga bahaya bagi tubuh berupa iritasi mata, kulit dan saluran pernapasan. Selain itu juga berpotensi menyebabkan gangguan pencernaan hingga kanker.</p>

3.3 Edukasi Penanganan Bahan dan Limbah Praktikum Kimia

Pada sesi ini kita akan mempelajari menjadi praktikan yang bijak menggunakan dan menanggulangi bahan dan limbah kimia. Praktikum kimia sebagian besar menggunakan bahan kimia dan menghasilkan beragam jenis limbah kimia. Jika tidak dikelola dan ditangani dengan baik maka tanpa kita sadari, kita ikut dalam menyumbang bahan pencemar lingkungan. Berikut merupakan hal yang harus disadari dan lakukan sebelum menangani bahan dan limbah praktikum kimia.

1. Jumlah Bahan Kimia dan Limbah

Penggunaan bahan kimia secara berlebihan akan menyebabkan peningkatan jumlah limbah. Pencegahan kuantitas bahan kimia dapat dilakukan dengan meminimalkan jumlah dan konsentrasi bahan dari awal persiapan. Selain itu pencegahan penggunaan bahan kimia juga bisa dilakukan dengan cara meminimalkan kesalahan dalam melakukan praktikum. Hal tersebut dapat menjadi solusi pencegahan peningkatan jumlah limbah dan mengurangi kerusakan lingkungan.

2. Penanganan Tumpahan

Bahan dan limbah kimia dari hasil praktikum kimia SMA umumnya masih dalam jenis yang aman dan masih dalam pemantauan laboran maupun tenaga pendidik. Akan

tetapi kalian harus mengetahui dasar penanganan jika terjadi tumpahan bahan maupun limbah. Berikut merupakan penanganan tumpahan bahan dan limbah kimia yang kemungkinan terjadi saat Praktikum Kimia SMA.

- 1) Amankan daerah tumpahan
 - a. Gunakan alat perlindungan diri yang lengkap.
 - b. Identifikasi jenis dan sifat bahan/limbah.
 - c. Amankan area tumpahan bahan maupun limbah kimia dari keramaian.
 - d. Bersihkan area dari alat-alat dan bahan kimia lainnya.
- 2) Serap/bersihkan area tumpahan
Pembersihan tumpahan bahan maupun limbah kimia tergantung pada jenis limbah. Berikut merupakan penanganan bahan dan limbah praktikum kimia SMA yang disarankan.
 - a. Bahan dan limbah umum yang berwujud padat
Ambil tumpahan dengan kuas dan sekop, kemudian simpan pada tempat limbah padat khusus yang sudah diberi label.
 - b. Bahan dan limbah umum yang berwujud cair
Serap tumpahan limbah dengan adsorben khusus/pasir ataupun lap khusus. Kemudian cuci lap pada wastafel khusus dan dengan air mengalir.
 - c. Bahan dan limbah yang memiliki pH asam dan basa

(1) Penanggulangan tumpahan asam

Netralisasi tumpahan dengan basa lemah dan serap tumpahan dengan lap. Cuci lap dengan air mengalir dalam wastafel khusus untuk mengencerkan sisa limbah yang masih terkandung pada lap. Contoh: HCl, H₂SO₄, CH₃COOH.

(2) Penanggulangan tumpahan basa

Tangani tumpahan padat dengan menyedok atau mengambil materi tumpahan, kemudian pindahkan ke wadah yang tertutup serta berikan label sebagai limbah padat. Jika dalam wujud cair maka dapat dinetralkan dahulu dengan asam lemah dan lap dengan lap basah
Contoh: NaOH, KOH, Ba(OH)₂.

3. Interaksi Bahan Kimia

Adapun reaksi kimia akibat interaksi dari bahan-bahan yang disimpan.

- 1) Interaksi antara bahan dengan lingkungan
Interaksi berupa percikan api/panas dengan zat yang mudah terbakar dan meledak seperti pelarut organik dan peroksida dapat menimbulkan kebakaran dan ledakan.
- 2) Interaksi antara bahan dengan wadah
Interaksi bahan kimia yang bersifat korosif seperti asam sulfat (H₂SO₄), asam klorida (HCl), natrium hidroksida (NaOH) dengan yang berasal dari plastik maupun logam dapat menyebabkan kerusakan. Hasil kerusakan ini dapat



menyebabkan reaksi berbahaya seperti kebakaran, ledakan dan menimbulkan racun.

3) Interaksi antar bahan

Interaksi antara zat oksidator dengan reduktor dapat menimbulkan ledakan dan kebakaran. Sehingga beberapa bahan dapat bereaksi dan harus dipisahkan dalam penyimpanannya.

4. Pembuangan dan Penyimpanan Sisa Bahan dan Limbah

Limbah harus dibuang sesuai dengan petunjuk serta peraturan nasional dan lokal lainnya. Adapun ketentuan penanganan bahan dan limbah sebagai berikut.

1) Pembuangan

Limbah yang memiliki sifat asam dan basa dalam konsentrasi rendah dapat dibuang dengan diencerkan/ tambahkan asam pada limbah basa dan tambahkan basa pada limbah basa terlebih dahulu untuk menetralkan pH nya sehingga aman untuk dibuang ke saluran air. Contoh: HCl dan NaOH dalam konsentrasi tidak terlalu pekat.

2) Penyimpanan

Adapun syarat penyimpanan dari limbah sisa bahan dan limbah praktikum kimia yaitu:

a. Jenis Limbah

Limbah harus ditangani sesuai dengan jenis limbah yang dihasilkan berdasarkan wujud dan sifatnya. Perlu diperhatikan bahwa tidak semua limbah dapat digabungkan dalam satu wadah. Limbah yang tidak kompatibel atau dapat bereaksi satu dengan lain harus disimpan secara terpisah.

(1) Sifat Limbah

Sifat limbah kimia harus diketahui sebelum ditangani lebih lanjut sebagaimana yang tertera pada hal 4.

(2) Wujud Limbah

- a) Limbah berwujud cair yang mengandung senyawa berbahaya dan pekat harus ditampung pada wadah khusus yang disiapkan di laboratorium. Gunakan corong ketika ingin menuang limbah ke dalam wadah khusus untuk menghindari tumpahan limbah.
- b) Limbah berwujud padat harus ditampung pada wadah khusus dan tidak boleh dibuang langsung pada wastafel.
- c) Bahan yang menghasilkan limbah berwujud gas harus direaksikan di ruang asam sehingga tidak meracuni lingkungan.

b. Pelabelan

Limbah dilabeli sesuai dengan identitas dan sifat limbah yang dihasilkan contohnya Limbah Berbahaya. Label dibuat dengan jelas dan permanen. Jika limbah dapat dikumpulkan dalam satu wadah yang sama maka simpan daftar komponen-komponennya untuk membantu memudahkan pembuatan keputusan pembuangan selanjutnya.

