

Validity of Buffer Solution Practical Guidelines Based on Green Chemistry and Chemoentrepreneurship for Senior High Schools

Fathatul Akrami¹, Andromeda²*

¹Program Sarjana Pendidikan Kimia, Universitas Negeri Padang, Padang, Indonesia;

²Dosen Departemen Kimia, Universitas Negeri Padang, Padang, Indonesia;

Email: fathatulakrami@gmail.com¹, andromeda@fmipa.unp.ac.id²

Abstract


Chemistry learning in schools still faces fundamental problems centered on student learning experiences. The demands of the National Curriculum that require students to have 21st-century skills and competencies have not been optimally realized in the learning process. Learning tools that guide students' learning process to develop soft skills are urgently needed. This study aims to test the validity of a buffer solution practicum guide based on green chemistry and chemoentrepreneurship for senior high schools (SMA/MA). The study used the Research and Development method with the Plomp model and Tessmer formative evaluation. Primary data were obtained through observation, interviews, and questionnaires, with lecturers as expert review validators and students in the one-to-one evaluation stage. Data were analyzed descriptively quantitatively and validity was determined using the Aiken's V index. The results showed that the product had reached prototype stage III with a valid category, with an Aiken's V value for the content aspect of 0.88, presentation aspect of 0.83, language aspect of 0.89, and appearance aspect of 0.86, and an average index of 0.86. Thus, this green chemistry and chemoentrepreneurship-based buffer solution practical guide is declared valid based on the results of the Aiken's V validity test.

Article History:

Received 18 April 2026;
Accepted 26 April 2026;
Published 30 April 2026.

Keyword:

Chemoentrepreneurship;
Buffer solution;
Green Chemistry;
Practicum Guide;

© 2026 The Authors. This open access article is distributed under a (CC-BY License) 

How to Cite:

Akrami, F., & Andromeda, A. (2026). Validity of Buffer Solution Practical Guidelines Based on Green Chemistry and Chemoentrepreneurship for Senior High Schools. *SEARCH: Science Education Research Journal*, 4(2), 136–146. <https://doi.org/10.47945/search.v4i2.2834>

PENDAHULUAN

Pembelajaran kimia di tingkat menengah atas SMA/MA hingga saat ini masih menghadapi persoalan mendasar yang berpusat pada pengalaman belajar siswa. Kurikulum nasional terbaru menempatkan dimensi profil lulusan (DPL) sebagai aspek penting dalam pendidikan (Febriyanti & Siregar, 2025). Hal tersebut menuntut proses pembelajaran harus mampu menciptakan pengalaman belajar yang aktif, bermakna, dan berpusat pada siswa (Sanova et al., 2021). Dimensi yang ditekankan tidak hanya aspek kognitif, tetapi juga karakter dan kompetensi abad ke-21 seperti kemandirian, gotong royong, kreativitas, komunikasi. Kondisi di lapangan menunjukkan bahwa tuntutan tersebut belum sepenuhnya terimplementasi optimal, khususnya dalam pembelajaran kimia (Tampubolon et al., 2021). Pada praktiknya, pembelajaran kimia masih didominasi pendekatan konvensional yang berorientasi pada penyampaian materi dan penyelesaian soal (Sari et al., 2020). Siswa

cenderung menghafal konsep tanpa memahami makna dan aplikasinya dalam kehidupan nyata. Kondisi ini berdampak langsung pada rendahnya motivasi, komunikasi ilmiah, serta terbatasnya *soft skill* yang semestinya harus dimiliki siswa (Qurniati, 2021).

Pembelajaran yang tidak kontekstual menyebabkan siswa sulit mengaitkan konsep kimia dengan kehidupan sehari-hari, sehingga pembelajaran menjadi tidak bermakna dan cepat dilupakan (Noprianti et al., 2026)(Zandroto & Sinaga, 2022). Keterlibatan siswa dalam proses pembelajaran merupakan aspek yang paling berpengaruh membentuk kemandirian belajar dan kemampuan kolaborasi (Nurfathurrahmah et al., 2024). Semakin kecil keterlibatan siswa, maka semakin terlihat minimnya skill yang dimiliki siswa dalam pembelajaran tersebut (Laksono et al., 2023). Praktikum menjadi sarana utama untuk melatih keterampilan *soft skill* serta sikap ilmiah siswa. Namun, fakta di lapangan menunjukkan bahwa praktikum masih bersifat *cookbook*, di mana siswa hanya mengikuti langkah-langkah tanpa memahami tujuan dan konsep yang mendasarinya (Ansori & Heriansyah, 2025).

