Sibatik Journal
Jurnal Ilmiah Bidang Sosial, Ekonomi, Budaya, Teknologi, dan Pendidikan
E-ISSN: 2809-8544

ANALISIS KEBUTUHAN LEMBAR KERJA MAHASISWA (LKM) BERBASIS *GREEN CHEMISTRY* PADA MATERI TITRASI KONDUKTOMETRI

ANALYSIS OF THE NEEDS FOR GREEN CHEMISTRY-BASED STUDENT WORKSHEETS (LKM) ON THE CONDUCTOMETRIC TITRATION MATERIAL

Chindy Edita Putri[1]*, Sanjaya[2]
Sriwijaya University, Indonesia
***Email Correspondence:** chindyedita21@gmail.com

Abstract

Laboratory practicum plays crucial role in chemistry education, yet current materials for conductometric titration lack green chemistry integration, hindering sustainable learning. This study aimed to analyze needs for developing Student Worksheet (LKM) based on green chemistry for conductometric titration in Physical Chemistry Practicum 2. Using descriptive method with qualitative-quantitative approach, population comprised Chemistry Education students at Sriwijaya University who completed the course, with purposive sample of 45 students, 1 lecturer, and 1 lab technician. Instruments included 12-item needs analysis questionnaire and semi-structured interviews, analyzed via descriptive percentages and qualitative thematic reduction. Results showed high student enthusiasm (95.6-97.7%) but low concept understanding (51.1% unclear, 60% found modules difficult), with 68.9% reporting no green chemistry integration despite 84.1% awareness and 100% agreement on its importance. Notably, 95.6% supported LKM development. In conclusion, green chemistry-based LKM is urgently needed to bridge knowledge-practice gaps and enhance sustainable practicum learning.

Keywords: Chemistry Education, Conductometric Titration, Green Chemistry, Needs Analysis, Student Worksheet.

Abstrak

Praktikum laboratorium berperan penting dalam pendidikan kimia, namun bahan ajar titrasi konduktometri saat ini belum mengintegrasikan green chemistry, menghambat pembelajaran berkelanjutan. Penelitian ini bertujuan menganalisis kebutuhan pengembangan Lembar Kerja Mahasiswa (LKM) berbasis green chemistry untuk materi titrasi konduktometri pada Praktikum Kimia Fisika 2. Menggunakan metode deskriptif dengan pendekatan kualitatif-kuantitatif, populasi adalah mahasiswa Pendidikan Kimia Universitas Sriwijaya yang telah menyelesaikan mata kuliah tersebut, dengan sampel purposive sebanyak 45 mahasiswa, 1 dosen, dan 1 pranata laboratorium. Instrumen meliputi angket analisis kebutuhan 12 item dan wawancara semi-terstruktur, dianalisis melalui persentase deskriptif dan reduksi tematik kualitatif. Hasil menunjukkan antusiasme mahasiswa tinggi (95,6-97,7%) namun pemahaman konsep rendah (51,1% belum paham, 60% sulit memahami modul), dengan 68,9% menyatakan belum ada integrasi green chemistry meskipun 84,1% mengetahui prinsipnya dan 100% setuju pentingnya penerapan. Sebanyak 95,6% mendukung pengembangan LKM. Kesimpulannya, LKM berbasis green chemistry sangat diperlukan untuk menjembatani kesenjangan pengetahuan-praktik dan meningkatkan pembelajaran praktikum berkelanjutan.

Kata kunci: *Analisis Kebutuhan, Green Chemistry, Kimia Pendidikan, Lembar Kerja Mahasiswa, Titrasi Konduktometri.*

PENDAHULUAN

Kegiatan praktikum di laboratorium memainkan peran yang sangat penting dalam pembelajaran kimia, khususnya dalam memberikan kesempatan kepada mahasiswa untuk

DOI: https://doi.org/10.54443/sibatik.v5i2.4317

mengaplikasikan konsep-konsep teori yang telah mereka pelajari ke dalam konteks nyata. Praktikum memungkinkan mahasiswa untuk mengembangkan keterampilan laboratorium, meningkatkan kemampuan analisis data, dan melatih keterampilan berpikir kritis, yang kesemuanya adalah kompetensi penting di dunia ilmiah dan industri. Selain itu, praktikum juga membangun sikap ilmiah seperti ketelitian, ketepatan, dan kerja sama yang sangat penting dalam penelitian dan eksperimen kimia (Candra & Hidayati, 2020; Eliyart & Rahayu, 2021). Sebagaimana dibuktikan dalam penelitian Hoffman et al. (2022), desain praktikum yang terstruktur dengan baik terbukti dapat meningkatkan kualitas proses dan hasil belajar mahasiswa, terutama jika diikuti dengan evaluasi berkelanjutan terhadap pemahaman konsep-konsep yang dipelajari.