Contoh pelabelan limbah:

PERINGATAN LIMBAH BAHAN BERBAHAYA DAN BERACUN	
PENGHASIL	:
ALAMAT	:
NOMOR	:
JENIS LIMBAH	:
JUMLAH LIMBAH	:
SIFAT LIMBAH	:
TGL PENGEMASAN	:

c. Wadah Penyimpanan

Simpan limbah di wadah yang berlabel jelas dan ditempatkan dengan aman tanpa mengganggu operasi laboratorium secara normal. Dalam beberapa limbah khusus harus disimpan di tempat yang berventilasi baik. Gunakan tampungan sekunder seperti baki untuk berjaga-jaga jika terjadi tumpahan dan kebocoran dari wadah utama. Wadah harus selalu ditutup dengan erat kecuali saat menambahkan/membuang limbah.

d. Waktu dan Jumlah Penyimpanan

Penyimpanan limbah kimia disarankan untuk tidak disimpan dalam jumlah besar dan lebih dari satu tahun. Limbah harus didata tanggal pertama penyimpanan dan jumlah.

e. Tempat Penyimpanan

Penyimpanan limbah harus memperhatikan suhu, sirkulasi udara, kelembaban dan cahaya matahari. Hal tersebut dikarenakan penyimpanan limbah memiliki kerentanan terhadap perubahan lingkungan. Adapun syarat tempat penyimpanan limbah yaitu.

- (1) Lokasi penyimpanan terhindar dari banjir, tidak rawan bencana, di luar kawasan lindung, dan sesuai dengan tata ruang.
- (2) Tempat sesuai dengan karakteristik limbah dan mudah untuk diakses pemadam kebakaran.

Limbah kimia yang disimpan selanjutnya diproses oleh pihak ketiga yang khusus mengelola limbah B3. Hal ini dikarenakan limbah yang bersifat beracun dan berbahaya harus ditangani secara khusus dan belum dapat dikelola oleh sekolah secara mandiri. Sebagai siswa yang melakukan praktikum di laboratorium, kalian dapat menangani limbah dengan sifat yang masih aman seperti asam dan basa dalam konsentrasi rendah.

5. Penggunaan kembali bahan/limbah

Limbah yang dihasilkan dari praktikum reaksi kimia dapat digunakan kembali sebagai bahan praktikum. Berikut merupakan potensi penggunaan limbah yang dapat digunakan

1. Limbah Larutan Garam

Limbah berupa larutan garam (NaCl , CuSO_4 , atau KNO_3) dapat digunakan kembali untuk praktikum sifat-sifat larutan dan sel elektrokimia.

2. Larutan asam dan basa

Limbah asam dan basa dapat digunakan sebagai bahan praktikum lain berupa larutan penyangga dan titrasi asam basa.

Adapun tindakan-tindakan yang tidak boleh dilakukan saat praktikum kimia sebagai berikut.

1. Membuang limbah langsung ke wastafel tanpa pengolahan



Gambar 3.34 Membuang limbah di wastafel

2. Mencampur limbah berbahaya tanpa memperhatikan jenisnya



Gambar 3.35 Mencampur Limbah Sembarangan

3. Menggunakan bahan kimia berlebihan tanpa perhitungan



Gambar 3.36 Menggunakan Bahan secara Berlebihan

4. Tidak memilah limbah berdasarkan kategori dan tidak menggunakan wadah limbah khusus



Gambar 3.37 Tidak Memilah Limbah

5. Tidak menggunakan APD (Alat Perlindungan Diri) yang lengkap



Gambar 3.38 Tidak Memakai APD Lengkap

(diibuat dengan Dreamina AI)

Hindari tindakan ini saat praktikum!



Gambar 3.39 Iritasi Akibat Bahan Kimia

Saat praktikum berlangsung, apakah kalian pernah menggaruk wajah atau tangan, bahkan mengucek mata? Padahal tangan masih menggunakan sarung tangan atau belum dicuci. Jika kalian pernah atau belum, jangan dilakukan hal tersebut ya...

Mengucek mata/memegang wajah setelah memegang bahan kimia sangat memiliki risiko yang tinggi mengalami iritasi bahkan luka bakar tergantung pada jenis bahan yang sebelumnya dipegang.



BAB IV
DAMPAK BAHAN DAN LIMBAH PRAKTIKUM TERHADAP LINGKUNGAN

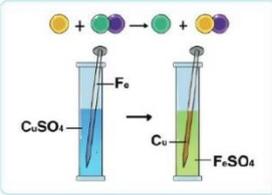
Bahan dan limbah kimia dari hasil praktikum kimia yang dilakukan di sekolah memiliki potensi yang besar untuk merusak lingkungan. Sama halnya dengan limbah kimia industri besar, walaupun limbah kimia dalam praktikum masih tergolong sedikit akan tetapi konsentrasi dan jenis limbah yang digunakan tergolong pada limbah B3. Berikut merupakan edukasi dampak sisa bahan dan limbah hasil reaksi kimia terhadap lingkungan agar kita lebih peduli terhadap lingkungan sekitar.

4.1 Dampak Sisa Bahan Praktikum terhadap Lingkungan

Praktikum kimia sering kali masih menyisakan bahan sisa yang tidak digunakan kembali. Bahan sisa tersebut akan menjadi limbah yang memiliki potensi sebagai pencemar lingkungan jika tidak ditangani dengan baik. Berikut merupakan potensi kerusakan lingkungan yang dapat terjadi oleh bahan sisa praktikum kimia.

Tabel 4.1 Dampak Sisa Bahan Kimia terhadap Lingkungan

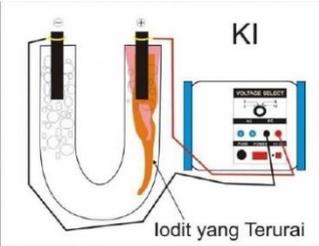
Nama Bahan	Potensi Kerusakan Lingkungan
NaOH dan HCl	<p>1) Pencemaran Lingkungan</p> <p>a. NaOH mengganggu pH air dan tanah (bersifat basa). b. HCl dengan konsentrasi tinggi mengakibatkan terjadinya peningkatan keasaman air dan tanah (bersifat asam)</p> <div style="text-align: center;">  <p>Gambar 4.1 pH Tanah dan Air Rendah</p> </div> <p>c. Membunuh mikroorganisme yang sensitif terhadap perubahan pH d. Mengganggu pertumbuhan akar tumbuhan e. Mengganggu keseimbangan ekosistem.</p> <p>2) Dampak pada Infrastruktur NaOH dan HCl bersifat korosif, sehingga dapat merusak infrastruktur lingkungan, seperti saluran drainase dan pipa, jika ada kebocoran.</p> <div style="text-align: center;">  <p>Gambar 4.2 Karat pada Wastafel</p> </div>

Nama Bahan	Potensi Kerusakan Lingkungan
<p>CuSO₄</p>	<p>1) Pencemaran Lingkungan Pada konsentrasi tinggi kandungan Cu dalam senyawa CuSO₄ dapat bersifat toksik bagi organisme dan tanaman.</p>  <p>Gambar 4.3 Dampak CuSO₄ bagi Mikroorganisme</p> <p>2) Dampak pada Infrastruktur Pembentukan kerak/lapisan pada logam seperti besi yang terlalu lama berinteraksi dengan larutan CuSO₄.</p>  <p>Gambar 4.4 Interaksi CuSO₄ dengan Fe (Besi)</p>
<p>Na₂S₂O₃</p>	<p>Pencemaran Lingkungan Senyawa Natrium Tiosulfat memiliki sifat toksisitas yang rendah akan tetapi pada kontak dengan senyawa asam akan menghasilkan sulfur dioksida (SO₂) atau hidrogen sulfida (H₂S) yang berbahaya bagi mikroorganisme.</p>
<p>Pita Mg</p>	<p>Pencemaran lingkungan: Pita magnesium yang langsung dibuang/ditimbun dapat menyebabkan risiko terbakar. Kemudian dalam jumlah besar dapat memengaruhi organisme sekitar.</p>
<p>Padatan CaCO₃</p>	<p>1) Pencemaran Lingkungan</p> <ol style="list-style-type: none"> Padatan CaCO₃ dalam jumlah besar dapat menyebabkan sedimentasi sehingga menghambat pertumbuhan tanaman air, mengganggu ekosistem akuatik, dan mengurangi kualitas air. CaCO₃ dapat meningkatkan alkalinitas air, yang dapat berdampak negatif pada kehidupan akuatik. <p>2) Dampak pada Infrastruktur</p>

