

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah Penelitian

Ilmu kimia merupakan cabang dari ilmu pengetahuan alam yang mempelajari materi, meliputi struktur, komposisi, sifat, serta adanya perubahan yang dialami oleh suatu materi, dan juga energi yang menyertai perubahan tersebut (Mulyani, 2022). Dalam bidang kimia, terdapat dua ciri utama: pertama, ilmu yang berkaitan dengan pengetahuan tentang materi, dan kedua, ilmu yang muncul serta berkembang melalui percobaan atau eksperimen. Berdasarkan kedua karakteristik tersebut, ilmu kimia memiliki dua aspek yang tidak terpisahkan, yaitu sebagai produk dan sebagai proses. Sebagai produk, kimia mencakup kumpulan pengetahuan yang meliputi fakta, konsep, prinsip, hukum, serta teori yang telah dikembangkan. Dengan kata lain, kimia sebagai produk adalah hasil akhir dari penelitian dan eksperimen yang menghasilkan informasi ilmiah yang dapat digunakan untuk memahami dunia material di sekitar kita. Sebagai proses, kimia merujuk pada metode ilmiah dan keterampilan yang digunakan untuk memperoleh dan mengembangkan pengetahuan kimia. Ini mencakup berbagai aktivitas seperti observasi, eksperimen, analisis data, dan penarikan kesimpulan yang dilakukan secara sistematis untuk memahami fenomena kimia. Proses ini menuntut sikap ilmiah seperti keingintahuan, ketelitian, objektivitas, dan keterbukaan terhadap bukti baru (Budhiarti, 2019).

Memahami ilmu kimia dari kedua perspektif ini penting dalam pendidikan terutama dalam jenjang pendidikan menengah atas, karena dapat membantu siswa

dalam memahami pengetahuan kimia (produk) dan juga dapat mengembangkan keterampilan ilmiah serta sikap yang diperlukan untuk melakukan penyelidikan ilmiah (proses). Pendekatan ini juga dapat membantu meningkatkan pemahaman konsep dan kemampuan berpikir kritis siswa dalam mempelajari kimia di sekolah. Pembelajaran kimia menekankan pentingnya pemahaman konsep dan keterampilan praktis. Kegiatan praktikum di laboratorium memberikan pengalaman langsung yang membantu siswa memahami konsep kimia secara mendalam.

Kimia merupakan ilmu eksperimental yang tidak bisa dipahami hanya melalui membaca atau mendengarkan (Pemayun, 2020). Namun, pelaksanaan praktikum kimia di sekolah sering menghadapi berbagai kendala. Terdapat beberapa faktor yang menghambat pelaksanaan praktikum, seperti keterbatasan waktu, kurangnya sarana laboratorium, dan kesulitan guru dalam merancang bahan ajar praktikum yang sesuai (Damayanti, 2019). Dengan buku penuntun praktikum, pembelajaran kimia akan menjadi lebih terarah, efektif, dan aman. Adanya buku penuntun praktikum juga berfungsi sebagai alat untuk menghubungkan teori dengan praktik, menjadikan siswa lebih terlibat dan memahami materi secara mendalam.

Pembelajaran praktikum kimia di tingkat SMA memiliki peran penting dalam memperkuat pemahaman siswa terhadap teori kimia melalui pengalaman langsung. Praktikum ini memungkinkan siswa untuk mengasah keterampilan ilmiah, seperti melakukan observasi, menganalisis data, dan menyelesaikan masalah. Melalui praktikum, siswa dapat mengamati fenomena kimia secara langsung, sehingga mempermudah pemahaman terhadap konsep-konsep abstrak yang sulit dimengerti hanya melalui teori, seperti reaksi kimia, hukum-hukum dasar kimia, dan sifat-sifat materi. Selain itu pembelajaran kimia melalui praktikum dinilai dapat melatih siswa

dalam keterampilan ilmiah seperti observasi, pengukuran, analisis data, dan penarikan kesimpulan. Keterampilan ini esensial untuk membentuk pola pikir ilmiah dan kritis (Candra & Hidayati, 2020).

