

Validitas dan Praktikalitas Panduan Praktikum Termokimia Berbasis *Green Chemistry* dan *Chemoentrepreneurship* untuk SMA/MA

Anita Efrilda Suhadini¹, Andromeda Andromeda*¹ and Margarita Claudya Maida¹

¹Program Studi Pendidikan Kimia, Fakultas Matematika dan IPA, Universitas Negeri Padang, Sumatera Barat, Indonesia.

*Email: andromeda@fmipa.unp.ac.id

ABSTRACT

The implementation of practical activities in several schools in Padang City has not yet fully supported science process skills and graduate profile dimensions due to limitations in facilities, equipment, materials, time, practical guides, and waste management. This study aimed to develop a thermochemistry practical guide based on green chemistry and chemoentrepreneurship and to analyze the validity and practicality of the developed product. The study was conducted at the Chemistry Laboratory of Universitas Negeri Padang and one senior high school in Padang City using the Plomp development model through the preliminary research and prototyping phase. The study was limited to Prototype IV, which included validity and practicality testing of the developed product. Validation was conducted by five lecturers as expert reviewers using Aiken's V index, covering content, presentation, language, and graphical aspects. The validation results showed Aiken's V values of 0.88 for content, 0.87 for presentation, 0.84 for language, and 0.88 for graphical aspects, with an overall average of 0.87, categorized as valid. The practicality test obtained a percentage of 93.48%, categorized as very practical. The study shows that the developed thermochemistry practical guide based on green chemistry and chemoentrepreneurship is valid and very practical for use in thermochemistry learning.

Keywords: Practicum guide, Thermochemistry, Green chemistry, Chemoentrepreneurship

ABSTRAK

Pelaksanaan praktikum di beberapa sekolah Kota Padang belum sepenuhnya optimal dalam mendukung keterampilan proses sains dan dimensi profil lulusan karena keterbatasan fasilitas, alat, bahan, waktu, panduan praktikum, serta pengelolaan limbah. Penelitian ini bertujuan mengembangkan panduan praktikum termokimia berbasis *green chemistry* dan *chemoentrepreneurship* serta menganalisis validitas dan praktikalitas produk yang dikembangkan. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Kimia Universitas Negeri Padang dan salah satu SMA di Kota Padang menggunakan model pengembangan Plomp melalui tahap *preliminary research* dan *prototyping phase*. Penelitian ini dibatasi sampai prototipe IV yang mencakup uji validitas dan praktikalitas terhadap produk yang dikembangkan. Validasi dilakukan oleh lima orang dosen sebagai *expert* menggunakan indeks *Aiken's V* yang mencakup aspek isi, penyajian, kebahasaan, dan kegrafisan. Hasil validasi menunjukkan nilai

Aiken's V aspek isi sebesar 0,88, penyajian 0,87, kebahasaan 0,84, dan kegrafisan 0,88, dengan rata-rata keseluruhan sebesar 0,87 dalam kategori valid. Hasil uji praktikalitas memperoleh persentase sebesar 93,48% dengan kategori sangat praktis. Penelitian ini menunjukkan panduan praktikum termokimia berbasis *green chemistry* dan *chemoentrepreneurship* yang dikembangkan dinyatakan valid dan sangat praktis untuk digunakan dalam pembelajaran termokimia.

Kata Kunci: Panduan praktikum, Termokimia, *Green chemistry*, *Chemoentrepreneurship*

PENDAHULUAN

Kurikulum menempatkan kegiatan pembelajaran kimia tidak hanya pada penguasaan konsep, tetapi juga pada penerapan keterampilan proses sains melalui kegiatan penyelidikan. BSKAP Nomor 46 Tahun 2025 menetapkan capaian pembelajaran kimia yang mencakup elemen pemahaman kimia dan keterampilan proses sains, seperti mengamati, merencanakan dan melakukan penyelidikan, memproses serta menganalisis data, mengevaluasi hasil, dan mengomunikasikan hasil penyelidikan. Ketentuan tersebut juga sejalan dengan Permendikdasmen Nomor 10 Tahun 2025 yang menetapkan dimensi profil lulusan sebagai arah pengembangan kompetensi murid dalam proses pembelajaran. Salah satu bentuk pembelajaran yang dapat mengintegrasikan pemahaman konsep dan keterampilan proses sains adalah kegiatan praktikum. Pada materi termokimia, praktikum memungkinkan murid mengamati secara langsung perubahan energi yang menyertai proses kimia sehingga konsep yang dipelajari dapat dihubungkan dengan hasil pengamatan. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa pembelajaran termokimia memerlukan kegiatan praktikum yang didukung oleh panduan yang sesuai dengan kebutuhan pembelajaran.