Nama Bahan	Potensi Kerusakan Lingkungan
	Pembuangan limbah CaCO_3 menyebabkan kerak dan penyumbatan saluran air.
FeCl₃	<p>1) Pencemaran Lingkungan</p> <p>a. Senyawa FeCl_3 dapat sangat beracun bagi ikan dan organisme air lainnya. Hal ini dikarenakan kandungan besi dalam konsentrasi tinggi dapat mengganggu proses fisiologis organisme.</p> <p>b. Konsentrasi FeCl_3 yang tinggi dalam tanah dapat menghambat pertumbuhan tanaman dan menyebabkan kerusakan pada akar.</p> <p>2) Dampak pada Infrastruktur</p> <p>Senyawa FeCl_3 dapat mengikis permukaan logam, termasuk besi dan baja. Jika tidak dikelola sebelum dibuang ke lingkungan, senyawa ini dapat merusak infrastruktur logam seperti pipa.</p>
KSCN	<p>Pencemaran Lingkungan</p> <p>a. Senyawa KSCN bersifat beracun bagi organisme akuatik.</p> <p>b. Senyawa KSCN dapat menghambat pertumbuhan tanaman dan bakteri baik serta menyebabkan kerusakan pada akar.</p>
Kristal Na₂HPO₄	<p>1) Pencemaran Lingkungan</p> <p>a. Menyebabkan eutrofikasi pada perairan sehingga pertumbuhan alga meningkat.</p> <p>b. Merubah pH air dikarenakan Na_2HPO_4 bersifat basa.</p> <p>2) Dampak pada Infrastruktur</p> <p>Pada kondisi pH dan kontak dengan oksigen maka senyawa ini dapat mempercepat pembentukan karat.</p>
CuSO₄.5H₂O	<p>Pencemaran Lingkungan</p> <p>a. Kandungan tembaga pada senyawa ini menyebabkan kematian pada organisme perairan karena logam berat bersifat beracun.</p> <p>b. Pada jumlah yang banyak tembaga dapat menghambat pertumbuhan tanaman dan menyebabkan kerusakan pada akar.</p>
H₂SO₄	<p>1) Pencemaran Lingkungan</p> <p>a. Senyawa H_2SO_4 dalam bentuk gas dapat menyebabkan hujan asam.</p> <p>b. Pada konsentrasi tinggi dapat menurunkan pH air maupun tanah sehingga membuat air dan tanah menjadi asam.</p> <p>2) Dampak pada Infrastruktur</p> <p>Asam sulfat bersifat sangat korosif. Kontak dengan logam, beton, dan bahan lainnya dapat menyebabkan kerusakan.</p>

Nama Bahan	Potensi Kerusakan Lingkungan
<p>FeSO₄</p>	<p>1) Pencemaran Lingkungan</p> <p>a. Pada konsentrasi tinggi, senyawa besi sulfat menyebabkan kontaminasi zat racun bagi tanaman, menghambat pertumbuhan, dan menyebabkan penguningan daun akibat kekurangan klorofil.</p> <p>b. Besi sulfat dapat menurunkan pH tanah, membuatnya menjadi lebih asam.</p> <p>c. Ion besi bebas dalam konsentrasi tinggi dapat bersifat racun bagi banyak organisme akuatik.</p> <p>2) Dampak pada Infrastruktur</p> <p>Senyawa ini dapat meninggalkan noda pada sarana prasarana jika tidak dibersihkan dengan baik.</p>
<p>NaNO₂</p>	<p>Pencemaran Lingkungan</p> <p>Ketika NaNO₂ larut menjadi nitrit (NO₂⁻) dan pada kondisi tertentu dapat berubah menjadi nitrat (NO₃⁻). Peningkatan kadar nitrat di perairan akan memicu pertumbuhan alga yang berlebihan (eutrofikasi).</p> <div data-bbox="807 907 1078 1111" data-label="Image"> </div> <p style="text-align: center;">Gambar 4.5 Eutrofikasi</p>
<p>Senyawa asam dan basa</p>	<p>1) Pencemaran Lingkungan</p> <p>Senyawa asam dan basa yang masuk ke perairan akan merusak pH air, membuatnya menjadi lebih asam ataupun basa. Kondisi ini dapat menyebabkan kematian berbagai organisme air.</p> <div data-bbox="783 1326 1102 1505" data-label="Image"> </div> <p style="text-align: center;">Gambar 4.6 Ilustrasi Ikan Mati Akibat Asam</p>

Nama Bahan	Potensi Kerusakan Lingkungan
	<p>Perubahan pH dapat mengganggu keseimbangan ekosistem perairan, menyebabkan penurunan keanekaragaman hayati dan hilangnya produktivitas.</p> <p>2) Dampak pada Infrastruktur Senyawa asam dan basa yang memiliki pH ekstrim (terlalu asam maupun terlalu basa) menyebabkan logam seperti besi menjadi berkarat.</p>
CH ₃ COOH	<p>1) Pencemaran Lingkungan Menyebabkan penurunan pH air yang dapat mengganggu keseimbangan ekosistem perairan, merusak rantai makanan, dan mengurangi keanekaragaman hayati.</p> <p>2) Dampak pada Infrastruktur Pada kondisi konsentrasi tinggi, asam asetat memiliki sifat korosif sehingga dapat merusak logam pada fasilitas sekolah seperti pipa, wastafel dan saluran air lainnya.</p>
CH ₃ COONa	<p>1) Pencemaran Lingkungan Pada konsentrasi tinggi, natrium asetat dapat meningkatkan salinitas air sehingga dapat mengganggu kehidupan organisme air yang tidak toleran terhadap perubahan salinitas.</p> <p>2) Dampak pada Infrastruktur</p> <ol style="list-style-type: none"> Natrium asetat dalam kondisi basa maupun asam dapat menyebabkan karat pada besi. Pembuangan pada saluran air dapat menyebabkan penyumbatan dengan membentuk endapan Pembentukan kerak pada peralatan lab seperti peralatan yang terbuat dari kaca.
NH ₄ OH	<p>Pencemaran Lingkungan Amonia yang bersifat basa ketika masuk ke dalam tanah atau air, dapat meningkatkan pH lingkungan. Peningkatan pH dapat mengubah ketersediaan nutrisi bagi tanaman, merusak struktur tanah, dan mengganggu kehidupan organisme akuatik.</p>
KI	<p>1) Pencemaran Lingkungan</p> <ol style="list-style-type: none"> Pembuangan KI dalam jumlah besar dapat meningkatkan salinitas tanah maupun air terutama di daerah dengan curah hujan rendah. Salinitas yang tinggi dapat menghambat pertumbuhan tanaman dan mengganggu keseimbangan ekosistem tanah. Ion iodida dapat mengganggu fungsi metabolisme sel dan menyebabkan kematian pada mikroorganisme.