Pembelajaran kimia di sekolah juga belum sepenuhnya responsif terhadap isu global, khususnya terkait keberlanjutan lingkungan. Banyak kegiatan praktikum masih menggunakan bahan kimia berbahaya dan menghasilkan limbah tanpa pengelolaan yang baik. Salah satu dampak yang terlihat dari penggunaan bahan kimia yang tidak sesuai dengan syarat operasional prosedur (SOP) adalah tercemarnya lingkungan dan rusaknya jaringan pada makhluk hidup (Azzajjad et al., 2024). Selain itu, terjadinya kecelakaan kerja akibat tidak pedulinya praktikan terhadap prosedur menjadi dampak yang sulit untuk dihindari (Simangunsong & Darmana, 2025). Kondisi ini bertentangan dengan prinsip pendidikan berkelanjutan yang menjadi bagian penting dari arah kebijakan pendidikan global (Susanti, 2022). Dampak negatif terhadap lingkungan yang timbul akibat penggunaan bahan berlebih dapat diminimalkan dengan penerapan kimia hijau di dalam kegiatan praktikum. Integrasi konsep *green chemistry* dalam pendidikan dapat mengurangi volume limbah laboratorium hingga 50% tanpa menurunkan akurasi hasil praktikum. Pendekatan ini tidak hanya efisien secara lingkungan, tetapi juga ekonomis dan aman bagi praktikan (Miladinović, 2025).

Sekolah masih jarang mengaitkan konsep dengan konteks kehidupan sehari-hari yang dapat dikembangkan oleh siswa. Siswa tidak diberi ruang untuk mengeksplorasi bagaimana ilmu kimia dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan produk yang bernilai guna dan ekonomis (Aspari & Andromeda, 2025)(Ni'mah & Suwardi, 2023). Akibatnya, kreativitas siswa menjadi terbatas dengan tidak adanya relevansi langsung antara materi yang dipelajari dengan kehidupan nyata (Solahudin, 2024). Salah satu pendekatan inovatif yang dapat diterapkan adalah *chemoentrepreneurship* yaitu pembelajaran kimia yang mengaitkan konsep-konsep kimia dengan kehidupan nyata melalui kegiatan berbasis kewirausahaan (Sumarti et al., 2018). Kegiatan ini menekankan keterkaitan konsep kimia dengan kehidupan sehari-hari dengan menumbuhkan karakter wirausaha pada siswa (Najib & Misrochah, 2020). Integrasi nilai-nilai kewirausahaan dalam pembelajaran dapat mengembangkan kreativitas, kemandirian, serta daya inovasi siswa (Runtuwene et al., 2025).

Berbagai permasalahan yang dialami siswa tidak muncul secara tiba-tiba, tetapi sangat dipengaruhi oleh desain pembelajaran yang mereka alami di kelas. Pembelajaran yang masih

berpusat pada guru dan praktikum yang bersifat prosedural membuat siswa terbiasa mengikuti instruksi tanpa memahami tujuan dan makna kegiatan yang dilakukan. Kondisi ini menunjukkan bahwa masalah utama tidak hanya terletak pada metode mengajar, tetapi juga pada perangkat pembelajaran yang digunakan, khususnya panduan praktikum (Solahudin, 2024). Banyak praktikum gagal menjadi sarana untuk membangun *soft skill* siswa karena belum kontekstual dengan kehidupan sehari-hari sebagaimana yang dituntut dalam kurikulum. Lebih jauh lagi, keterbatasan panduan praktikum tersebut juga berdampak pada rendahnya keterhubungan antara pembelajaran dengan isu-isu aktual seperti keberlanjutan lingkungan dan pemanfaatan ilmu dalam kehidupan sehari-hari (Rahmawati & Dwiningsih, 2024). Kegiatan praktikum kebanyakan tidak membiasakan siswa untuk peka terhadap dampak penggunaan bahan kimia di lingkungan, serta tidak mengarahkan untuk melihat potensi ekonomi dari konsep yang dipelajari. Akibatnya, pembelajaran menjadi terfragmentasi, tidak kontekstual, dan kurang relevan dengan kebutuhan nyata siswa di masa depan (Solahudin, 2024).

Konsep larutan penyangga sangat dekat dengan kehidupan sehari-hari, seperti dalam sistem biologis, industri pangan, dan produk kesehatan (Asda et al., 2023). Namun, dalam praktiknya, pembelajaran materi ini masih berfokus pada perhitungan matematis dan teori, sehingga siswa kesulitan memahami relevansi dan aplikasinya (Runtuwene et al., 2025). Jika kondisi ini terus dibiarkan, maka tujuan kurikulum untuk membentuk siswa yang mandiri, kreatif, dan termotivasi tidak akan tercapai secara optimal (Taruklimbong & Murniarti, 2024). Dengan demikian, dapat dipahami bahwa kesenjangan antara tuntutan kurikulum dan capaian dimensi profil lulusan pada siswa berakar pada belum optimalnya desain praktikum yang digunakan dalam pembelajaran (Dal et al., 2024). Oleh karena itu, diperlukan pengembangan panduan praktikum yang tidak hanya memuat prosedur eksperimen, tetapi juga dirancang untuk mendorong keterlibatan aktif siswa, menumbuhkan kemandirian, memfasilitasi kerja sama, serta membuka ruang bagi kreativitas dan inovasi (Hikmah, 2023). Penelitian sistematis menunjukkan bahwa penggunaan pendekatan *chemoentrepreneurship* dapat meningkatkan minat, kreativitas, dan motivasi belajar siswa (Sitompul & Situmorang, 2024). Integrasi pendekatan *green chemistry* dan *chemoentrepreneurship* dalam panduan praktikum menjadi langkah strategis untuk menjawab kebutuhan tersebut secara lebih kontekstual dan bermakna.