Keberhasilan kegiatan praktikum dipengaruhi oleh ketersediaan fasilitas laboratorium yang memadai, seperti ruang penyimpanan, peralatan kimia, dan ruang

praktikum yang kondusif (Namira dkk., 2020). Kegiatan praktikum kimia di sekolah dapat mengalami keterbatasan dalam pelaksanaannya karena kondisi fasilitas laboratorium dan kebutuhan pendukung praktikum yang belum selalu memadai (Nurrahmah dkk., 2023). Sejalan dengan penelitian (Mardhiya & Laila, 2022) pelaksanaan praktikum masih menghadapi kendala berupa keterbatasan peralatan, waktu yang terbatas, dan manajemen laboratorium yang kurang optimal.

Berdasarkan hasil observasi pada tiga SMA di Kota Padang dan wawancara menggunakan lembar wawancara dengan satu orang guru kimia serta dua orang murid pada setiap sekolah, ditemukan bahwa pelaksanaan praktikum kimia belum sepenuhnya berjalan secara optimal. Hasil observasi menunjukkan bahwa terdapat sekolah yang memiliki fasilitas laboratorium yang cukup memadai, tetapi terdapat pula sekolah yang mengalami keterbatasan fasilitas, alat, bahan, dan waktu pelaksanaan praktikum. Kondisi tersebut menyebabkan beberapa kegiatan praktikum dilaksanakan di dalam kelas atau tidak terlaksana secara optimal. Hasil wawancara dengan guru dan murid juga menunjukkan bahwa keterbatasan fasilitas dan ketersediaan alat serta bahan menjadi kendala dalam pelaksanaan praktikum. Temuan tersebut menunjukkan adanya kebutuhan terhadap panduan praktikum yang dapat membantu pelaksanaan praktikum kimia dengan menyesuaikan

kondisi dan keterbatasan yang terdapat di sekolah.

Berdasarkan hasil observasi, wawancara, dan analisis terhadap panduan praktikum yang digunakan di sekolah, ditemukan bahwa beberapa panduan praktikum belum sepenuhnya disusun secara sistematis serta belum memuat petunjuk keselamatan kerja, tujuan praktikum, dan langkah kerja yang jelas. Panduan praktikum berfungsi sebagai pedoman pelaksanaan praktikum agar kegiatan berlangsung secara terarah dan efektif (Hayati, 2025). Panduan praktikum yang disusun secara sistematis terdiri atas tiga bagian utama, yaitu pendahuluan, isi, dan penutup. Ketiga bagian tersebut tersusun dari beberapa komponen, meliputi sampul depan, kata pengantar, daftar isi, tata tertib praktikum, judul praktikum, tujuan praktikum, materi, alat dan bahan, prosedur kerja, pertanyaan, daftar rujukan, profil penyusun, dan sampul belakang. (Rz dkk., 2022).

Hasil wawancara dengan guru juga menunjukkan bahwa limbah praktikum masih dibuang ke lingkungan secara langsung tanpa melalui tahapan pengelolaan sehingga berpotensi menimbulkan pencemaran lingkungan. Pelaksanaan praktikum kimia juga perlu memperhatikan dampaknya terhadap lingkungan. Kegiatan praktikum kimia seringkali menggunakan bahan yang berpotensi menghasilkan limbah berbahaya yang berpotensi menyebabkan pencemaran lingkungan jika tidak dikelola secara tepat. (Al Idrus dkk., 2020). Penggunaan bahan kimia secara berlebihan serta pengelolaan limbah praktikum yang belum sesuai dengan ketentuan dapat meningkatkan risiko pada kelestarian lingkungan dan kesehatan (Asyhar & Minarni, 2023).

Penerapan prinsip *green chemistry* menjadi salah satu solusi untuk mengurangi dampak penggunaan bahan kimia terhadap

lingkungan melalui pengurangan zat berbahaya, penggunaan reagen yang lebih aman, pemanfaatan sumber daya terbarukan, serta pengurangan limbah (Gifary, 2024). Penerapan prinsip *green chemistry* dalam pendidikan kimia dapat menjadi pendekatan untuk mengenalkan praktik kimia yang lebih berkelanjutan melalui kegiatan pembelajaran di tingkat sekolah menengah (Nahlik dkk., 2023). Dalam penelitian ini, prinsip *green chemistry* dioperasionalkan melalui pengurangan skala penggunaan reagen, pemilihan bahan yang relatif lebih aman, pencegahan limbah, dan perancangan eksperimen yang meminimalkan dampak terhadap lingkungan. Dengan demikian, penerapan *green chemistry* diwujudkan melalui pemilihan bahan, penggunaan bahan dalam jumlah yang lebih kecil, pengurangan sisa bahan, dan pengelolaan limbah praktikum.