Nama Bahan	Potensi Kerusakan Lingkungan
	<p>2) Dampak pada Infrastruktur Larutan KI yang tumpah pada permukaan peralatan dapat meninggalkan noda kuning kecoklatan</p>  <p>Gambar 4.7 Warna Coklat Iodit Berpotensi Meninggalkan Noda</p>
ZnSO₄	<p>Pencemaran Lingkungan Kandungan Seng (Zn) yang tinggi dapat mencemari air tanah, sehingga mengancam kualitas sumber air. Pada konsentrasi tinggi, seng dapat mengganggu organisme air dan menyebabkan kematian massal pada ikan dan organisme lainnya.</p>
MgSO₄	<p>1) Pencemaran Lingkungan Senyawa MgSO₄ dapat meningkatkan kadar garam (salinitas) di perairan jika dibuang dalam jumlah besar. Peningkatan salinitas dapat mengganggu keseimbangan ekosistem dan menyebabkan kematian organisme air yang tidak toleran terhadap perubahan salinitas.</p>  <p>Gambar 4.8 Efek Peningkatan Kadar Garam</p> <p>2) Dampak pada Infrastruktur Magnesium sulfat kurang spesifik bereaksi dengan peralatan lab, akan tetapi dapat menimbulkan kerak pada peralatan jika tidak dibersihkan dengan baik.</p>

4.2 Dampak Limbah Praktikum terhadap Lingkungan

Limbah kimia yang dihasilkan memiliki kandungan yang beragam. Berdasarkan edukasi limbah setiap praktikum pada BAB III, berikut merupakan potensi kerusakan lingkungan yang dapat terjadi oleh senyawa-senyawa yang terkandung pada limbah praktikum kimia.

Tabel 4.2 Dampak Limbah terhadap Lingkungan

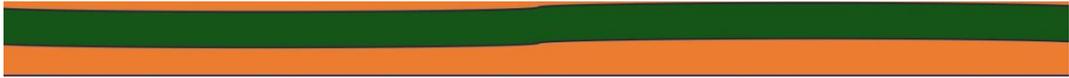
Nama Limbah	Potensi Kerusakan Lingkungan
MgCl	1) Pencemaran Lingkungan a. $MgCl_2$ dapat meningkatkan kadar garam (salinitas) di badan air jika dibuang ke perairan. b. Penyebaran $MgCl_2$ di tanah dapat menyebabkan salinisasi, yang dapat merusak struktur tanah dan menghambat pertumbuhan tanaman. 2) Dampak pada Infrastruktur $MgCl_2$ bersifat higroskopis (menarik air) dan dapat mempercepat korosi pada logam, kendaraan, dan infrastruktur lain yang sering terkena larutan ini.
Gas H₂	Gas hidrogen itu sendiri tidak beracun bagi lingkungan. Namun, pembakaran gas hidrogen dapat menghasilkan uap air yang dapat mempengaruhi iklim lokal dalam skala kecil.
Cu(OH)₂	Pencemaran Lingkungan a. Senyawa $Cu(OH)_2$ toksik bagi organisme akuatik, terutama ikan, invertebrata, dan mikroorganisme air. b. Konsentrasi tinggi tembaga di tanah menyebabkan keracunan pada tanaman, terutama bagi tanaman yang sensitif terhadap logam berat.
Na₂SO₄	1) Pencemaran Lingkungan a. Konsentrasi sulfat yang tinggi dapat menyebabkan keracunan pada beberapa organisme air. b. Akumulasi Na_2SO_4 di tanah dapat meningkatkan salinitas sehingga dapat mempengaruhi kemampuan tanah untuk menahan air dan nutrisi. c. Konsentrasi Na_2SO_4 yang tinggi dapat menghambat penyerapan air dan nutrisi. 2) Dampak pada Infrastruktur a. Natrium Sulfat (Na_2SO_4) secara langsung tidak bereaksi dengan aluminium/logam pada suhu ruang. Namun, dalam kondisi lembab atau asam, ion sulfat (SO_4^{2-}) dapat mempercepat korosi dengan merusak lapisan pelindung oksida pada permukaan aluminium.

Nama Limbah	Potensi Kerusakan Lingkungan
<p>Endapan sulfur</p>	<p>1) Pencemaran Lingkungan Endapan sulfur dapat mengasamkan tanah jika teroksidasi menjadi asam sulfat (H₂SO₄) melalui reaksi dengan oksigen dan air.</p> $2S + 3O_2 + 2H_2O \rightarrow 2H_2SO_4$ <p>Jika sulfur terbawa oleh hujan ke badan air, ia dapat menyebabkan pengasaman air, yang merugikan organisme akuatik seperti ikan dan invertebrata.</p> <p>2) Dampak pada Infrastruktur Endapan Sulfur yang langsung dibuang di wastafel berpotensi untuk menyumbat saluran air, sehingga perlu untuk dipisahkan/dilakukan pengenceran.</p>
<p>Gas SO₂</p>	<p>1) Pencemaran Lingkungan</p> <p>a. Gas SO₂ bereaksi dengan air dan oksigen di atmosfer, membentuk asam sulfat (H₂SO₄) atau asam sulfat (H₂SO₄). Proses ini menyebabkan hujan asam, yang memiliki efek merusak:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Menurunkan pH tanah, mengganggu kesuburan tanah. • Merusak tanaman, terutama bagian daun dan akar. • Mengasamkan badan air, memengaruhi ekosistem akuatik. <div data-bbox="821 1086 1045 1243" style="text-align: center;"> <p>The diagram illustrates the process of acid rain. It shows a cloud labeled 'ACID RAIN' with arrows indicating the reaction of SO₂ and H₂O in the atmosphere to form H₂SO₄. Below the cloud, rain is shown falling onto a landscape with trees and buildings, illustrating the impact of acid rain on the environment.</p> </div> <p style="text-align: center;">Gambar 4.9 Dampak Gas SO₂</p> <p>b. Konsentrasi tinggi SO₂ di udara dapat menyebabkan kematian jaringan pada daun tanaman, menghambat fotosintesis, dan menurunkan hasil panen.</p> <p>2) Dampak pada Infrastruktur Gas SO₂ yang bereaksi di udara dan menghasilkan hujan asam dalam jumlah besar dapat menyebabkan korosi pada bangunan, monumen, dan patung, terutama yang terbuat dari batu kapur atau marmar.</p>