Berdasarkan analisis, diperlukan suatu inovasi pembelajaran yang mampu mengintegrasikan berbagai tuntutan dari permasalahan pendidikan secara komprehensif. Pengembangan panduan praktikum larutan penyangga berbasis *green chemistry* dan *chemoentrepreneurship* menjadi solusi yang relevan dan strategis. Melalui pendekatan ini, siswa tidak hanya melakukan praktikum secara aman dan ramah lingkungan, tetapi juga dilatih untuk berpikir kreatif dalam menghasilkan produk yang memiliki nilai guna. Kegiatan praktikum dirancang agar siswa aktif, kreatif, komunikatif, bekerja sama dalam kelompok, serta mampu mengambil keputusan secara mandiri. Dengan demikian, pembelajaran tidak hanya berorientasi pada hasil, tetapi juga pada proses pembentukan karakter dan *soft skill* siswa. Pengembangan panduan praktikum ini diharapkan mampu menjawab kesenjangan antara tuntutan kurikulum dan kondisi pembelajaran di lapangan.

Penelitian ini bertujuan untuk mendesain dan menguji validitas Panduan Praktikum Larutan Penyangga berbasis *Green Chemistry* dan *Chemoentrepreneurship* untuk SMA/MA. Penelitian ini secara sistematis mengembangkan desain konseptual dan mengevaluasi kelayakan media dari sudut pandang ahli.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan bagian dari rangkaian tahap penelitian Research and Development (RnD). Produk dirancang hingga terbentuk prototipe III. Penelitian ini dibatasi pada tahap validasi buku panduan praktikum Larutan Penyangga berbasis *Green Chemistry* dan *Chemoentrepreneurship* untuk SMA/MA. Penelitian ini menjadi solusi atas kebutuhan perangkat pembelajaran yang valid untuk menunjang kegiatan praktikum serta melatih kemandirian, kreativitas, kolaborasi, dan komunikasi peserta didik. Penelitian dilaksanakan di Departemen Kimia Universitas Negeri Padang dan SMA Negeri 9 Padang. Penelitian mengikuti model pengembangan plomp dengan evaluasi formatif tesser.

Data yang digunakan berupa data primer yang diperoleh melalui observasi, wawancara, dan angket. Partisipan penelitian meliputi lima orang dosen sebagai validator ahli untuk tahapan *expert review*. Selain dosen ahli, partisipan pada penelitian ini menyertakan tiga orang peserta didik SMA Negeri 9 Padang pada tahap *one-to-one evaluation*. Pemilihan tiga orang siswa sebagai partisipan karena fokus utama evaluasi ini adalah kualitatif untuk memahami detail interaksi, pendapat, atau masalah langsung yang dialami individu secara mendalam terhadap produk (Plomp & Nieveen, 2013). Pada tahapan *one-to-one evaluation* dipilih siswa dengan tiga tingkatan kognitif berbeda yaitu kemampuan rendah, tinggi, dan sedang.

Proses penelitian mencakup tahap penelitian pendahuluan, pengembangan prototipe, dilanjutkan dengan evaluasi formatif. Data hasil validasi ahli dianalisis menggunakan indeks Aiken's V untuk menentukan tingkat validitas. Aiken's V menilai kesepakatan para ahli terhadap relevansi tiap butir instrumen dengan menghitung proporsi skor yang diberikan dibanding skor maksimum hingga menunjukkan kevalidan (Aiken, 1985). Data lain seperti angket *one-to-one evaluation* dianalisis secara deskriptif kuantitatif untuk menggambarkan kualitas produk yang dikembangkan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengembangan panduan praktikum larutan penyangga berbasis *green chemistry* dan *chemoentrepreneurship* menghasilkan prototipe 3 yang telah melewati uji *expert review* dan *one to one evaluation*. Penelitian ini dilakukan dengan mengikuti beberapa tahapan pada desain model plomp yang mengacu pada evaluasi formatif tesser. Berikut uraian dari penelitian yang telah dilakukan.