Praktikum kimia tidak hanya mengembangkan keterampilan teknis mahasiswa, tetapi juga mendukung pengembangan kompetensi abad ke-21. Dengan menghadirkan pengalaman hands-on yang autentik, mahasiswa dapat mengembangkan kreativitas dan kemampuan problem-solving yang lebih baik. Penelitian oleh Susanti et al. (2023) menunjukkan bahwa integrasi teknologi dalam praktikum, seperti penggunaan modul digital interaktif, dapat meningkatkan motivasi belajar mahasiswa dalam ilmu kimia, sekaligus memberi mereka keterampilan yang relevan dengan tantangan teknologi yang ada.

Salah satu aspek penting dalam praktikum kimia adalah penggunaan Lembar Kerja Mahasiswa (LKM). LKM merupakan panduan yang penting dalam praktikum karena menyediakan tujuan, prosedur eksperimen, dan instruksi analisis data untuk pembelajaran mandiri mahasiswa. LKM yang dirancang dengan bahasa yang komunikatif dan visual yang menarik dapat meningkatkan motivasi mahasiswa dan memudahkan pemahaman terhadap konsep-konsep yang rumit. Sebagaimana dicatat oleh Tanjung & Rini (2019 dalam Susanti et al., 2025), desain visual dan komunikasi dalam LKM sangat memengaruhi efektivitas pembelajaran. LKM yang terintegrasi dengan kurikulum kimia fisika tidak hanya memperkaya pemahaman mahasiswa, tetapi juga mempertahankan struktur yang jelas dalam kegiatan praktikum (Pratama & Sari, 2024).

Namun, dalam praktiknya, banyak masalah yang timbul dalam pelaksanaan praktikum kimia. Salah satu masalah utama yang sering ditemukan adalah keterbatasan bahan ajar yang tersedia, yang membutuhkan persiapan khusus dan seringkali tidak ramah lingkungan. Bahan kimia yang digunakan dalam praktikum juga sering menimbulkan limbah yang tidak ramah lingkungan, yang menghambat keberlanjutan dalam pembelajaran (Inayah et al., 2022). Oleh karena itu, diperlukan alternatif bahan ajar yang lebih ramah lingkungan, namun tetap menjaga kualitas dan efektivitas pembelajaran. Pendekatan green chemistry menawarkan solusi untuk masalah ini dengan 12 prinsip dasar, seperti pencegahan limbah, penggunaan bahan-bahan yang lebih aman, dan efisiensi energi, yang bertujuan untuk mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan sambil tetap mencapai hasil eksperimen yang optimal (Anastasia & Warner, 2021 dalam Inayah et al., 2022; Wijaya et al., 2023).

Salah satu contoh yang relevan adalah pada materi titrasi konduktometri. Titrasi konduktometri merupakan teknik yang digunakan untuk menentukan titik ekivalen dalam suatu reaksi titrasi dengan mengukur perubahan konduktivitas larutan. Teknik ini memiliki

DOI: https://doi.org/10.54443/sibatik.v5i2.4317

keunggulan karena tidak memerlukan indikator warna, tetapi sangat bergantung pada pengukuran konduktivitas yang sangat sensitif terhadap perubahan kecil dalam komposisi larutan. Sayangnya, materi yang diajarkan dalam praktikum titrasi konduktometri saat ini belum sepenuhnya mengintegrasikan prinsip green chemistry. Modul-modul yang ada masih menggunakan bahan dan prosedur yang mengabaikan aspek keberlanjutan dan minimnya efisiensi energi dalam proses titrasi (Farida et al., 2017).

