

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar belakang

Pembelajaran sains pada hakikatnya tidak hanya menekankan penguasaan konsep teoretis, tetapi juga proses ilmiah yang diperoleh melalui pengalaman langsung. Kegiatan praktikum memberikan pengalaman nyata kepada peserta didik dalam mengamati fenomena, melakukan pengukuran, serta menghubungkan konsep teoretis dengan bukti empiris. Dalam konteks pendidikan sains, praktikum dipandang sebagai komponen integral yang tidak dapat dipisahkan dari pembelajaran kimia yang berkualitas karena berperan dalam membangun pemahaman konseptual, mengembangkan keterampilan proses sains, serta meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan analitis peserta didik (Bretz, 2019). Melalui praktikum, konsep-konsep kimia yang bersifat abstrak dapat divisualisasikan sehingga lebih mudah dipahami (Abrahams & Millar, 2008).

Pelaksanaan praktikum kimia di sekolah masih menghadapi berbagai kendala. Tidak semua sekolah memiliki laboratorium kimia yang memadai, terutama di daerah-daerah dengan keterbatasan anggaran dan infrastruktur. Keterbatasan alat dan bahan laboratorium menjadi permasalahan umum yang menghambat keterlaksanaan praktikum secara optimal (Rahman, 2015). Waktu yang tersedia juga relatif terbatas, mengingat kegiatan praktikum memerlukan tahap persiapan alat dan bahan, pelaksanaan eksperimen, serta pembersihan alat setelah praktikum selesai (Siagian, 2017). Kondisi ini menyebabkan kegiatan praktikum tidak selalu dapat dilaksanakan secara optimal dalam proses pembelajaran kimia di sekolah.

Selain keterbatasan fasilitas, permasalahan lain yang perlu mendapat perhatian dalam kegiatan praktikum kimia adalah jumlah limbah yang dihasilkan. Praktikum kimia pada umumnya menggunakan volume larutan

yang relatif besar sehingga menghasilkan limbah kimia dalam jumlah cukup banyak. Apabila limbah tersebut tidak dikelola dengan baik, berpotensi menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan (Manahan, 2006). Di sisi lain, kesadaran terhadap pentingnya pengelolaan limbah dan pengurangan bahan kimia berbahaya dalam kegiatan praktikum di sekolah saat ini masih tergolong rendah, dan pembelajaran kimia belum sepenuhnya mengintegrasikan prinsip-prinsip ramah lingkungan.

Upaya mengatasi permasalahan limbah dan menanamkan kesadaran lingkungan dalam pembelajaran kimia dapat dilakukan melalui penerapan prinsip *green chemistry*. *Green chemistry* merupakan prinsip yang menekankan perancangan produk dan proses kimia yang dapat mengurangi atau menghilangkan penggunaan serta pembentukan zat berbahaya (Anastas & Warner, 1998). Dalam konteks pendidikan, penerapan prinsip *green chemistry* dalam kegiatan praktikum tidak hanya bertujuan meminimalkan dampak lingkungan, tetapi juga membentuk kesadaran peserta didik mengenai pentingnya keberlanjutan lingkungan sejak dini.

Materi kimia yang sangat memerlukan pendekatan eksperimental sekaligus berpotensi besar untuk mengintegrasikan prinsip *green chemistry* adalah materi asam-basa. Materi ini mencakup konsep reaksi netralisasi, penggunaan indikator, serta titrasi asam-basa yang menuntut pemahaman mendalam tentang perubahan warna indikator dan penentuan titik ekuivalen. Pemahaman terhadap konsep-konsep tersebut akan lebih optimal apabila peserta didik dapat mengamati secara langsung melalui kegiatan eksperimen (Chang & Goldsby, 2016). Namun, konsep asam-basa termasuk materi yang sulit dipahami karena melibatkan representasi makroskopik, mikroskopik, dan simbolik secara bersamaan (Taber, 2013), serta kerap menimbulkan miskonsepsi pada konsep ionisasi dan interpretasi perubahan warna indikator selama titrasi berlangsung (Sheppard, 2006).

Strategi yang dapat menjawab tantangan keterbatasan fasilitas sekaligus mendukung penerapan *green chemistry* dalam praktikum asam-basa adalah *Small-Scale Chemistry* (SSC) atau praktikum skala kecil. SSC

menggunakan volume bahan kimia dalam jumlah yang sangat kecil dibandingkan praktikum pada umumnya, sehingga lebih aman, ekonomis, menghasilkan limbah lebih sedikit, serta lebih efisien dari segi waktu dan biaya (Toma, 2021). SSC juga dapat dilaksanakan di ruang kelas biasa tanpa memerlukan laboratorium khusus, sehingga sangat relevan bagi sekolah dengan keterbatasan fasilitas (Hidayah *et al.*, 2023). Penerapan praktikum microscale pada materi asam-basa terbukti dapat meningkatkan pemahaman peserta didik terhadap prinsip-prinsip *green chemistry* secara signifikan (Affriliani, 2023).

Untuk mendukung pelaksanaan praktikum skala kecil secara sistematis, diperlukan suatu perangkat yang dapat memfasilitasi kegiatan eksperimen secara terpadu. Kit praktikum merupakan seperangkat alat dan bahan yang dirancang secara terpadu untuk memudahkan pelaksanaan kegiatan eksperimen dalam proses pembelajaran. Pengembangan kit praktikum skala kecil berbasis prinsip *green chemistry* diharapkan dapat membantu guru dan peserta didik dalam melaksanakan praktikum kimia yang lebih efisien, aman, serta ramah lingkungan, sekaligus menjadi solusi bagi sekolah yang memiliki keterbatasan fasilitas laboratorium.