A. Tahap *Preliminary Research* (Penelitian Pendahuluan)

Pada tahap ini peneliti sudah mulai mengumpulkan berbagai sumber referensi yang relevan dengan penelitian yang dilakukan (Plomp & Nieveen, 2013). Analisis kebutuhan pada beberapa aspek yaitu analisis permasalahan, analisis kurikulum, dan analisis konsep

hingga karakteristik. Data yang dikumpulkan melalui observasi dan wawancara berguna untuk mengetahui keadaan yang sebenarnya di lapangan. Analisis kurikulum dilakukan untuk mempelajari cakupan materi, capaian pembelajaran, tujuan pembelajaran, pemilihan strategi yang sesuai sebagai acuan untuk mengembangkan alur pembelajaran yang diharapkan menjadi sebuah perangkat ajar seutuhnya. Salah satu fokus utama dalam kurikulum nasional adalah 8 dimensi profil lulusan. Dimensi profil lulusan tersebut meliputi keimanan/ketakwaan, kewargaan, penalaran kritis, kreativitas, kolaborasi, kemandirian, kesehatan, dan komunikasi. Analisis Capaian Pembelajaran (CP) dilakukan untuk mengetahui apa saja yang harus dicapai siswa pada akhir fase. CP akan diturunkan menjadi Tujuan Pembelajaran (TP) mencakup keterampilan kognitif yang luas dan beragam dari lingkup materi suatu mata pelajaran (Hidayat et al., 2022).

Analisis konsep terhadap materi pokok yang dibahas di dalam kurikulum Nasional berdasarkan Keputusan BSKAP NO/046/H/KR/2025. Sehubungan dengan materi kimia yang kompleks, siswa dinilai perlu melakukan kegiatan yang mengasah *soft skill* mereka dalam kegiatan belajar tanpa mengurangi kualitasnya dalam memahami konsep materi. *Soft skill* tersebut bisa diasah melalui kegiatan praktikum dengan pendekatan kontekstual kehidupan nyata. Karakteristik materi juga perlu dianalisis untuk mengetahui pendekatan apa yang akan dipilih untuk memecahkan permasalahan yang terjadi. Penyusunan kerangka konseptual berguna untuk menentukan dan menelaah konsep yang penting dalam penelitian. Pada penelitian ini, investigasi awal dilakukan untuk melihat permasalahan di lapangan serta hal yang mendasari penelitian ini. Dari tahapan sebelumnya menunjukkan bahwa untuk mengatasi permasalahan pada penelitian ini maka dibutuhkan perangkat pembelajaran berupa panduan praktikum larutan penyangga berbasis *green chemistry* dan *chemoentrepreneurship* untuk SMA/MA. Pengembangan ini nantinya akan dilakukan beberapa uji sehingga menghasilkan produk yang valid (Rusdin et al., 2024).

B. Tahap *Prototyping Phase* (Pembuatan Prototipe)

Hal yang menjadi fokus pada tahapan ini adalah aspek-aspek penting yang harus terdapat dalam sebuah panduan praktikum lalu dikombinasikan dengan aspek *green chemistry* dan *chemoentrepreneurship* (Hidayat et al., 2022). Panduan praktikum yang sudah melalui tahap perancangan tersebut dinamakan prototipe awal panduan praktikum larutan penyangga berbasis *green chemistry* dan *chemoentrepreneurship* untuk SMA/MA. Prototipe I diperoleh dari desain konseptual yang sudah dirancang sebelumnya dan direalisasikan ke dalam wujud buku panduan praktikum. Selanjutnya, prototipe I ini akan melalui proses evaluasi formatif.

1. *Self evaluation* (Evaluasi Sendiri)

Dari desain konseptual yang sudah dikembangkan, peneliti melakukan eksekusi untuk pembuatan produk hingga menghasilkan produk berupa prototipe I. Prototipe I yang sudah dibuat pada tahapan sebelumnya dilakukan evaluasi oleh penulis sendiri dengan melihat kesalahan yang tampak (*obvious errors*) menggunakan angket *self evaluation* (Hidayat et al., 2022). Tahap *self evaluation* ini akan menghasilkan prototipe II setelah dilakukan revisi

terhadap produk. Untuk kegiatan evaluasi sendiri dilakukan dengan mengikuti aspek-aspek yang terdapat pada tabel 1.

Tabel 1. *Self evaluation*

Aspek	Kekurangan		Keterangan
	Ada	T. ada	
Cover	√		Belum <i>green chemistry</i> dan <i>chemoentrepreneurship</i>
Prakata	√		Beberapa masih terdapat typo
Daftar isi	√		Belum rapi
Prinsip green chemistry	√		Lambang beberapa prinsip masih belum sesuai
Green chemistry box	√		Gambar tidak bagus dan typo masih banyak
Nilai-nilai kewirausahaan	√		Masih terdapat typo
Pedoman keselamatan Lab.	√		Masih ada yang kurang tepat penulisannya
Tata tertib laboratorium	√		Masih kurang lengkap
Informasi simbol bahaya	√		Gambar tidak mengikuti lambang yang baru
MSDS	√		Kurang contoh bahannya
Praktikum 1	√		Masih banyak typo, penulisan kurang rapi
Praktikum 2	√		

2. Expert Review (Tinjauan Para Ahli)

Penilaian para ahli dilakukan untuk melihat kevalidan produk yang telah dirancang dengan pemberian saran dan komentar dari para ahli untuk prototipe II produk panduan praktikum larutan penyangga berbasis *green chemistry* dan *chemoentrepreneurship* untuk SMA/MA. Dilakukan oleh 5 orang dosen kimia UNP yang mengajar pada mata kuliah kimia umum dan kimia dasar. Tahap penilaian ahli merupakan evaluasi konten, penyajian dan juga konstruk. Dalam hal ini berarti evaluasi mengenai panduan praktikum yang telah dirancang (Tampubolon et al., 2021).