Di laboratorium pendidikan, praktikum kimia sering menghasilkan limbah yang dapat merusak lingkungan dan membahayakan kesehatan jika tidak ditangani dengan benar. Limbah ini dapat berupa sisa bahan kimia, larutan yang dihasilkan pada saat praktikum, atau hasil pencucian peralatan laboratorium. Tidak jarang juga pada saat praktikum menggunakan bahan kimia yang tergolong B3 atau Bahan Berbahaya dan Beracun, seperti asam kuat, basa kuat, logam berat, dan pelarut organik. Limbah yang bersifat B3 ini memerlukan penanganan khusus sesuai dengan peraturan pemerintah (D. Rahmawati & Alpiana, 2018). Selain itu hasil dari reaksi kimia dalam praktikum sering sekali menghasilkan limbah cair dengan pH ekstrem atau mengandung zat terlarut berbahaya. Misalnya, limbah dengan pH sangat rendah (asam) atau sangat tinggi (basa) yang dapat merusak ekosistem air jika dibuang langsung kedalam saluran pembuangan yang mana nantinya akan langsung mengalir ke lingkungan (Fajri et al., 2019).

Penerapan konsep *Green Chemistry* atau kimia hijau dalam pembelajaran kimia SMA memiliki peran penting dalam membentuk kesadaran lingkungan dan tanggung jawab ilmiah pada siswa. Pembelajaran kimia dengan menerapkan *Green Chemistry* dapat membantu siswa memahami pentingnya keberlanjutan dalam praktik kimia, sehingga siswa dapat lebih sadar akan dampak lingkungan dari aktivitas kimia (Azzajjad et al., 2024). Selain itu pendekatan *Green Chemistry* mendorong inovasi dalam metode pembelajaran kimia, seperti pengembangan bahan ajar yang dapat meminimalisir pembuangan limbah praktikum ke

lingkungan. Dengan memahami dan menerapkan prinsip *Green Chemistry*, siswa diharapkan kedepannya dapat menghadapi dan mencari solusi terhadap tantangan lingkungan global yang berkaitan dengan industri kimia.

Berbagai jenis limbah dihasilkan selama praktikum kimia di laboratorium, dan salah satunya yang paling banyak atau sering muncul adalah limbah cair yang bersifat B3. Pengelolaan limbah yang dihasilkan laboratorium kimia telah diatur melalui berbagai peraturan pemerintah dan juga menekankan pada pengelolaan limbah. Salah satu peraturan yang mengatur tentang pengolahan limbah adalah Peraturan Pemerintah Nomor 101 Tahun 2014 mengenai Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun. Semua aturan yang diperlukan untuk mengelola limbah B3, termasuk penetapan, pengurangan, penyimpanan, pengumpulan, pengangkutan, pemanfaatan, pengolahan, dan penimbunan, diatur dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 14 Tahun 2013 tentang Simbol dan Label Bahan Berbahaya dan Beracun. Peraturan ini juga membahas cara memberi label dan simbol pada wadah limbah B3 agar dapat diidentifikasi.

Kegiatan praktikum di laboratorium kimia SMA sering menghasilkan limbah cair. Saat ini, belum tersedia buku penuntun praktikum yang memuat Standar Operasional Prosedur (SOP) penanganan limbah cair sisa praktikum yang dapat digunakan oleh siswa SMA sebagai panduan dalam melaksanakan praktikum kimia. Tidak adanya penuntun ini dapat menyebabkan kurangnya pemahaman siswa terhadap pentingnya menangani limbah laboratorium, sehingga berpotensi menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan dan keselamatan kerja. Studi oleh Sultan, Widajati, dan Badriyah (2023) menunjukkan bahwa penggunaan bahan kimia di laboratorium pendidikan memiliki konsekuensi kesehatan yang signifikan,