Pendekatan *chemoentrepreneurship* juga dapat menjadi alternatif dalam menunjang kegiatan praktikum yang bermakna sesuai dengan capaian pembelajaran pada keterampilan proses sains dan dimensi profil lulusan yaitu kemandirian, kreativitas, kolaborasi dan komunikasi. Penelitian Kurniawati dkk. (2021) menunjukkan bahwa pembelajaran berorientasi *chemoentrepreneurship* dapat meningkatkan keterampilan proses sains, seperti mengamati, merancang percobaan, melakukan praktikum, menganalisis data, dan mengomunikasikan hasil. Melalui pendekatan tersebut, murid didorong untuk memahami penerapan konsep kimia dalam konteks kehidupan sehari-hari dengan menghasilkan suatu produk yang tidak hanya bermanfaat, tetapi juga berpotensi memiliki nilai ekonomi. Sejalan dengan penelitian Nickyanti dkk. (2020) menunjukkan bahwa praktikum berbasis *chemoentrepreneurship* meningkatkan hasil belajar murid.

Green chemistry dapat mendukung elemen pemahaman kimia melalui penerapan konsep termokimia dengan memperhatikan penggunaan bahan, keselamatan, dan lingkungan. *Chemoentrepreneurship* dapat mendukung elemen keterampilan proses sains melalui kegiatan penerapan konsep kimia dalam pengembangan produk. Kedua pendekatan tersebut saling melengkapi dalam menghubungkan pemahaman konsep dengan penerapan kimia melalui kegiatan praktikum. Integrasi keduanya dapat diterapkan melalui penggunaan alat dan bahan sederhana sesuai dengan keterbatasan fasilitas laboratorium di sekolah. Namun, integrasi *green chemistry* dan *chemoentrepreneurship* panduan praktikum termokimia SMA/MA masih terbatas. Berdasarkan permasalahan dan kesenjangan tersebut, penelitian ini bertujuan mengembangkan panduan praktikum termokimia berbasis *green chemistry* dan *chemoentrepreneurship* untuk SMA/MA serta menganalisis validitas dan praktikalitas produk yang dikembangkan.

METODE

Metode *Educational Design Research* (EDR) digunakan dalam penelitian ini dengan mengacu pada model pengembangan Plomp yang meliputi tiga fase, yaitu *preliminary research*, *prototyping phase*, dan *assessment phase* (Plomp & Nieveen, 2013). Penelitian difokuskan sampai *prototyping phase* dengan rangkaian kegiatan pengembangan yang menghasilkan Prototipe I sampai Prototipe IV. Penelitian dibatasi sampai *prototyping phase* karena tujuan penelitian adalah menghasilkan *prototype* yang memenuhi kriteria valid dan praktis. Uji praktikalitas yang dilakukan merupakan bagian dari evaluasi formatif terhadap *prototype* untuk memperoleh informasi sebagai dasar perbaikan produk, bukan

assessment phase untuk menguji efektivitas produk. Fase *assessment* yang berorientasi pada pengujian efektivitas produk belum dilakukan.

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Kimia FMIPA Universitas Negeri Padang serta pada salah satu SMA di Kota Padang. Partisipan penelitian terdiri atas lima dosen Pendidikan Kimia FMIPA Universitas Negeri Padang yang berperan sebagai validator, tiga murid kelas XI Fase F yang mengikuti evaluasi *one to one* dengan kemampuan akademik tinggi, sedang, dan rendah. Pemilihan murid dilakukan berdasarkan rekomendasi guru mata pelajaran. Pada tahap ini, setiap murid diberikan Panduan Praktikum Termokimia berbasis *green chemistry* dan *chemoentrepreneurship* untuk dibaca dan dipahami secara individual. Evaluasi dilakukan untuk mengetahui keterbacaan bahasa, kejelasan materi, kejelasan petunjuk dan langkah kerja, serta kesesuaian tampilan panduan. Selama proses evaluasi, peneliti memperhatikan bagian panduan yang sulit dipahami oleh murid. Setelah menggunakan panduan, dilakukan wawancara secara langsung dengan masing-masing murid untuk memperoleh tanggapan, kesulitan, dan saran terhadap panduan praktikum serta sembilan murid yang dilibatkan dalam pengujian praktikalitas panduan praktikum. Instrumen yang digunakan untuk memperoleh data meliputi lembar validasi, lembar evaluasi *one to one evaluation*, dan angket praktikalitas.

Teknik Analisis Validitas

$$V = \frac{\sum S}{n(c - 1)}$$

$$S = r - I_o$$

Keterangan:

V = Indeks tingkat kesepakatan

Validator

r = Nilai/ skor pada kategori yang dipilih oleh validator

n = Jumlah validator yang terlibat
 lo = Nilai penilaian validitas terendah
 (lo = 1)
 c = Nilai validitas tertinggi
 (c = 5)

Tabel 1. Kategori validitas Berdasarkan Skala
Aiken's V

Rentang <i>Aiken's V</i>	Kategori
$V < 0,80$	Tidak Valid
$V \geq 0,80$	Valid

(Aiken, 1985)

Teknik Analisis Praktikalitas

Teknik praktikalitas diperoleh melalui penyebaran angket kepada murid, data dianalisis menggunakan rumus :

$$NP = \frac{R}{SM} 100\%$$

Keterangan:

NP = Persentase nilai yang dihitung
 (Praktikalitas produk)

R = Total nilai yang diperoleh dari
 angket

SM = Nilai maksimum yang dapat
 diperoleh dari angket

Tabel 2. Kategori Kepraktisan

Skor	Kriteria
86%-100%	Sangat Praktis
76%-85%	Praktis
60%-75%	Cukup Praktis
55%-59%	Kurang
$\leq 54\%$	Tidak Praktis

(Purwanto, 2010)

HASIL DAN DISKUSI

Tahap Penelitian Pendahuluan (Preliminary Research)

Analisis Kebutuhan dan Konteks

Analisis kebutuhan dilakukan melalui wawancara dengan guru kimia, sedangkan analisis konteks didasarkan pada capaian pembelajaran (CP) serta tujuan pembelajaran (TP) dan strategi pembelajaran sesuai kurikulum nasional.

Hasil wawancara menunjukkan bahwa praktikum kimia belum optimal, sementara panduan praktikum yang digunakan masih berfokus pada prosedur kerja sehingga belum mendukung kemandirian dan pembelajaran yang kontekstual.

Pada analisis konteks yaitu telaah terhadap kurikulum nasional menunjukkan adanya capaian pembelajaran yang perlu dicapai oleh murid pada Fase F untuk termokimia berbunyi “mengaitkan perubahan entalpi standar standar dari suatu reaksi kimia dengan sumber energi yang ada di lingkungan sekitar”, dengan TP sebagai berikut; 1) Murid dapat mengidentifikasi sistem dan lingkungan dengan tepat. 2) Murid dapat menentukan reaksi eksoterm dan endoterm berdasarkan diagram tingkat energi dengan tepat. 3) Murid dapat menentukan persamaan termokimia dengan benar. 4) Murid dapat menjelaskan jenis-jenis perubahan entalpi standar dengan tepat. 5) Murid dapat menentukan perubahan entalpi (ΔH) suatu reaksi berdasarkan data perubahan entalpi pembentukan standar dengan tepat. 6) Murid dapat menganalisis data perubahan entalpi (ΔH) suatu reaksi pada kalorimeter dengan tepat. 7) Murid dapat menentukan perubahan entalpi (ΔH) suatu reaksi berdasarkan hukum hess dengan tepat. 8) Murid dapat menentukan perubahan entalpi (ΔH) suatu reaksi berdasarkan data energi ikatan dengan tepat. 9) Murid dapat menerapkan konsep termokimia dalam kehidupan sehari-hari dengan mengembangkan berbagai produk dengan tepat.

Studi Literatur

Kajian literatur ini mengindikasikan beberapa penelitian yang relevan dengan pengembangan panduan praktikum berbasis *green chemistry & chemoentrepreneurship*. Kamilah dan Louise (2025) menunjukkan bahwa pelaksanaan kegiatan praktikum yang berlandaskan prinsip *green chemistry*

dapat memberikan hasil yang lebih baik dalam mengembangkan keterampilan proses sains serta kesadaran lingkungan murid dibandingkan praktikum konvensional. Selain itu, Hidayati dkk. (2024) mengungkapkan bahwa Penggunaan penuntun praktikum yang menerapkan prinsip *green chemistry* dapat membantu meningkatkan pencapaian belajar kimia murid serta mendukung pembelajaran yang lebih kontekstual. Sementara itu, Aspari dan Andromeda (2025) serta Kurniawati dkk. (2021) menyatakan penerapan *chemoentrepreneurship* pada pembelajaran mendorong perkembangan berbagai kompetensi murid, yang meliputi pemahaman literasi kimia, kemampuan dalam melakukan proses sains, daya kreativitas, serta pembentukan jiwa kewirausahaan. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa penerapan *green chemistry* dan *chemoentrepreneurship* berpotensi mendukung pembelajaran kimia yang lebih bermakna.

Kerangka Konseptual

Hasil analisis kebutuhan dan konteks pembelajaran, yang diperkuat oleh kajian terhadap berbagai sumber pustaka, menjadi dasar dalam merumuskan kerangka konseptual penelitian.



Gambar 1. Kerangka Konseptual

Tahap Pengembangan/Prototype (Development/Prototyping phase)

Prototipe I

Rancangan panduan praktikum dikembangkan dengan mengintegrasikan prinsip *green chemistry* dan pendekatan *chemoentrepreneurship*. Pengembangannya didasarkan pada hasil analisis kebutuhan dan konteks pembelajaran, kajian literatur, serta kerangka konseptual yang telah dirumuskan pada tahap *preliminary research*.