Validasi konten/ Isi yang dilakukan oleh ahli adalah penilaian dan evaluasi terhadap konten dari panduan praktikum yang telah dikembangkan sebelumnya, seperti konsep materi, aplikasi konsep, hingga penerapan prinsip *green chemistry* dan *chemoentrepreneurship*. Setelah diberikan masukan dan saran oleh validator, hasil revisi dan perbaikan diperlihatkan lagi untuk diberikan penilaian. Validasi isi panduan praktikum menunjukkan nilai rata-rata sebesar 0,88 dengan kategori valid. Berdasarkan hasil pengolahan data, maka dapat dinyatakan bahwa kelayakan isi dari panduan praktikum ini sudah dinyatakan valid (Aiken, 1985).

Validasi penyajian dilakukan untuk melihat bagaimana setiap aspek disajikan dalam panduan praktikum larutan penyangga berbasis *green chemistry* dan *chemoentrepreneurship* untuk SMA/MA. Validasi ini mencakup kejelasan dan ketepatan indikator dalam panduan praktikum seperti prinsip, nilai-nilai, informasi simbol, tata tertib, dan kegiatan praktikum. Hasil validasi menunjukkan nilai rata rata sebesar 0,83. Hal ini menunjukkan bahwa penyajian panduan praktikum sudah jelas dan runtun.

Validasi kebahasaan dilakukan untuk menilai struktur kalimat, ejaan, ambiguitas, dan EYD. Hasil validasi menunjukkan rata-rata sebesar 0,89. Dengan nilai rata- rata dari ahli maka aspek kebahasaan pada panduan praktikum larutan penyangga berbasis *green chemistry* dan *chemoentrepreneurship* untuk SMA/MA termasuk ke dalam kategori valid (Wikhdah et al., 2015).

Validasi tampilan/ kegrafikaan pada panduan praktikum larutan penyangga berbasis *green chemistry* dan *chemoentrepreneurship* untuk SMA/MA diperoleh rata-rata penilaian ahli sebesar 0,86. Dari nilai rata-rata yang diberikan ahli tersebut, aspek konstruk atau kegrafikaan dari panduan praktikum yang dikembangkan termasuk ke dalam kategori valid (Pratiwi et al., 2023).

Validator dalam penelitian ini melakukan uji validasi dengan memberikan saran dan penilaian terhadap prototipe II yang telah dikembangkan. Penilaian yang diberikan oleh ahli tersebut dianalisis menggunakan rumus Aiken's V. Penilaian kategori valid adalah ketika rata-rata penilaian menunjukkan nilai $\geq 0,79$ dan kategori tidak valid ketika nilai $< 0,79$ (Aiken, 1985).

Tabel 2. Hasil Penilaian *Expert Review*.

Aspek	Nilai V	Kategori
Konten/Isi	0,88	VALID
Penyajian	0,83	VALID
Kebahasaan	0,89	VALID
Tampilan	0,86	VALID
Rata-rata	0,86	VALID

Berdasarkan tabel, nilai validasi terhadap panduan praktikum larutan penyangga berbasis *green chemistry* dan *chemoentrepreneurship* untuk SMA/MA diperoleh nilai tertinggi sebesar 0,89 pada aspek kebahasaan. Nilai terendah adalah 0,83 pada aspek penyajian. Indeks rata-rata menunjukkan nilai 0,86 yang menyatakan bahwa keseluruhan panduan praktikum yang telah dikembangkan dapat dinyatakan sudah valid.

3. *One-to-one evaluation* (Evaluasi Satu-satu)

Evaluasi satu-satu yang dilakukan bersamaan dengan penilaian para ahli yang dilakukan pada 3 orang siswa SMA yang telah mempelajari materi larutan penyangga untuk melihat dan memberikan saran masukan terhadap produk yang telah dirancang. Penilaian dari evaluasi satu-satu ini dilakukan dengan dua cara, yaitu pengisian angket dan diperkuat dengan melakukan wawancara (Najib & Misrochah, 2020).

Tabel 3. Hasil Pengisian Angket Siswa

Aspek	Nilai V	Kategori
Kemudahan pengguna	0,88	Sangat setuju
Efisiensi	0,83	Sangat setuju
Manfaat	0,89	Sangat setuju

Hasil dari *one-to-one evaluation* ini menunjukkan bahwa mayoritas siswa yang menilai panduan praktikum memilih kategori "Sangat Setuju" terhadap seluruh aspek penilaian yang diberikan. Selain mengisi lembar angket penilaian, siswa juga dimintai komentar melalui kegiatan wawancara mengenai produk yang sudah dihasilkan. Hasil wawancara siswa pada *one-to-one evaluation* dijelaskan dalam tabel 4.