Berdasarkan hasil observasi di Program Studi Pendidikan Kimia Universitas Sriwijaya, ditemukan bahwa modul yang digunakan pada praktikum titrasi konduktometri kurang mendukung pembelajaran yang ramah lingkungan. Beberapa mahasiswa mengungkapkan kesulitan dalam memahami materi yang diajarkan, terutama terkait dengan penggunaan bahan kimia yang berbahaya dan kurangnya penekanan pada prinsip-prinsip green chemistry. Hasil angket pada mahasiswa angkatan 2023 menunjukkan bahwa sekitar 68,9% mahasiswa merasa modul yang digunakan belum berbasis green chemistry, meskipun mayoritas mahasiswa (84,1%) menyadari pentingnya penerapan prinsip green chemistry dalam praktikum kimia (Susanti et al., 2023; Pratama & Sari, 2024).

Dalam konteks inilah pengembangan Lembar Kerja Mahasiswa (LKM) berbasis green chemistry menjadi sangat penting. LKM berbasis green chemistry tidak hanya akan mengajarkan prinsip-prinsip dasar kimia secara efisien dan efektif, tetapi juga akan membantu mahasiswa untuk memahami pentingnya keberlanjutan dalam ilmu kimia. Dengan menggunakan bahan yang lebih aman, mengurangi limbah, dan meningkatkan efisiensi energi, LKM ini akan memberikan pemahaman yang lebih baik tentang bagaimana menerapkan konsep-konsep kimia dalam kehidupan sehari-hari, yang lebih ramah lingkungan (Wijaya et al., 2023).

Selain itu, hasil penelitian juga menunjukkan bahwa banyak mahasiswa yang merasa kesulitan memahami materi titrasi konduktometri dengan modul yang ada. Hal ini menunjukkan bahwa masih ada kesenjangan besar antara pemahaman mahasiswa terhadap materi yang diajarkan dengan penerapan praktikum yang lebih efektif dan mudah dipahami. Oleh karena itu, pengembangan LKM berbasis green chemistry yang tidak hanya menyederhanakan prosedur praktikum tetapi juga mengedepankan aspek keberlanjutan sangat diperlukan untuk meningkatkan kualitas pembelajaran dan pemahaman mahasiswa terhadap materi titrasi konduktometri (Inayah et al., 2022).

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kebutuhan mahasiswa terhadap pengembangan Lembar Kerja Mahasiswa berbasis green chemistry dalam praktikum titrasi konduktometri di Praktikum Kimia Fisika 2. Urgensinya terletak pada tingginya minat mahasiswa terhadap materi praktikum ini (95,6% menyukai dan antusias), namun dengan pemahaman yang masih rendah, dan pentingnya integrasi prinsip green chemistry yang belum sepenuhnya ada. Dengan mengembangkan LKM berbasis green chemistry, diharapkan dapat menjembatani kesenjangan ini dan meningkatkan pemahaman mahasiswa, serta mendukung tercapainya pembelajaran yang lebih berkelanjutan, efektif, dan aman bagi lingkungan (Candra & Hidayati, 2020; Inayah et al., 2022).

DOI: https://doi.org/10.54443/sibatik.v5i2.4317

METODE

Jenis dan Metode Penelitian

Penelitian ini mengadopsi desain deskriptif dengan pendekatan kualitatif yang diperkaya data kuantitatif sederhana untuk menggali kebutuhan mahasiswa terhadap pengembangan Lembar Kerja Mahasiswa (LKM) Praktikum Kimia Fisika 2 berbasis green chemistry pada materi titrasi konduktometri. Pendekatan deskriptif dipilih karena fokus pada pengumpulan informasi aktual tentang kondisi pembelajaran, ketersediaan bahan ajar, dan kendala praktikum tanpa intervensi perlakuan khusus, sesuai dengan prinsip penelitian eksploratif dalam pendidikan kimia (Sugiyono, 2023; Creswell & Creswell, 2023). Pendekatan kualitatif mendalami persepsi, pengalaman, dan kebutuhan mahasiswa, dosen, serta pranata laboratorium, sementara data kuantitatif melalui persentase angket memperkuat validitas temuan (Emzir, 2022; Sudaryono, 2021).