Nama Limbah	Potensi Kerusakan Lingkungan
<p>NaCl</p>	<p>Garam (NaCl) dapat menyebabkan salinisasi tanah, mengganggu pertumbuhan tanaman, dan mempengaruhi kehidupan akuatik. Peningkatan kadar garam di perairan akibat pembuangan limbah NaCl dalam konsentrasi tinggi dapat mengubah salinitas air.</p> <div data-bbox="726 495 1134 757" style="text-align: center;"> <p>Salinity Values: Brine to Fresh Water (parts per thousand, ppt)</p> <p>Red Sea 40 ppt Mediterranean Sea 38 ppt Average seawater 34.7 ppt</p> <p>Black Sea 18 ppt Baltic Sea 8 ppt Agriculture Irrigation (limit) 2 ppt Drinking water 0.1 ppt</p> <p>"brine" brine pools 50+ ppt</p> <p>"saline" seawater, salt lakes 30 - 50 ppt</p> <p>"brackish" estuaries, mangrove swamps, brackish seas, etc. 0.5 - 30 ppt</p> <p>"fresh" rivers, lakes, streams, aquifers 0 - 0.5 ppt</p> </div> <p style="text-align: center;">Gambar 4.10 Tingkat Salinitas</p>
<p>CaCl₂</p>	<p>1) Pencemaran Lingkungan</p> <ol style="list-style-type: none"> CaCl₂ meresap ke dalam tanah, dapat mencemari air tanah dan membuat sumber air minum menjadi tidak layak konsumsi. Penggunaan CaCl₂ dalam jumlah berlebihan dapat merusak tanaman dan mengganggu keseimbangan ekosistem tanah. <p>2) Dampak pada Infrastruktur</p> <p>CaCl₂ berpotensi menyebabkan korosi pada struktur logam, termasuk pipa dan kendaraan.</p>
<p>CO₂ (Gas tidak berwarna)</p>	<p>Pencemaran Lingkungan</p> <ol style="list-style-type: none"> Gas CO₂ adalah gas rumah kaca utama yang menyebabkan peningkatan suhu global. Peningkatan konsentrasi CO₂ di atmosfer menyebabkan perubahan iklim yang ekstrem, seperti peningkatan frekuensi dan intensitas badai, serta kenaikan permukaan air laut.
<p>MgO</p>	<p>Pencemaran Lingkungan</p> <ol style="list-style-type: none"> Senyawa MgO memiliki sifat basa dapat menyebabkan peningkatan pH pada tanah. Pembuangan senyawa MgO ke dalam badan air dapat menyebabkan alkalinitas sehingga dapat mengganggu mikroorganisme.
<p>Fe(SCN)₃</p>	<p>Pencemaran Lingkungan</p> <p>Pencemaran oleh Fe(SCN)₃ dapat mengganggu keseimbangan ekosistem perairan dan darat.</p>

Nama Limbah	Potensi Kerusakan Lingkungan
KCl	<p>1) Pencemaran Lingkungan Pembuangan KCl tanpa pengolahan dapat berkontribusi pada penurunan pH tanah, terutama jika tanah tersebut sudah bersifat asam.</p> <p>2) Dampak pada Infrastruktur Senyawa garam KCl tidak terlalu berdampak pada kerusakan logam akan tetapi pada pH tertentu (bersifat asam) dapat merusak alat-alat lab.</p>
$\text{Fe}_2(\text{HPO}_4)_3$	<p>1) Pencemaran Lingkungan Pembuangan $\text{Fe}_2(\text{HPO}_4)_3$ yang tidak tepat dapat mencemari tanah dan air. Ion besi yang terlepas dapat menyebabkan masalah lingkungan seperti gangguan pertumbuhan pada tumbuhan dan beracun bagi makhluk hidup.</p> <p>2) Dampak pada Infrastruktur Merusak infrastruktur berupa saluran/pipa-pipa dengan membentuk endapan.</p>
NaSCN	<p>Pencemaran Lingkungan Pembuangan NaSCN yang tidak tepat dapat mencemari tanah dan air. Ion tiosianat dapat bersifat toksik bagi organisme air.</p>
Gas NO (Gas tidak berwarna)	<p>1) Pencemaran Lingkungan</p> <ol style="list-style-type: none"> Gas NO yang bereaksi dengan uap air di atmosfer akan membentuk asam nitrat, salah satu komponen utama hujan asam. Gas NO merupakan salah satu gas rumah kaca yang berkontribusi terhadap pemanasan global. Gas NO dapat bereaksi dengan ozon di stratosfer dan menyebabkan kerusakan ozon. <p>2) Dampak pada Infrastruktur Hujan asam yang terbentuk dari gas NO dapat menyebabkan karat pada logam.</p>
Gas NO_2	<p>1) Pencemaran Lingkungan</p> <ol style="list-style-type: none"> Gas NO_2 dapat menyebabkan hujan asam sehingga berpengaruh pada perubahan pH tanah maupun air. Polusi udara dan menyebabkan efek rumah kaca. <p>2) Dampak pada Infrastruktur Akibat dari hujan asam yang terjadi maka akan berpengaruh pada infrastruktur seperti membuat besi berkarat.</p>
$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$	<p>1) Pencemaran Lingkungan</p>

Nama Limbah	Potensi Kerusakan Lingkungan
	<p>a. Ion besi yang berasal dari $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ sangat beracun bagi organisme akuatik, terutama pada konsentrasi tinggi.</p> <p>b. Ion besi dalam konsentrasi tinggi dapat menghambat pertumbuhan tanaman dan menyebabkan kerusakan pada akar.</p> <p>c. $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ bersifat asam, sehingga ketika masuk ke dalam tanah dapat menurunkan pH tanah.</p> <p>2) Dampak pada Infrastruktur Senyawa $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ memiliki sifat asam sehingga ketika berinteraksi dengan logam akan menyebabkan karat.</p>
Produk asam dan basa serta garam	Limbah dengan sifat asam akan menurunkan pH air sehingga menjadi lebih asam. Sedangkan limbah dengan sifat basa akan menaikkan pH air, sehingga air akan memiliki pH cenderung basa. Kondisi ini dapat menyebabkan kematian massal berbagai organisme air seperti ikan, kerang, dan plankton dan tanah. Selain itu garam yang dibuang dapat menyebabkan salinitas meningkat sehingga perlu diencerkan sebelum dibuang.
NH₄Cl	<p>1) Pencemaran Lingkungan Amonium klorida dapat menyebabkan tanah ataupun air menjadi lebih asam. Kondisi tanah yang terlalu asam dapat menghambat pertumbuhan tanaman dan mikroorganisme tanah yang bermanfaat.</p> <p>2) Dampak pada Infrastruktur Amonium klorida dapat menyebabkan korosi pada besi.</p>
CuSO ₄ , endapan Cu, KI dan endapan I ₂ yang bercampur Amilum dan gas hidrogen	Limbah dengan kandungan berbahaya tersebut dapat menyebabkan kerusakan lingkungan berupa merusak kualitas bagan air, tanah dan membunuh mikroorganisme.
Larutan limbah yang sudah terkontaminasi zat-zat kimia	Limbah dengan kandungan berbahaya tersebut dapat menyebabkan kerusakan lingkungan berupa merusak kualitas bagan air, tanah dan membunuh mikroorganisme.



RANGKUMAN

Buku suplemen penuntun praktikum kimia SMA merupakan sebuah buku tambahan yang dirancang untuk meningkatkan kesadaran dan perilaku peduli lingkungan. Penggunaan bahan dan alat-alat pada praktikum kimia berpotensi untuk menimbulkan kecelakaan kerja, sehingga peserta didik harus membaca dengan seksama MSDS dan edukasi alat-alat praktikum yang digunakan. Selain itu sejalan dengan tujuan utamanya, buku ini memuat edukasi penanganan bahan dan limbah kimia yang dikombinasikan dengan isu lingkungan dalam kehidupan sehari-hari siswa sehingga dapat meminimalisir kerusakan lingkungan yang diakibatkan dari bahan dan limbah yang tergolong B3 (Bahan Berbahaya dan Beracun). Penekanan kesadaran lingkungan dalam praktikum kimia ini dikemas dengan memberikan edukasi potensi dampak-dampak kerusakan lingkungan maupun infrastruktur yang dapat terjadi jika pengelolaan bahan dan limbah tidak dilakukan dengan bijak.