Tabel 4. Hasil Wawancara Siswa

Siswa	Hasil Wawancara
Siswa 1	"Dari segi kemudahan penggunaan dan instruksi yang tersaji dalam panduan praktikum, secara keseluruhan sudah mudah dimengerti, khususnya pada bagian prosedur, panduan yang dibuat jelas bisa dibawa kemana-mana dan bisa digunakan berulang kali, serta tampilannya yang bagus mengundang keinginan untuk membaca panduan tersebut."
Siswa 2	"Cover, warna, dan tampilan pada panduan praktikum sudah menarik, instruksi dan petunjuk penggunaan serta kegiatan-kegiatan di dalamnya sudah mudah dimengerti. Buku ini efisien untuk dibawa kemana-mana dan bisa dibaca sebelum kegiatan praktikum sehingga dapat membantu belajar mandiri sebelum melakukan kegiatan praktikum"
Siswa 3	"Panduan praktikum ini menarik dari segi desain, dan pemilihan warna yang digunakan, kegiatan praktikum di dalamnya juga terlihat menyenangkan karena terdapat pembuatan kegiatan wirausaha. Ukurannya yang tidak terlalu besar sehingga bisa disimpan dan dibawa-bawa. Memudahkan pengerjaan praktikum kimia"

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengembangan panduan praktikum larutan penyangga berbasis *green chemistry* dan *chemoentrepreneurship* telah menghasilkan prototipe III dengan kategori valid, ditunjukkan oleh nilai Aiken's V pada aspek isi, penyajian, kebahasaan, dan tampilan, dengan rata-rata 0,86. Hasil ini menegaskan bahwa produk yang dikembangkan telah memenuhi kriteria kelayakan dari segi materi, penyajian, bahasa, dan desain sehingga dapat digunakan dalam pembelajaran praktikum kimia di SMA/MA. Temuan ini sejalan dengan penelitian pengembangan bahan ajar sebelumnya yang menunjukkan bahwa integrasi pendekatan kontekstual seperti *green chemistry* mampu meningkatkan kualitas perangkat pembelajaran dan relevansinya dengan kehidupan nyata. Namun, penelitian ini memiliki perbedaan pada integrasi *chemoentrepreneurship* yang tidak hanya menekankan aspek lingkungan, tetapi juga mengaitkan pembelajaran dengan peluang kewirausahaan, sehingga memberikan nilai tambah pada pengembangan keterampilan peserta didik.

Hasil validitas yang tinggi menjadi indikator bahwa panduan praktikum yang dikembangkan telah sesuai dengan kebutuhan pembelajaran saat ini, khususnya dalam mendukung penguatan profil lulusan seperti kemandirian, kreativitas, kolaborasi, dan komunikasi. Hal ini menunjukkan bahwa produk tidak hanya layak secara akademik, tetapi juga relevan secara pedagogis dan kontekstual. Implikasi dari hasil penelitian ini adalah panduan praktikum dapat digunakan sebagai alternatif perangkat pembelajaran yang lebih inovatif dan aplikatif dalam kegiatan praktikum kimia. Selain itu, produk ini berpotensi membantu guru dalam mengarahkan pembelajaran yang lebih berpusat pada siswa serta mengintegrasikan nilai-nilai keberlanjutan dan kewirausahaan dalam proses pembelajaran.

Hasil penelitian ini terjadi karena proses pengembangan dilakukan secara sistematis melalui model Plomp dan evaluasi formatif Tesser yang memungkinkan perbaikan produk secara bertahap berdasarkan masukan dari ahli dan pengguna. Keterlibatan validator dan siswa dalam proses evaluasi juga memastikan bahwa produk yang dihasilkan sesuai dengan

standar keilmuan dan kebutuhan pengguna. Berdasarkan hasil tersebut, tindakan yang perlu dilakukan adalah melanjutkan penelitian pada tahap uji coba lebih luas untuk menguji kepraktisan dan efektivitas produk dalam pembelajaran nyata. Selain itu, disarankan untuk mengimplementasikan panduan ini secara bertahap dan menyesuaikannya dengan kondisi kelas.

KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil memvalidasi panduan praktikum larutan penyangga berbasis *green chemistry* dan *chemoentrepreneurship* untuk SMA/MA melalui model Plomp dengan evaluasi formatif Tessmer. Hasil penelitian menunjukkan bahwa panduan yang dikembangkan telah memenuhi kriteria validitas berdasarkan penilaian ahli dan evaluasi perorangan, sehingga layak digunakan sebagai perangkat pembelajaran praktikum. Temuan ini memberikan kontribusi berupa inovasi panduan praktikum yang menggabungkan konsep kimia dengan isu berkelanjutan dan kewirausahaan yang mendukung pengembangan kemandirian, kreativitas, kolaborasi, dan komunikasi peserta didik. Oleh karena itu, panduan praktikum ini direkomendasikan untuk digunakan dalam pembelajaran, serta perlu diuji lebih lanjut pada tahap berikutnya untuk memastikan kepraktisan dan efektivitasnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Aiken, L. R. (1985). Three Coefficients for Analyzing the Reliability and Validity of Ratings. In *Educational and Psychological Measurement* (Vol. 45, Issue 1). <https://doi.org/10.1177/0013164485451012>
- Ansori, A. H., & Heriansyah, M. A. F. (2025). *Transformasi Pembelajaran Abad 21: Sinergi Proyek Kontekstual dan Penilaian Autentik Mewujudkan Pembelajaran Mendalam*. Goresan Pena.
- Asda, V. D., Andromeda, Yerimadesi, & Hardeli. (2023). Development of Buffer Solution Students' Worksheet Based on Problem Based Learning with Ethnochemistry to Improve Students' Science Literacy Ability. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(7), 5220-5227. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i7.4369>
- Aspari, N. T., & Andromeda, A. (2025). Uji Validitas dan Praktikalitas E-Chemagz Berbasis Chemoentrepreneurship pada Materi Ikatan Kimia untuk Meningkatkan Literasi Kimia Peserta Didik. *Science: Jurnal Inovasi Pendidikan Matematika Dan IPA*, 5(3). <https://doi.org/10.51878/science.v5i3.6675>
- Azzajjad, M. F., Ahmar, D. S., & Kilo, A. K. (2024). Pemahaman Mahasiswa tentang Keberlanjutan dalam Kimia: Kajian Pengembangan pada Proyek Green Chemistry. *Jambura Journal of Educational Chemistry*, 6, 11-20. <https://doi.org/https://doi.org/10.37905/jjec.v6i1.22386>
- Dal, M., Lidi, M. W., & Priska, M. (2024). Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik Berbasis Etnosains untuk Melatih Keterampilan Literasi Sains Peserta Didik SMP. *PSEJ (Pancasakti Science Education Journal)*, 9(1), 39-57. <https://doi.org/10.24905/psej.v9i1.204>
- Febriyanti, A., & Siregar, A. D. (2025). Analisis Kesulitan Belajar Siswa dalam Penerapan Kurikulum Merdeka Pada Pembelajaran Kimia Kelas X di SMA Negeri 1 Kerinci. *Jurnal*

- Riset Pendidikan Kimia(JRPK)*, 15(April), 69-76.
<https://doi.org/https://doi.org/10.21009/JRPK.xxx.xx>
- Hidayat, I., Naziha, N., & Purnama, A. D. (2022). Increased Learning Outcomes in Effective Learning Models Application According to the Plomp. *Jle: Journal of Literate*, 03, 41-45.
<https://doi.org/https://doi.org/10.47435/jle.v1i2>
- Hikmah, N. (2023). Efektivitas Praktikum Kimia Dasar 1 Melalui Pengembangan E-Modul Praktikum untuk Meningkatkan Literasi Laboratorium Mahasiswa. *Kulidawa*, 4(1), 10-19.
- Laksono, P. J., Patriot, E. A., Shiddiq, A. S., & Astuti, R. T. (2023). Etnosains: Persepsi Calon Guru Kimia terhadap Pembelajaran Kontekstual Berbasis Budaya. *ORBITAL : JURNAL PENDIDIKAN KIMIA*, 7, 66-80.
- Miladinović, S. M. (2025). Green analytical chemistry : integrating sustainability into undergraduate education. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 417(4), 665-673.
<https://doi.org/10.1007/s00216-024-05680-4>
- Najib, A., & Misrochah, N. (2020). Penyusunan Petunjuk Praktikum Kimia Berorientasi Chemo- Entrepreneurship pada Larutan Penyangga Kimia , Universitas Islam Negeri Walisongo. *Journal of Educational Chemistry*, 2(2), 57-63.
<https://doi.org/10.21580/jec.2020.2.2.6099>
- Ni'mah, A., & Suwardi. (2023). Implementation of the Chemo-Entrepreneurship Approach in Chemistry Learning: Systematic Review 2016 - 2023. *JPPIPA*, 9, 24-36.
<https://doi.org/10.29303/jppipa.v9iSpecialIssue.5368>
- Noprianti, P., Kriswantoro, Asrial, & Damris. (2026). Analisis Kebutuhan dan Kesiapan Implementasi e-LKPD Interaktif Berbasis Pendekatan Kontekstual dalam Pembelajaran Kimia. *JlIP (Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan)*, 9, 1242-1248.
- Nurfathurrahmah, N., Ariyansyah, A., & Suryani, E. (2024). Pengembangan E-Panduan Praktikum Teknik Pengelolaan Laboratorium Berbasis PjBL untuk Meningkatkan Pembelajaran Abad 21. *JagoMIPA: Jurnal Pendidikan Matematika Dan IPA*, 4(1), 60-69.
<https://doi.org/10.53299/jagomipa.v4i1.412>
- Plomp, T., & Nieveen, N. (2013). *Educational Design Research: Illustrative Cases* (T. Plomp & N. Nieveen (eds.)). SLO, Netherlands Institute for Curriculum Development.
- Pratiwi, E. R., Almubarak, & Winarti, A. (2023). Pengembangan E-LKPD Berbasis Etnosains Model Inkuiri Terbimbing untuk Meningkatkan Literasi Sains Peserta Didik. *Prosiding Seminar Nasional Kimia (SNK)*, 62-72.
- Qurniati, D. (2021). *Desain Pengembangan Bahan Ajar Berbasis Chemo-entrepreneurship*. UIN Mataram Press.
- Rahmawati, I. M. N., & Dwiningsih, K. (2024). Implementasi E-LKPD Berbasis Problem Based Learning-STEM Untuk Meningkatkan Hasil Belajar dan Kemampuan Berpikir Kritis Pada Materi Sistem Koloid. *UNESA Journal of Chemical Education*, 13(3), 199-204.
- Runtuwene, C., Tengker, S., Rumampuk, R., Kaeng, M., & Pongoh, E. (2025). Penerapan Pembelajaran Kimia berbasis Chemo-entrepreneurship pada Materi Larutan Penyangga Kelas XI Siswa SMA Citra Kasih Manado. *Oxygenius*, 7(1), 13-18.
<https://doi.org/10.37033/ojce.v7i1.722>
- Rusdin, Ma'rup, Thalib, A., & Tahmir, S. (2024). Analisis Model Pengembangan pada Disertasi Pendidikan Matematika Universitas Negeri Makassar Tahun 2022- 2023 Rusdin,. 4(May), 319-326.