Panduan praktikum disusun berdasarkan prinsip-prinsip *green chemistry* dan pendekatan *chemoentrepreneurship*. Isi panduan praktikum disusun atas sejumlah bagian utama yang meliputi halaman utama (*cover*), prakata, petunjuk penggunaan, prinsip *green chemistry*, *chemoentrepreneurship*, capaian pembelajaran (CP), tujuan pembelajaran (TP), serta praktikum 1 dan praktikum 2

yang dirancang untuk mendukung pemahaman konsep dan keterampilan proses murid.

Prinsip *green chemistry* yang diterapkan dalam panduan praktikum dipilih dari 12 prinsip *green chemistry* dan disesuaikan dengan karakteristik materi serta kegiatan praktikum termokimia. Penerapan prinsip tersebut dilakukan melalui pemilihan bahan kimia yang memiliki tingkat risiko lebih rendah, disertai upaya untuk meminimalkan penggunaan maupun terbentuknya senyawa yang berpotensi membahayakan serta upaya meminimalkan limbah yang dihasilkan selama praktikum. Kegiatan praktikum tidak hanya mendukung tercapainya tujuan pembelajaran, tetapi juga meningkatkan kesadaran murid akan pentingnya menjaga kesehatan, keselamatan kerja, dan kelestarian lingkungan melalui penerapan konsep kimia yang lebih ramah lingkungan.

Pendekatan *chemoentrepreneurship* menempatkan proses menghasilkan produk sebagai sarana bagi murid untuk mempelajari dan menerapkan konsep-konsep kimia sekaligus mengenali potensi nilai jual dari produk yang dihasilkan. Pendekatan ini membantu murid menerapkan konsep kimia dalam kehidupan nyata sekaligus menumbuhkan kreativitas, inovasi, dan semangat kewirausahaan (Ningrum & Suprihatiningrum, 2024).

Prototipe II

Prototipe II dikembangkan sebagai bentuk penyempurnaan terhadap prototipe I dengan mempertimbangkan hasil masukan dan evaluasi yang telah dilakukan sebelumnya dengan *self evaluation* menggunakan lembar pemeriksaan (*checklist*) untuk mendeteksi berbagai kesalahan dan kekurangan pada produk. Revisi dilakukan pada aspek tampilan, isi, bahasa, dan penyajian panduan praktikum agar lebih sistematis dan mudah dipahami. Perbaikan meliputi desain *cover* melalui penyesuaian

warna, tata letak, ilustrasi, dan tipografi, serta penyempurnaan prakata, susunan isi, tata cara penggunaan, capaian pembelajaran yang ditargetkan, serta tujuan pembelajaran yang hendak dicapai, keterampilan proses sains, prinsip-prinsip *green chemistry*, alat pelindung diri, tata tertib laboratorium, alat laboratorium beserta alat alternatif, *hazard symbol*, lembar data keselamatan bahan (*Material Safety Data Sheet/MSDS*), serta tata cara pengelolaan limbah yang dihasilkan selama praktikum agar lebih lengkap, konsisten, dan menarik.

Penyempurnaan pada bagian kegiatan praktikum meliputi beberapa unsur, seperti arahan pelaksanaan, tujuan yang hendak dicapai, landasan teori, daftar alat serta bahan yang diperlukan, langkah-langkah kerja, format pencatatan hasil pengamatan, pertanyaan evaluasi, hingga bagian penarikan kesimpulan, serta penambahan kode QR video percobaan. Selain itu, bagian *chemoentrepreneurship* juga direvisi pada indikator, perencanaan proyek, tujuan, uraian konsep yang menjadi dasar kegiatan, kebutuhan alat dan bahan, tahapan pelaksanaan percobaan, format pencatatan hasil pengamatan, serta pengolahan dan interpretasi data yang diperoleh agar lebih sistematis, kontekstual, dan mampu mendukung pengembangan keterampilan proses sains, kreativitas, kemampuan pemecahan masalah, serta jiwa kewirausahaan murid.

Prototipe III

Penilaian Ahli (Expert Review)

Tahap ini dilaksanakan untuk menilai tingkat kevalidan panduan praktikum termokimia berbasis *green chemistry* dan *chemoentrepreneurship*. Penilaian terhadap produk dilakukan oleh lima orang validator yang merupakan dosen pada bidang Kimia di FMIPA Universitas Negeri Padang. Berdasarkan saran dari para ahli (*expert review*) revisi dilakukan dengan memperbaiki beberapa simbol, nama

senyawa, persamaan reaksi kimia, dan rumus yang masih kurang tepat. Selain itu, dilakukan pengecekan kembali terhadap kesalahan penulisan (*typo*), penggunaan istilah asing yang disesuaikan dengan kaidah penulisan ilmiah melalui penulisan huruf miring, serta perubahan urutan beberapa komponen panduan agar lebih sistematis sesuai saran para ahli.