sehingga pengendalian limbah yang dihasilkan menjadi krusial. Oleh karena itu, pengembangan buku penuntun praktikum yang mengintegrasikan SOP penanganan limbah cair menjadi langkah penting dalam menciptakan praktik laboratorium yang aman, bertanggung jawab, dan berwawasan lingkungan. Penanganan limbah cair dapat dilakukan oleh siswa SMA yaitu dengan cara ditampung dalam wadah khusus yang tahan terhadap bahan kimia dan diberi label sesuai dengan jenis dan karakteristik limbahnya sebelum dilakukan pengolahan lebih lanjut. Agar praktikum yang dilakukan siswa tidak memberi dampak negatif terhadap lingkungan, institusi pendidikan perlu mengedukasi guru, staf laboratorium, dan siswa mengenai prosedur penanganan limbah yang aman dan sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Sebagai solusi atas permasalahan limbah cair yang dihasilkan dari praktikum kimia di SMA, diperlukan penyusunan buku penuntun praktikum kimia yang dilengkapi dengan Standar Operasional Prosedur (SOP) penanganan limbah cair. Buku ini tidak hanya memuat panduan untuk pelaksanaan praktikum, tetapi juga menyediakan langkah-langkah detail dalam penyimpanan limbah cair sisa praktikum. Disertakannya Standar Operasional Prosedur (SOP) penanganan limbah dalam buku penuntun praktikum bertujuan untuk meningkatkan kesadaran siswa terhadap pentingnya pengelolaan limbah laboratorium yang aman dan bertanggung jawab. Dengan adanya SOP dalam buku penuntun, siswa dapat memahami prosedur yang tepat dalam menyimpan limbah sesuai standar keamanan dan peraturan yang berlaku. Selain itu, penerapan SOP juga berperan dalam menciptakan kebiasaan kerja yang lebih disiplin dan terstruktur, sehingga dapat mengurangi risiko kecelakaan di laboratorium. Melalui panduan yang sistematis, siswa tidak hanya

memperoleh keterampilan praktikum kimia, tetapi juga membangun kesadaran akan pentingnya menjaga lingkungan dan keselamatan dalam setiap kegiatan praktikum. Pengembangan buku penuntun praktikum kimia untuk SMA yang bermuatan SOP pengolahan limbah cair dikembangkan menggunakan metode pengembangan 4D (*Define, Design, Develop, Disseminate*). Menggunakan metode pengembangan 4D ini karena metode ini dianggap lebih memiliki struktur yang jelas dan juga terorganisir, menyediakan kerangka kerja yang terstruktur, yang terdiri dari empat tahap utama yang memudahkan peneliti untuk fokus pada tiap aspek penelitian secara sistematis.

1.2 Identifikasi Masalah

Didasari dari penjelasan pada latar belakang tersebut, masalah yang diidentifikasi dapat dituliskan sebagai berikut.

1. Belum adanya buku penuntun praktikum yang bermuatan SOP penanganan limbah cair sisa praktikum yang dijadikan peserta didik sebagai panduan untuk dilaksankannya praktikum kimia
2. Pembelajaran yang terdapat dalam materi pembelajaran kimia kelas X semester I belum diterapkannya prinsip *Green Chemistry* dilihat dari buangan limbah sisa praktikum yang belum ditangani dengan baik oleh peserta didik
3. Belum ada buku penuntun praktikum untuk pembelajaran kimia di kelas X semester I yang dapat memudahkan peserta didik untuk melakukan praktikum dan juga menangani limbah buangan sisa praktikum

1.3 Pembatasan Masalah

Didasari dari identifikasi permasalahan tersebut, penelitian ini lebih ditujukan kepada masalah ketiga yang mana permasalahan tersebut adalah belum adanya buku penuntun praktikum untuk pembelajaran kimia di kelas X semester I yang dapat memudahkan peserta didik untuk melakukan praktikum dan juga untuk menangani limbah buangan sisa praktikum terutama limbah cairnya tidak ditangani dengan baik dan cenderung berbahaya bagi lingkungan. Alasan dipilihnya permasalahan ini adalah dikarenakan permasalahan ini mampu merangkum permasalahan lainnya sehingga pemecahan masalah yang dapat dilakukan adalah dengan mengembangkan buku penuntun praktikum untuk pembelajaran kimia di kelas X semester I sehingga pada buku yang akan dikembangkan nantinya akan menerapkan prinsip *Green Chemistry* dan menyertakan pengolahan limbah cair hasil dari praktikum pada mata pelajaran Kimia kelas X semester I.