Secara keseluruhan, buku ini berperan sebagai panduan tambahan praktis yang berguna bagi pelajar, pekerja, atau siapa saja yang berinteraksi dengan bahan kimia. Dengan memahami isi buku ini, pembaca diharapkan dapat mengadopsi langkah-langkah yang aman dan bertanggung jawab, melindungi lingkungan dari kerusakan, serta berkontribusi pada terciptanya ekosistem yang lebih sehat dan berkelanjutan.

GLOSARIUM

Anoda	:	Elektroda tempat terjadinya oksidasi dalam sel elektrokimia, di mana ion-ion melepaskan elektron.
Elektroda	:	Konduktor yang digunakan untuk mentransfer elektron ke atau dari zat dalam larutan elektrolit dalam sel elektrokimia.
Elektrolit	:	Larutan atau zat yang dapat menghantarkan arus listrik karena adanya ion-ion bebas di dalamnya.
Fisiologis	:	Berhubungan dengan fungsi dan proses normal dalam organisme hidup.
Kardiovaskular	:	Berhubungan dengan jantung (kardio) dan pembuluh darah (vaskular), seperti sistem sirkulasi darah dalam tubuh.
Katoda	:	Elektroda tempat terjadinya reduksi dalam sel elektrokimia, di mana ion-ion menerima elektron.
Konsentrasi	:	Jumlah zat terlarut dalam suatu larutan, biasanya dinyatakan dalam mol per liter (M) atau persen berat.
Oksidasi	:	Proses kehilangan elektron oleh atom, ion, atau molekul, yang sering disertai dengan peningkatan bilangan oksidasi.
Organisme	:	Makhluk hidup yang dapat berupa uniseluler (seperti bakteri) atau multiseluler (seperti hewan dan tumbuhan).
Praktikan	:	Peserta yang mengikuti kegiatan praktikum
Reaktan	:	Zat yang terlibat dalam reaksi kimia dan mengalami perubahan selama proses tersebut.
Reduksi	:	Proses penerimaan elektron oleh atom, ion, atau molekul, yang sering disertai dengan penurunan bilangan oksidasi.
Salinitas	:	Tingkat kadar garam yang terlarut dalam air

DAFTAR PUSTAKA

- Afrox. (2017). *Material safety data sheet (MSDS): Sulphur dioxide*. <https://ammoniagas.com/wp-content/uploads/2023/08/MSDS-SO2-30.pdf>
- Airgas. (2018). *Material safety data sheet (MSDS): Hydrogen*. <https://www.airgas.com/msds/001026.pdf>
- Airgas. (2018). *Material safety data sheet (MSDS): Nitrogen dioxide*. <https://www.airgas.com/msds/001041.pdf>
- Asril, M., Erdiandini, I., Sari, S. P., Mohamad, E., Hasibuan, H. S., Tangio, H. S., Lestari, W., Apriliya, I., & Novianto, E. D. (2024). *Mikrobiologi Tanah* (A. Karim (ed.); 1,7(2). Yayasan Kita Menulis.
- Carl Roth. (2024). *Material safety data sheet (MSDS): Copper (II) hydroxide*. <https://www.carlroth.com/medias/SDB-9864-GB-EN.pdf>
- Chemicals, T. F. S. (2024). *Material safety data sheet (MSDS): Iron (III) Sulfate*. https://us.vwr.com/assetsvc/asset/en_US/id/16490607/contents
- Crossfield. (2020). *Material safety data sheet (MSDS): Calcium Carbonate*. <https://www.pure-chemical.com/site/others/msds/Calcium Carbonate.pdf>
- Daryanto, & Suprihatin, A. (2013). Pengantar pendidikan lingkungan hidup (Mundiatun (ed.) Gava Media.
- Evans, C. D., Monteith, D. T., Fowler, D., Cape, J. N., & Brayshaw, S. (2011). Hydrochloric acid: An overlooked driver of environmental change. *Environmental Science and Technology*, 45(5), 1887–1894. <https://doi.org/10.1021/es103574u>
- GmbH, L. G. (2022). *Material safety data sheet (MSDS): Nitric Oxide*. https://produkte.linde-gas.at/sdb_konform/NO_10021691EN.pdf
- Goodrich, B. A., & Jacobi, W. R. (2024). Magnesium Chloride Toxicity in Trees. In *Chemistry and Technology of Fuels and Oils* (Vol. 12, Issue 6). <https://doi.org/10.1007/BF00719274>
- Gracediani, L. (2016). *Panduan pengelolaan bahan berbahaya beracun (B3)*. RS Jiwa Prof. HB. Saanin Padang.
- Harjanto, N. T., Suliyanto, & Sukesi, E. (2011). Manajemen bahan kimia berbahaya dan beracun sebagai upaya keselamatan dan kesehatan kerja serta perlindungan lingkungan. *Jurnal Pusat Teknologi Bahan Bakar Nuklir*, 04(08), 54–67. <http://jurnal.batan.go.id/index.php/pin/article/download/1126/1079>
- Hovensa. (2006). *Material safety data sheet (MSDS): Sulfur*. Hovensa. <http://westliberty.edu/health-and-safety/files/2012/08/Sulfur.pdf>
- KGaA, M. (2019). *Material safety data sheet (MSDS): Kalium Iodide*. https://www.merckmillipore.com/ID/id/product/msds/MDA_CHEM-113126?ReferrerURL=https%3A%2F%2Fwww.google.com%2F
- KGaA, M. (2021). *Material safety data sheet (MSDS): Kalium Klorida*. https://www.merckmillipore.com/Web-DE-Site/en_US/-/EUR/ShowDocument-File?ProductSKU=MDA_CHEM-104938&DocumentType=MSD&DocumentId=104938_SDS_ID_ID.PDF&Document