Perbaikan juga dilakukan pada aspek tampilan dengan memperjelas kualitas gambar yang masih kurang jelas, mengganti beberapa ilustrasi yang ditampilkan masih belum selaras dengan uraian atau informasi yang diberikan, serta menyelaraskan gambar dengan isi pembahasan agar lebih sinkron. Pada bagian *cover*, ditambahkan unsur yang berkaitan dengan materi termokimia sehingga lebih mencerminkan isi panduan praktikum. Seluruh revisi tersebut dilakukan untuk menghasilkan panduan praktikum yang lebih akurat, konsisten, komunikatif, dan mudah dipahami oleh murid. Proses validasi dilakukan untuk menilai sejauh mana produk yang dikembangkan telah memenuhi kriteria yang ditetapkan berdasarkan aspek isi, penyajian, penggunaan bahasa, dan tampilan grafis pada Tabel 3.

Tabel 3. Rata-Rata Penilaian Hasil Validitas

No	Aspek yang Dinilai	Nilai Aiken's V	Kategori
1	Komponen Isi	0,88	Valid
2	Komponen Penyajian	0,87	Valid
3	Komponen Kebahasaan	0,84	Valid
4	Komponen Kefrafisan	0,88	Valid
	Rata-rata	0,87	Valid

Penilaian validator terhadap kelayakan materi yang terdapat dalam panduan praktikum termokimia berbasis *green*

chemistry & chemoentrepreneurship memperoleh rata-rata nilai 0,88 dengan kategori valid. Berdasarkan skor yang diperoleh, materi dalam panduan praktikum dapat dinilai telah memenuhi tuntutan pembelajaran yang ditetapkan. Isi panduan juga telah disesuaikan dengan tujuan yang hendak dicapai, karakteristik materi termokimia, dan landasan keilmuan yang relevan. Hasil penilaian tersebut mendukung temuan penelitian terdahulu yang mengemukakan bahwa kelayakan isi suatu produk pembelajaran ditentukan oleh kebenaran konsep dan kesesuaiannya dengan kurikulum yang digunakan (Ulfah dkk., 2025).

Hasil validasi aspek penyajian panduan praktikum termokimia berbasis *green chemistry & chemoentrepreneurship* memperoleh skor rata-rata sebesar 0,87 menunjukkan bahwa panduan praktikum termasuk dalam kategori valid. Penyusunan panduan dilakukan secara terstruktur dan berurutan sehingga alur kegiatan praktikum lebih mudah diikuti oleh murid sehingga dapat membantu murid memahami konsep termokimia melalui kegiatan praktikum yang terarah. Selain itu, petunjuk praktikum, lembar kerja, dan pertanyaan penuntun yang disajikan telah mendukung pencapaian kompetensi yang menjadi sasaran dalam kegiatan pembelajaran.

Penilaian validator terhadap aspek kebahasaan pada panduan praktikum termokimia yang mengintegrasikan *green chemistry* dan *chemoentrepreneurship* menghasilkan skor rata-rata sebesar 0,84 dengan kategori valid. Capaian tersebut mengindikasikan bahwa penggunaan bahasa dalam panduan telah disusun secara jelas dan komunikatif, menggunakan kalimat yang efektif, serta mengikuti ketentuan bahasa Indonesia yang baik dan benar. Selain itu, penggunaan istilah, simbol, serta penyajian materi disesuaikan dengan tingkat perkembangan murid

sehingga mudah dipahami dan mendukung keterbacaan panduan praktikum.

Hasil validasi aspek kegrafikaan panduan praktikum termokimia berbasis *green chemistry & chemoentrepreneurship* mendapatkan skor rata-rata 0,88 dan berada pada kategori valid. Hal ini menunjukkan bahwa penyajian visual telah diperhatikan dengan baik, mulai dari penataan setiap bagian, pemilihan ilustrasi dan gambar, hingga perpaduan warna yang membuat isi panduan lebih mudah dibaca. Selain itu, aspek kegrafikaan yang menarik dan mudah dipahami dapat meningkatkan kenyamanan murid dalam menggunakan panduan praktikum.

One To One Evaluation

Evaluasi *one to one* dilaksanakan dengan melibatkan tiga murid yang mewakili kemampuan akademik pada kategori tinggi, sedang, dan rendah. Pelaksanaan evaluasi ini diarahkan untuk melihat sejauh mana produk mudah dipahami, menarik untuk digunakan, dan praktis dalam penggunaannya. Selain itu, kegiatan tersebut juga dimanfaatkan untuk menemukan bagian-bagian produk yang masih mengandung kekeliruan dan memerlukan perbaikan.

Berdasarkan wawancara murid, panduan praktikum memiliki kejelasan isi yang baik. Materi dan konsep termokimia yang disajikan membantu murid dalam melaksanakan kegiatan praktikum. Prinsip *green chemistry* telah diterapkan melalui penggunaan bahan kimia yang lebih aman sehingga dapat mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan. Integrasi aspek *chemoentrepreneurship* juga sesuai dengan materi termokimia serta membantu murid memahami keterkaitan materi kimia dengan berbagai aktivitas dalam kehidupan sehari-hari, termasuk peluang untuk mengolahnya menjadi sesuatu yang dapat memberikan manfaat secara ekonomi. Selain itu,

petunjuk praktikum disajikan secara jelas dan mudah dipahami, tampilan panduan rapi serta mudah dibaca, penggunaan bahasa tidak menimbulkan makna ganda, dan Panduan praktikum membantu meningkatkan motivasi murid dalam belajar kimia terutama pada materi termokimia.