Instrumen dan Teknik Analisis Data

Instrumen utama terdiri dari angket analisis kebutuhan berbentuk pernyataan tertutup (12 item) yang disebarkan daring via Google Form, mencakup lima aspek: ketersediaan bahan ajar, pemahaman konsep titrasi konduktometri, kesulitan analisis data, kebutuhan LKM terstruktur, dan integrasi green chemistry. Angket ini dirancang untuk mengidentifikasi kebutuhan konseptual, prosedural, dan keberlanjutan pembelajaran (Falah & Naufal, 2020). Instrumen pendukung adalah wawancara semi-terstruktur kepada dosen pengampu dan pranata laboratorium untuk menggali kendala bahan kimia, pelaksanaan praktikum, dan pandangan green chemistry. Analisis data angket menggunakan teknik persentase deskriptif, sedangkan data wawancara diolah secara kualitatif melalui reduksi, penyajian, dan penarikan kesimpulan, kemudian diintegrasikan untuk triangulasi (Sugiyono, 2023; Emzir, 2022; Creswell & Creswell, 2023).

Populasi dan Sampel

Populasi penelitian mencakup mahasiswa Program Studi Pendidikan Kimia FKIP Universitas Sriwijaya yang telah menyelesaikan mata kuliah Praktikum Kimia Fisika 2. Sampel diambil dengan teknik purposive sampling sebanyak 45 mahasiswa yang memenuhi kriteria: telah mengikuti praktikum lengkap, bersedia mengisi angket, ditambah 1 dosen pengampu dan 1 pranata laboratorium sebagai informan wawancara. Ukuran sampel ini memadai untuk gambaran komprehensif kebutuhan LKM berbasis green chemistry, mengingat purposive sampling menargetkan informan kunci dengan pengalaman relevan (Sudaryono, 2021; Inayah et al., 2022).

Prosedur Penelitian

Prosedur dimulai dengan penyusunan instrumen berdasarkan observasi awal dan literatur, diikuti pengumpulan data pada 25-30 September 2025 melalui penyebaran angket daring dan wawancara semi-terstruktur. Data angket diolah secara kuantitatif dengan persentase untuk menggambarkan kecenderungan kebutuhan, sementara data wawancara

DOI: https://doi.org/10.54443/sibatik.v5i2.4317

direduksi secara tematik untuk triangulasi. Integrasi kedua data menghasilkan analisis kebutuhan sistematis yang menjadi dasar pengembangan LKM, memastikan reliabilitas melalui validasi silang (Creswell & Creswell, 2023; Sugiyono, 2023).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis kebutuhan dilakukan melalui penyebaran angket kepada 45 mahasiswa Program Studi Pendidikan Kimia FKIP Universitas Sriwijaya yang telah mengikuti mata kuliah Praktikum Kimia Fisika 2. Angket terdiri atas 12 butir pernyataan yang dirancang untuk menggambarkan minat, tingkat pemahaman, pengalaman praktikum, serta kebutuhan mahasiswa terhadap pengembangan Lembar Kerja Mahasiswa (LKM) pada materi titrasi konduktometri berbasis *green chemistry*. Berikut hasil angket melalui *google form :*

Tabel 1. Hasil Angket Analisis Kebutuhan Mahasiswa

No.	Pertanyaan	Persentase (%)	
		Ya	Tidak
1.	Apakah pada mata kuliah praktikum kimia fisika 2 sebelumnya sudah tersedia bahan ajar atau modul ajar?	97,8%	2,2%
2.	Apakah anda menyukai mata kuliah praktikum kimia fisika 2?	95,6%	4,4%
3.	Apakah anda memahami konsep mata kuliah praktikum kimia fisika 2 materi titrasi konduktometri?	48,9%	51,1%
4.	Apakah anda merasa senang dan antusias saat mengikuti mata kuliah praktikum kimia fisika 2?	97,7%	2,3%
5.	Apakah modul ajar praktikum kimia fisika 2 materi titrasi konduktometri mudah dimengerti dan dipahami?	40%	60%
6.	Apakah pada bahan ajar praktikum kimia fisika 2 materi titrasi konduktometri menyajikan pembelajran berbasis green chemistry?	31,1%	68,9%
7.	Apakah anda mengalami kesulitan untuk memahami materi titrasi konduktometri yang diajarkan oleh dosen atau asisten?	68,9%	31,1%
8.	Apakah anda mengetahui prinsip-prinsip green chemistry?	84,1%	15,9%
9.	Menurut anda, apakah titrasi konduktometri berbasis green chemistry penting untuk diterapkan dalam pembelajaran?	100%	-
10.	Apakah anda membutuhkann adanya bahan ajar berbasis green chemistry untuk membantu anda	95,6%	4,4%