- UID=343175&Language=ID&Country=ID&Origin=PDP
- KGaA, M. (2021b). *Material safety data sheet (MSDS): Magnesium Oxide*. https://www.merckmillipore.com/ID/id/product/msds/MDA_CHEM-105866
- KGaA, M. (2021). *Material safety data sheet (MSDS): Potassium Thiocyanate*. https://www.merckmillipore.com/Web-JP-Site/ja_JP/-/JPY/ShowDocument-File?ProductSKU=MDA_CHEM-105124&DocumentType=MSD&DocumentId=105124_SDS_ID_ID.PDF&DocumentUID=346051&Language=ID&Country=ID&Origin=PDP
- KGaA, M. (2022). *Material safety data sheet (MSDS): Di-Sodium Hidrogen Fosfat Dihidrat*. https://www.merckmillipore.com/ID/id/product/msds/MDA_CHEM-137036
- KGaA, M. (2022). *Material safety data sheet (MSDS): Magnesium*. https://smartlab.co.id/assets/pdf/MSDS_MAGNESIUM_OXIDE.pdf
- KGaA, M. (2022). *Material safety data sheet (MSDS): Magnesium sulfat heptahidrat*. https://www.merckmillipore.com/Web-AR-Site/es_ES/-/USD/ShowDocument-File?ProductSKU=MDA_CHEM-105882&DocumentType=MSD&DocumentId=105882_SDS_ID_ID.PDF&DocumentUID=357213&Language=ID&Country=ID&Origin=null
- KGaA, M. (2022). *Material safety data sheet (MSDS): Natrium Klorida*. https://www.merckmillipore.com/Web-CZ-Site/cs_CZ/-/USD/ShowDocument-File?ProductSKU=MDA_CHEM
- KGaA, M. (2023). *Material safety data sheet (MSDS): Amonium Klorida*. https://www.merckmillipore.com/Web-CN-Site/en_US/-/CNY/ShowDocument-File?ProductSKU=MDA_CHEM-101142&DocumentType=MSD&DocumentId=101142_SDS_ID_ID.PDF&DocumentUID=303026&Language=ID&Country=ID&Origin=null
- KGaA, M. (2023). *Material safety data sheet (MSDS): Tembaga (II) Sulfat Pentahidrat*. <https://katigaku.top/wp-content/uploads/2018/09/MSDS-CuSO4-5H2O-Bahasa-Indonesia.pdf>
- KGaA, M. (2024). *Material safety data sheet (MSDS): Seng Sulfat Monohidrat*. https://www.merckmillipore.com/ID/id/product/msds/MDA_CHEM-108882
- KGaA, M. (2024b). *Material Safety Data Sheet (MSDS): Tembaga (II) Sulfat Anhidrat*. https://www.merckmillipore.com/Web-ID-Site/id_ID/-/SGD/ShowDocument-File?
- Liduie, A. (2019). *Material safety data sheet (MSDS): Carbon Dioksida*. https://us.vwr.com/assetsvc/asset/en_US/id/16490607/contents
- MSD. (2022). *Material safety data sheet (MSDS): Magnesium Chloride*. https://www.carlroth.com/downloads/sdb/en/K/SDB_KK36_MT_EN.pdf
- Puspaningsih, A. R., Tjahjadarmawan, E., & Krisdanti, N. R. (2021). *Buku panduan guru: ilmu pengetahuan alam* (W. Noveriyanto (ed.); 1). Pusat Kurikulum dan Perbukuan.
- Ramli, M., Saridewi, N., Budhi, T. M., & Suhendar, A. (2022). *Buku Panduan Guru: KIMIA SMA/MA Kelas XI* (H. S. Yulianto (ed.); 1). Pusat Perbukuan. <https://buku.kemdikbud.go.id>
- Roth, C. (2024). *Material safety data sheet (MSDS): Sodium Acetate 0,1 N*. <https://www.carlroth.com/medias/SDB-0151-AU-EN.pdf?>

- Sasmita, Y. S. (2021). *Modul pembelajaran pendidikan lingkungan*. Universitas Tasbiyah dan Keguruan.
- Scientific, F. (2014). *Material safety data sheet (MSDS): Amonia*. https://www.itokindo.org/download/manajemen_modern/MSDS/SDS - Amonia - NH4OH r1.pdf
- Scientific, F. (2018). *Material safety data sheet (MSDS): Asam Sulfat*. https://www.merckmillipore.com/Web-CN-Site/en_US/-/CNY/ShowDocument-File?ProductSKU=MDA_CHEM-160313&DocumentType=MSD&DocumentId=160313_SDS_ID_ID.PDF&DocumentUID=41186210&Language=ID&Country=ID&Origin=PDP
- Scientific, F. (2019). *Material safety data sheet (MSDS): Natrium Sulfit Konsentrasi 40-70%*.
- Scientific, F. (2020). *Material safety data sheet (MSDS): Natrium Sulfat*. https://www.itokindo.org/download/manajemen_modern/MSDS/SDS - Natrium Sulfat - Na2SO4 r1.pdf
- Scientific, F. (2020). *Material safety data sheet (MSDS): Asam Cuka 6,1-17,4 M*. https://www.itokindo.org/download/manajemen_modern/MSDS/SDS - Asam Cuka - CH3COOH - 6.1M-17.4M.pdf
- Scientific, F. (2020). *Material safety data sheet (MSDS): Fero Sulfat*. https://www.itokindo.org/download/manajemen_modern/MSDS/SDS - Fero Sulfat - FeSO4.pdf
- Scientific, F. (2020). *Material safety data sheet (MSDS): Kalsium Klorida*. https://www.itokindo.org/download/manajemen_modern/MSDS/SDS - Kalsium Klorida - CaCl2.pdf
- Scientific, F. (2020). *Material safety data sheet (MSDS): Natrium Nitrit*. https://www.itokindo.org/download/manajemen_modern/MSDS/SDS - Natrium Nitrit - NaNO2.pdf
- Scientific, F. (2020). *Material safety data sheet (MSDS): Ferri Klorida*. https://www.itokindo.org/download/manajemen_modern/MSDS/SDS - Ferri Klorida - FeCl3 r1.pdf
- Scientific, F. (2021). *Material safety data sheet (MSDS): Sodium Thiocyanate*. Material Safety Data Sheet. https://us.vwr.com/assetsvc/asset/en_US/id/16490607/contents
- Stuff, S. (2009). *Material safety data sheet (MSDS): Caustic soda (NaOH)*. https://doi.org/10.1007/978-0-387-30160-0_2029
- Stuff, S. (2014). *Material safety data sheet (MSDS): Asam Klorida (HCl) 50 %*. <http://www.sciencestuff.commsds/C1822.pdf>
- Sutia, C., Inabuy, V., Maryana, O. F. T., Hardanie, B. D., & Lestari, S. H. (2022). *Ilmu pengetahuan alam SMP/MTs kelas 9* (L. Tansah & A. Nurdiansyah (eds.); I). Pusat Perbukuan. <https://buku.kemdikbud.go.id>
- Trihadiningrum, Y. (2016). *Pengelolaan limbah bahan berbahaya & beracun (B3) (Pertama)*. Yogyakarta. Teknosains.
- Universitas Brawijaya. (2021). *Handling bahan kimia berbahaya dan beracun (B3) / handling hazardous material*. Universitas Brawijaya.