Prototipe IV

Uji *small group* dilakukan dengan melibatkan sejumlah murid untuk memperoleh gambaran mengenai kepraktisan penggunaan panduan praktikum termokimia yang mengintegrasikan prinsip *green chemistry* dan pendekatan *chemoentrepreneurship* pada jenjang SMA/MA. Data yang diperoleh dari penilaian kepraktisan tersebut kemudian disajikan Tabel 4.

Tabel 4. Rata-Rata Penilaian Hasil Praktikalitas

No	Aspek yang Dinilai	Nilai Praktis	Kategori
1	Kemudahan penggunaan	94,44%	Sangat Praktis
2	Efisiensi	91,85%	Sangat Praktis
3	Manfaat	94,44%	Sangat Praktis
4	Penerapan <i>Prinsip Green Chemistry</i>	94,44%	Sangat Praktis
5	Penerapan <i>chemoentrepreneurship</i>	92,22%	Sangat Praktis
	Rata-rata	93,48%	Sangat Praktis

Pada aspek kemudahan penggunaan, penilaian yang diberikan oleh murid mencapai 94,44% sehingga termasuk dalam kategori sangat praktis. Tingginya persentase tersebut menunjukkan bahwa panduan praktikum termokimia dapat digunakan dengan mudah. Hal ini didukung oleh penyajian prosedur kerja yang tersusun secara runtut serta penggunaan bahasa yang

sederhana, komunikatif, dan mudah dipahami oleh murid memberikan petunjuk yang jelas dalam pelaksanaan praktikum dilengkapi ilustrasi, tabel, dan pertanyaan penuntun yang membantu murid dalam melaksanakan kegiatan praktikum. Selain itu, penerapan prinsip *green chemistry* dan *chemoentrepreneurship* disajikan secara jelas sehingga memudahkan murid memahami konsep termokimia dengan keterkaitannya dengan berbagai aktivitas yang dijumpai dalam kehidupan sehari-hari..

Penilaian praktikalitas oleh murid, seluruh aspek yang dinilai berada pada kategori sangat praktis dengan persentase berkisar antara 91,85%–94,44%. Aspek kemudahan penggunaan, manfaat, dan penerapan prinsip *green chemistry* memperoleh persentase tertinggi, yaitu 94,44%.

Selanjutnya, aspek penerapan *chemoentrepreneurship* memperoleh nilai 92,22%, sedangkan aspek efisiensi memperoleh persentase 91,85%. Secara keseluruhan, panduan praktikum termokimia berbasis *green chemistry* dan *chemoentrepreneurship* memperoleh Perolehan rata-rata nilai praktikalitas sebesar 93,48% dikategorikan sangat praktis. Hasil penilaian memperlihatkan bahwa panduan tersebut layak dan mudah diterapkan pada kegiatan pembelajaran termokimia.

KESIMPULAN

Hasil penilaian praktikalitas oleh murid pada aspek kemudahan penggunaan mendapatkan persentase sebesar 94,44% dengan kategori sangat praktis. Hasil tersebut menunjukkan bahwa panduan praktikum termokimia mudah digunakan karena disusun dengan tahapan kerja yang terstruktur, dengan bahasa yang sederhana dan mudah dimengerti dilengkapi ilustrasi, tabel, dan pertanyaan penuntun yang membantu murid dalam melaksanakan

kegiatan praktikum. Selain itu, penerapan prinsip *green chemistry* dan *chemoentrepreneurship* disajikan secara jelas sehingga memudahkan murid memahami konsep termokimia dan kaitannya dalam kehidupan sehari-hari.

Penilaian praktikalitas oleh murid dan seluruh aspek yang dinilai berada pada kategori sangat praktis dengan persentase berkisar antara 91,85%–94,44%. Aspek kemudahan penggunaan, manfaat, dan penerapan prinsip *green chemistry* memperoleh persentase tertinggi, yaitu 94,44%. Selanjutnya, aspek penerapan *chemoentrepreneurship* memperoleh nilai 92,22%, sedangkan aspek efisiensi memperoleh persentase 91,85%. Secara keseluruhan, panduan praktikum termokimia berbasis *green chemistry* dan *chemoentrepreneurship* mendapatkan persentase rata-rata praktikalitas sebesar 93,48% dan berada dalam kategori sangat praktis, yang menunjukkan bahwa panduan tersebut mudah digunakan. dan layak diterapkan dalam kegiatan praktikum pembelajaran termokimia.