Pengembangan kit praktikum skala kecil yang secara spesifik berfokus pada materi asam-basa dengan prinsip *green chemistry* di tingkat SMA hingga saat ini masih belum banyak dilakukan. Penelitian yang ada umumnya berfokus pada pengembangan modul atau penuntun praktikum titrasi asam-basa tanpa disertai praktikum skala kecil (Wahab *et al.*, 2021; Kurnia *et al.*, 2025), sementara penelitian yang menerapkan microscale pada materi asam-basa umumnya tidak menghasilkan kit praktikum yang terstruktur dan tervalidasi sebagai produk utama (Affriliani, 2023). Oleh karena itu, penelitian ini mengembangkan kit praktikum skala kecil berbasis *green chemistry* pada materi asam-basa sebagai produk yang belum banyak tersedia, sekaligus menawarkan praktikum yang lebih efisien, aman, dan ramah lingkungan untuk diterapkan di sekolah.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini difokuskan pada pengembangan kit praktikum skala kecil berbasis *green chemistry* pada materi asam-basa. Pengembangan dilakukan secara sistematis menggunakan model ADDIE yang mencakup tahap *Analysis*, *Design*, *Development*, *Implementation*, dan *Evaluation* (Branch, 2009). Produk yang dihasilkan diharapkan mampu menjawab permasalahan keterbatasan alat dan bahan, mengurangi limbah kimia secara signifikan, menanamkan kesadaran *green chemistry* kepada peserta didik, serta menghasilkan kit praktikum yang valid, layak, dan mudah diterapkan di sekolah.

B. Fokus Penelitian

Fokus penelitian ini diarahkan pada pengembangan dan pengujian kelayakan produk berupa kit praktikum skala kecil berbasis *green chemistry* pada materi asam-basa yang dapat digunakan dalam pembelajaran kimia di tingkat sekolah menengah. Secara lebih rinci, fokus penelitian ini meliputi:

1. Pengembangan kit praktikum skala kecil berbasis *green chemistry* pada materi asam-basa melalui tahapan sistematis model ADDIE, yang dirancang untuk mengurangi penggunaan bahan kimia, meminimalkan limbah praktikum, serta dapat digunakan pada sekolah dengan keterbatasan fasilitas laboratorium.
2. Kualitas produk yang dihasilkan, mencakup kesesuaian desain dengan karakteristik materi asam-basa serta kemudahan penggunaan oleh peserta didik dalam kegiatan praktikum.
3. Kelayakan produk yang meliputi aspek validitas berdasarkan penilaian ahli materi dan ahli media, serta kepraktisan berdasarkan respons pengguna terhadap penggunaan kit praktikum dalam kegiatan pembelajaran.
4. Efisiensi pengurangan penggunaan bahan kimia pada kit praktikum skala kecil dibandingkan dengan praktikum di sekolah sebagai indikator keberhasilan penerapan prinsip *green chemistry*.

Dengan demikian, penelitian ini tidak berfokus pada pengukuran efektivitas hasil belajar melalui desain eksperimen komparatif, melainkan pada proses pengembangan produk dan penilaian kelayakan kit praktikum skala kecil berbasis *green chemistry* pada materi asam-basa sebagai luaran utama penelitian.

C. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan fokus penelitian yang telah diuraikan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana tingkat kelayakan kit praktikum skala kecil berbasis *green chemistry* pada materi asam-basa yang dikembangkan?
2. Bagaimana efisiensi penggunaan bahan kimia pada praktikum asam-basa skala kecil berbasis *green chemistry* yang telah dikembangkan dibandingkan dengan praktikum di sekolah?

Rumusan masalah ini menjadi dasar dalam menentukan tahapan pengembangan produk serta prosedur penilaian kelayakan kit praktikum yang dihasilkan.

D. Manfaat Hasil Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat baik secara teoretis maupun praktis sebagai berikut:

1. Manfaat Teoretis

Secara teoretis, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan pembelajaran kimia berbasis praktikum, khususnya melalui pengembangan kit praktikum skala kecil berbasis *green chemistry* pada materi asam-basa. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memperkaya kajian mengenai pengembangan media atau perangkat praktikum yang lebih efisien, aman, serta ramah lingkungan dalam pembelajaran kimia. Selain itu, penelitian ini juga dapat menjadi referensi ilmiah dalam pengembangan produk pembelajaran berbasis model ADDIE pada materi kimia di tingkat sekolah menengah.

2. Manfaat Praktis

a. Bagi Guru

Memberikan alternatif inovatif dalam pelaksanaan praktikum asam-basa yang lebih hemat bahan kimia, aman, dan sesuai dengan keterbatasan fasilitas laboratorium sekolah melalui penggunaan kit praktikum skala kecil.

b. Bagi Peserta Didik

Membantu peserta didik memahami konsep asam-basa secara lebih konkret melalui kegiatan praktikum skala kecil serta meningkatkan keterampilan proses sains melalui kegiatan eksperimen yang sederhana dan efisien.

c. Bagi Sekolah

Memberikan solusi pelaksanaan praktikum kimia yang lebih ekonomis dan ramah lingkungan dengan meminimalkan penggunaan bahan kimia serta mengurangi limbah praktikum di laboratorium sekolah.

d. Bagi Peneliti Selanjutnya

Menjadi rujukan dalam pengembangan media atau kit praktikum berbasis *small-scale chemistry* dan *green chemistry* pada materi kimia lainnya serta membuka peluang penelitian lanjutan terkait pengembangan praktikum kimia yang lebih efektif dan berkelanjutan.