- Sanova, A., Afrida, Bakar, A., & Yuniarccih, H. (2021). Pendekatan Etnosains melalui Model Problem based Learning terhadap Kemampuan Literasi Kimia Materi larutan Penyangga. *Jurnal Zarah*, 9(2), 105-110.
- Sari, M. P., Andromeda, & Hardinata, A. (2020). Studi Kesulitan Belajar Mahasiswa Jurusan Pendidikan IPA dalam Mempelajari Sifat Periodik Unsur. *JEP: Jurnal Eksakta Pendidikan*, 4(1), 18-26. <https://doi.org/https://doi.org/10.24036/jep/vol4-iss1/379> Studi
- Simangunsong, A. D. B., & Darmana, A. (2025). Revitalisasi Pembelajaran Kimia dalam Meningkatkan Kontribusi Menuju Green Chemistry. *Jurnal Pendidikan Sains Dan Komputer*, 5(02), 423-429. <https://doi.org/https://doi.org/10.47709/jpsk.v5i02.7155>
- Solahudin, W. (2024). Penerapan Deep Learning dalam Pendidikan di Indonesia: Tantangan dan Peluang Implementasi Teknologi Pendidikan. *Jurnal Ilmu Pendidikan*, 1(2022), 48-55. <https://doi.org/https://doi.org/10.65094/ypdnj013>
- Sumarti, S. S., Nuswowati, M., & Kurniawati, E. (2018). Meningkatkan Keterampilan Proses Sains melalui Pembelajaran Koloid dengan Lembar Kerja Praktikum berorientasi Chemo-entrepreneurship. *Jurnal Phenomenon*, 08(2), 175-184.
- Susanti, L. Y. (2022). Pengembangan Modul Praktikum berbasis Green Chemistry untuk Menanamkan Karakter Peduli Lingkungan pada Calon Guru IPA. *Jurnal Pendidikan MIPA*, 12(September), 798-807. <https://doi.org/https://doi.org/10.37630/jpm.v12i3.657>
- Tampubolon, R. A., Kurniawati, D., Aini, S., & Effendi, E. (2021). Entalpi Pendidikan Kimia Pengembangan E-LKPD Berbasis Inkuiri Terbimbing pada Materi Larutan Penyangga untuk Siswa Kelas XI SMA/ MA Development of E-LKPD Based on Guided Inquiry on Buffer Solution Materials for Class XI SMA/MA Students. *Entalpi Pendidikan Kimia*, 58-66.
- Taruklimbong, E. S. W., & Murniarti, E. (2024). Analisis Peluang dan Tantangan Pembelajaran Kimia pada Kurikulum Merdeka pada Satuan Pendidikan Sekolah Menengah Atas. *Edukatif: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 6(4). <https://doi.org/10.31004/edukatif.v6i4.7177>
- Wikhdah, I. M., Sumarti, S. S., & Wardani, S. (2015). Pengembangan Modul Larutan Penyangga berorientasi Chemoentrepreneurship (CEP) untuk Kelas XI SMA / MA. *Jurnal Inovasi Pendidikan Kimia*, 9(2), 1585-1595.
- Zandroto, A. V., & Sinaga, K. (2022). Analisis Kemampuan Literasi Kimia Siswa Pada Materi Senyawa Hidrokarbon Melalui Pendekatan Kontekstual. *Jurnal Pendidikan MIPA*, 12(2), 349-358. <https://doi.org/https://doi.org/10.37630/jpm.v12i2.596>