REFERENSI

- Aiken, L. R. (1985). *Three Coefficients for Analyzing The Reliability, and Validity of Ratings. Educational and Psychological Measurement*.
- Al Idrus, S. W., Purwoko, A. A., Hadisaputra, S., & Junaidi, E. (2020). Pengembangan Modul Praktikum Kimia Lingkungan Berbasis Green Chemistry Pada Mata Kuliah Kimia Lngkungan. *Jurnal Pijar Mipa*, 15(5), 541–547. <https://doi.org/10.29303/jpm.v15i5.2171>
- Aspari, N. T., & Andromeda. (2025). Uji Validitas Dan Praktikalitas *E-Chemagz Berbasis Chemoentrepreneurship* Pada Materi Ikatan Kimia Untuk

- Meningkatkan Literasi Kimia Peserta Didik. *Jurnal Inovasi Pendidikan Matematika Dan IPA*, 5(3), 1235–1247.
- Gifary, M. A., Nuryanti, S., & Mustapa, K. (2024). Development of Green Chemistry-Based Practicum Guide Towards Generic Science Skills. *Jurnal Akademika Kimia*, 13(2), 63–71.
- Hayati, N. M. D. (2025). Pengembangan Panduan Praktikum Berbasis Ketrampilan Proses Sains Pada Mata Pelajaran IPA Untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Siswa Di MI Sabilillah Tanjung Kertosono Nganjuk 153. *Journal of Islamic Primary School*, 3(2), 153–166.
- Hidayati, R. Y., Loka, I. N., & Sofia, B. F. D. (2024). Pengaruh Metode Pembelajaran Eksperimen Berbantuan Media Modul Praktikum Terintegrasi Green Chemistry Terhadap Hasil Belajar Kimia Siswa Kelas XI MIPA SMAN 1 Keruak. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 9(4), 3123–3128.
- Kamilah, I., Supiah, I., & Louise, Y. (2025). Pengaruh Praktikum Green Chemistry terhadap Keterampilan Proses Sains dan Kesadaran Lingkungan pada Materi Faktor Laju Reaksi. *Jurnal Pendidikan Matematika Dan Sains*, 13, 247–259.
- Kurniawati, E. E., Sumarti, S. S., Wijayati, N., & Nuswowati, M. (2021). Pengaruh project based learning berorientasi chemoentrepreneurship berbantuan E-LKPD terhadap keterampilan proses sains dan sikap wirausaha. *Chemistry in Education*, 10(2252).
- Mardhiya, J., & Laila, F. N. (2022). Designing Small-scale Chemistry for General Chemistry Practical Work Course. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 8(6), 3102–3109.
- Nahlik, P., Kempf, L., Giese, J., Kojak, E., & Daubenmire, P. L. (2023). Developing green chemistry educational principles by exploring the pedagogical content knowledge of secondary and pre-secondary school teachers. *Chemistry Education Research and Practice*, 24, 283–298.
- Namira, F., Azura, W., Miranda, A., Nisa, H., Silaban, S., Suyanti, R. D., & Darmana, A. (2020). Analysis of constraints and innovation of chemistry experiment implementation in high school in Deli Serdang , Indonesia. *Jurnal Pendidikan Kimia*, 12(3), 106–115.
- Nickyanti, D., Maulina, J., & Harahap, D. N. (2020). Pengaruh Praktikum Aplikatif Berbasis Chemoentrepreneurship (CEP) terhadap Hasil Belajar Siswa di Kelas XI MAS Amaliyah Sunggal. *CHEDS: Journal of Chemistry, Education, and Science*, 4(1), 1–6.
- Ningrum, S., & Suprihatiningrum, J. (2024). The effect of chemo-entrepreneurship - based chemistry learning integrated with values education on eleventh-grade students' learning outcomes and motivation. *Journal of Tropical Chemistry Research and Education*, 1, 24–36.
- Nurrahmah, F. A., Nawawi, E., & Hidayah. (2023). Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Berbasis Green Chemistry pada Praktikum Laju Reaksi di Laboratorium SMA. *Jurnal Pendidikan Kimia Undiksha*, 7(1).
- Plomp, T., & Nieveen, N. M. (2013). *An Introduction to Educational Design Research*. Netherlands Institute for

- Curriculum Development (SLO).
- Purwanto, M. N. (2010). *Prinsip prinsip dan teknik evaluasi pengajaran*. Remaja Rosdakarya.
- Rayandra Asyhar, & Minarni. (2023). *Buku ajar kimia lingkungan berorientasi green chemistry dengan mengimplementasikan project based learning*. PT. Pena Persada Kerta Utama.
- Ulfah, M., Darmansyah, & R. (2025). Instrumen pengujian produk pembelajaran (pengujian validitas, praktikalitas, efektivitas). *AT-Tarbiyah: Jurnal Penelitian dan Pendidikan Agama Islam*, 3(1), 43–51.