1.4 Rumusan Masalah

Dengan latar belakang serta pembatasan masalah di atas, didapatkanlah beberapa rumusan permasalahan sebagai berikut.

1. Bagaimanakah karakteristik buku Panduan Praktikum Kimia kelas X semester I yang disertai dengan SOP penanganan limbah cair sisa praktikum?
2. Bagaimanakah kualitas buku Panduan Praktikum Kimia kelas X semester I yang disertai dengan SOP penanganan limbah cair sisa praktikum untuk meningkatkan kesadaran lingkungan ditinjau dari kevalidan isi, bahasa, dan media?

3. Bagaimanakan kualitas buku Panduan Praktikum Kimia kelas X semester I yang disertai dengan SOP penanganan limbah cair sisa praktikum untuk meningkatkan kesadaran lingkungan ditinjau dari hasil uji keterbacaan dan kepraktisan?

1.5 Tujuan Penelitian

Beberapa tujuan utama yang ingin dicapai peneliti pada penelitian pengembangan ini dapat dilihat sebagai berikut.

1. Mendeskripsikan dan menjelaskan karakteristik buku Penuntun Praktikum Kimia kelas X semester I yang disertai dengan SOP penanganan limbah cair sisa praktikum.
2. Mendeskripsikan dan menjelaskan validitas isi, bahasa dan media dari buku Penuntun Praktikum Kimia kelas X semester I yang disertai dengan SOP penanganan limbah cair sisa praktikum.
3. Mendeskripsikan dan menjelaskan keterbacaan dan kepraktisan dari buku Penuntun Praktikum Kimia kelas X semester I yang disertai dengan SOP penanganan limbah cair sisa praktikum.

1.6 Manfaat Penelitian

Penelitian pengembangan Buku Materi Praktikum Kimia kelas X bermuatan SOP Penanganan Limbah Cair Sisa Praktikum diharapkan mampu memberikan manfaat baik secara teoretis maupun praktis.

1. Manfaat secara Teoritis

Secara teoretis, manfaat yang diharapkan dari adanya penelitian ini adalah dapat bertambahnya referensi bahan ajar yang dipakai siswa khususnya Penuntun Praktikum Kimia kelas X semester I bermuatan SOP penanganan limbah cair sisa praktikum, upaya menciptakan proses pembelajaran yang berkualitas.

2. Manfaat secara Praktis

- a. Manfaat bagi guru sebagai pengajar, Buku Penuntun Praktikum Kimia kelas X semester I yang disertai dengan SOP penanganan limbah cair sisa praktikum, diharapkan dapat berguna sebagai bahan ajar alternatif pada saat melakukan praktikum kimia di laboratorium.
- b. Bagi siswa Buku Penuntun Praktikum Kimia kelas X semester I yang disertai dengan SOP penanganan limbah cair sisa praktikum ini diharapkan dapat meningkatkan pemahaman siswa sehingga hasil belajar siswa juga meningkat serta dapat memberikan kemudahan pada siswa untuk memahami pentingnya menerapkan konsep *Green Chemistry* pada praktikum demi menjaga lingkungan dari limbah-limbah laboratorium.
- c. Bagi peneliti lain, Penuntun Praktikum Kimia kelas X semester I yang disertai dengan SOP penanganan limbah cair sisa praktikum ini diharapkan dapat memberikan gambaran sehingga peneliti lain dapat mengembangkan bahan ajar serupa pada materi dan jenjang pendidikan lainnya.