LAMPIRAN

Data Sumber Gambar

No Gambar	Sumber Gambar	No Gambar	Sumber Gambar
Gambar 1.1	: AhliLaboratorium	Gambar 1.31	: Motoro.id
Gambar 1.2	: AhliLaboratorium	Gambar 1.32	: Blibli
Gambar 1.3	: AhliLaboratorium	Gambar 1.33	: Rian Jaya Safety
Gambar 1.4	: AhliLaboratorium	Gambar 1.34	: tokopedia
Gambar 1.5	: AhliLaboratorium	Gambar 1.35	: safetysign.co.id
Gambar 1.6	: AhliLaboratorium	Gambar 1.36	: Cv Karya Putra Bungsu
Gambar 1.7	: AhliLaboratorium	Gambar 1.37	: Tokopedia
Gambar 1.10	: AhliLaboratorium	Gambar 1.38	: shopee
Gambar 1.11	: SIPLah Eureka	Gambar 2.1	: Dagusibu
Gambar 1.12	: Ilmu Kimia	Gambar 2.2	: Helo Sehat
Gambar 1.13	: Toko Kimia	Gambar 2.3	: Detik.Com
Gambar 1.14	: : e-katalog kimia	Gambar 2.4	: Halodok
Gambar 1.15	: Sentra kalbrasi Industri	Gambar 2.5	: Tugu Insurance
Gambar 1.16	: SIPLah Eureka	Gambar 2.6	: Dagusibu
Gambar 1.17	: SIPLah Bibil	Gambar 2.7	: Wanti Mindari
Gambar 1.18	: Cahaya Mustika	Gambar 2.8	: Detik.Com
Gambar 1.19	: Hach	Gambar 2.9	: GasingChannel
Gambar 1.20	: e-Katalog Kimia	Gambar 2.10	: Universitas Jambi
Gambar 1.21	: Labsmk	Gambar 2.11	: Gleneagles Hospital
Gambar 1.22	: Sentra Kalibrasi	Gambar 2.12	: Kompasiana
Gambar 1.23	: SIPLah Blibi	Gambar 2.13	: IlhamNawawi
Gambar 1.24	: PT Lab Solusi Indonesia	Gambar 2.14	: iStock
Gambar 1.25	: Farmasi Industri	Gambar 2.15	: Ruang Guru
Gambar 1.26	: Alibaba	Gambar 2.16	: Climate4life
Gambar 1.27	: e-Katalog-LKPD	Gambar 2.17	: Tendmod Group
Gambar 1.28	: Glassware	Gambar 3.1	: Mito Energi
Gambar 1.29	: Joyo Alkes	Gambar 3.2	: Inviro.id
Gambar 1.30	: Parto Indonesia	Gambar 3.3	: History
Gambar 3.4	: Made-in-China.com	Gambar 3.29	: HJChem
Gambar 3.5	: Amazon.in	Gambar 3.30	: Film Phase Studio
Gambar 3.6	: Alibaba	Gambar 3.31	: Alibaba

No Gambar	Sumber Gambar	No Gambar	Sumber Gambar
Gambar 3.7	: Taj Scientific Online	Gambar 3.32	: Kraft Chemical
Gambar 3.8	: Alibaba	Gambar 3.33	: Produsen China
Gambar 3.9	: IndiaMart	Gambar 3.34	: Alomedika
Gambar 3.10	: Nitrafert.com	Gambar 4.1	: Dinas Ketahanan Pangan dan Pertanian
Gambar 3.12	: Ferwer.com	Gambar 4.2	: Indonesian Biological Hertage
Gambar 3.13	: Blibi	Gambar 4.3	: Buku IPA SMP/MTs Kelas IX
Gambar 3.14	: PostbyRFQ	Gambar 4.4	: Buku IPA SMP/MTs Kelas IX
Gambar 3.15	: Bisa Kimia	Gambar 4.5	: Lingkungan Hutan
Gambar 3.16	: Tradeindia	Gambar 4.6	: Detik.Com
Gambar 3.17	: Camachem	Gambar 4.7	: Kompasiana
Gambar 3.18	: Sustar	Gambar 4.8	: <i>Agriculture</i>
Gambar 3.19	: Alibaba	Gambar 4.9	: Kompasiana
Gambar 3.20	: iStock	Gambar 4.10	: Iqbal-shalauddin-wordPress.com
Gambar 3.21	: IndiaMART		
Gambar 3.22	: Bahan-kimia.com		
Gambar 3.23	: Made-in-China.com		
Gambar 3.24	: Alibaba		
Gambar 3.25	: Alibaba		
Gambar 3.26	: <i>American Chemical Society</i>		
Gambar 3.27	: Timura Tunggal		
Gambar 3.28	: Practical Science		



Kurikulum
Merdeka



Pendidikan Kimia
Universitas Pendidikan Ganesha

Biodata Penulis



Anak Agung Nyoman Lestari atau kerap disapa Agung, lahir di Desa Gesing pada tanggal 27 September 2002. Dia menyelesaikan pendidikan dasar pada tahun 2015 di SD Negeri 2 Gesing, pendidikan menengah pertama pada tahun 2018 di SMP Negeri 2 Banjar, pendidikan menengah atas tahun 2021 di SMA Negeri 1 Banjar. Pada tahun 2021, dia melanjutkan pendidikan S1 di Universitas Pendidikan Ganesha dengan Program Studi Pendidikan Kimia.

Penyusunan buku suplemen penuntun praktikum kimia SMA ini tidak terlepas dari bimbingan kedua dosen pembimbing yang hebat yaitu Bapak Prof. Dr. Drs. I Ketut Sudiana, M.Kes dan Bapak I Nyoman Selamat, S.Si., M.Si. Buku ini bertujuan untuk meningkatkan perilaku peduli lingkungan pada peserta didik ketika melakukan praktikum kimia. Selain itu buku ini bermanfaat sebagai dasar pengetahuan dan penanganan limbah kimia yang ada di praktikum Kimia SMA dan semoga buku ini dapat menjadi acuan pengetahuan dasar peserta didik dalam mengelola limbah sebelum dibuang yang terdapat dalam kehidupan sehari-hari.



"Jagalah alam seperti menjaga diri sendiri, jika engkau tuang racun maka tidaklah mungkin madu yang engkau tuai"
-penulis

Penulis:
Anak Agung Nyoman Lestari

Dosen Pembimbing:
Prof. Dr. Drs. I Ketut Sudiana, M.Kes.
I Nyoman Selamat, S.Si., M.Si.

Lampiran 26.Pernyataan Keaslian Tulisan

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa karya tulis yang berjudul “ **Pengembangan Buku Edukasi: Buku Suplemen Penuntun Praktikum Kimia SMA untuk Meningkatkan Perilaku Peduli Lingkungan Siswa**” beserta seluruh isinya adalah benar-benar karya sendiri dan saya tidak melakukan penjiplakan dan pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung risiko/sanksi yang dijatuhkan kepada saya apabila kemudian ditemukan adanya pelanggaran atas etika keilmuan dalam karya saya ini atau ada klaim terhadap keaslian karya saya ini.

Singaraja, 22 Juni 2025

Yang membuat pernyataan,

The image shows a handwritten signature in black ink over a red official stamp. The stamp is rectangular and contains the text 'KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN' at the top, the Garuda Pancasila emblem in the center, and 'KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN' at the bottom. Below the emblem, the words 'NETRAL' and 'TEMPEL' are printed. At the very bottom of the stamp, the alphanumeric code '65185AMX238796713' is visible.

Anak Agung Nyoman Lestari

Lampiran 27. Riwayat Hidup

RIWAYAT HIDUP



Anak Agung Nyoman Lestari lahir di Gesing pada tanggal 27 September 2002. Penulis lahir dari pasangan suami istri Bapak Anak Agung Ketut Surata dan Ibu Nyoman Sekar. Penulis berkebangsaan Indonesia dan beragama Hindu. Penulis menyelesaikan pendidikan dasar di SD Negeri 2 Gesing dan lulus pada tahun 2015. Kemudian penulis melanjutkan jenjang sekolah menengah pertama di SMP Negeri 2 Banjar dan lulus pada tahun 2018. Pada tahun 2021 penulis lulus dari SMA Negeri 1 Banjar dan melanjutkan pendidikan di Universitas Pendidikan Ganesha. Pada semester akhir tahun 2025 penulis menyelesaikan Skripsi yang berjudul “ Pengembangan Buku Edukasi Lingkungan: Buku Suplemen Penuntun Praktikum Kimia untuk Meningkatkan Perilaku Peduli Lingkungan Siswa”