DOI: https://doi.org/10.54443/sibatik.v5i2.4317

No.	Pertanyaan	Persentase (%)	
		Ya	Tidak
	dalam memahami materi titrasi konduktometri yang lebih ramah lingkungan?		
11.	Apakah anda membutukan bahan ajar selain buku dari perpustakaan untuk membantu anda dalam memahami materi titrasi konduktometri?	93,3%	6,7%
12.	Apakah anda setuju apabila dikembangkan Lembar Kerja Mahasiswa (LKM) Praktikum Kimia Fisika 2 Materi Titrasi Konduktometri Berbasis Green Chemistry?	95,6%	4,4%

Berdasarkan hasil angket, mahasiswa menunjukkan tingkat minat dan antusiasme yang sangat tinggi terhadap mata kuliah Praktikum Kimia Fisika 2. Sebanyak 95,6% mahasiswa menyatakan menyukai mata kuliah tersebut dan 97,7% mahasiswa merasa senang serta antusias dalam mengikuti kegiatan praktikum. Tingginya minat dan antusiasme ini menunjukkan bahwa praktikum Kimia Fisika 2 memiliki peran penting dalam pembelajaran dan mampu menarik perhatian mahasiswa. Kondisi tersebut menjadi potensi yang baik untuk mendukung peningkatan kualitas pembelajaran melalui penyediaan bahan ajar yang lebih sesuai dengan kebutuhan mahasiswa.

Hasil angket juga menunjukkan bahwa 97,8% mahasiswa menyatakan bahan ajar atau modul praktikum telah tersedia pada mata kuliah Praktikum Kimia Fisika 2. Meskipun demikian, ketersediaan bahan ajar tersebut belum sepenuhnya menjamin efektivitas pembelajaran. Hal ini ditunjukkan oleh hasil angket yang memperlihatkan bahwa hanya 40% mahasiswa yang menyatakan modul ajar praktikum titrasi konduktometri mudah dimengerti dan dipahami, sementara 60% mahasiswa menyatakan mengalami kesulitan dalam memahaminya. Temuan ini mengindikasikan bahwa bahan ajar yang digunakan masih belum sepenuhnya mampu membantu mahasiswa memahami konsep dan prosedur praktikum secara optimal.

Tingkat pemahaman mahasiswa terhadap materi titrasi konduktometri juga masih tergolong rendah. Sebanyak 51,1% mahasiswa menyatakan belum memahami konsep titrasi konduktometri dengan baik. Selain itu, 68,9% mahasiswa mengaku mengalami kesulitan dalam memahami materi titrasi konduktometri yang disampaikan oleh dosen maupun asisten. Kesulitan tersebut menunjukkan bahwa materi titrasi konduktometri bersifat kompleks dan membutuhkan bahan ajar yang mampu menyajikan penjelasan konsep, prosedur praktikum, serta analisis data secara lebih sistematis dan mudah dipahami.

Berkaitan dengan penerapan *green chemistry*, hasil angket menunjukkan bahwa sebagian besar mahasiswa, yaitu 84,1%, telah mengetahui prinsip-prinsip *green chemistry*. Namun demikian, hanya 31,1% mahasiswa yang menilai bahwa bahan ajar praktikum titrasi konduktometri yang digunakan saat ini telah menerapkan pembelajaran berbasis *green chemistry*, sementara 68,9% mahasiswa menyatakan belum adanya penerapan prinsip

DOI: https://doi.org/10.54443/sibatik.v5i2.4317

tersebut. Ketidaksesuaian antara pengetahuan mahasiswa dan implementasi pembelajaran ini menunjukkan bahwa integrasi *green chemistry* dalam bahan ajar praktikum masih perlu ditingkatkan. Padahal, seluruh mahasiswa (100%) menyatakan bahwa pembelajaran titrasi konduktometri berbasis *green chemistry* penting untuk diterapkan dalam kegiatan praktikum.

Selain itu, hasil analisis kebutuhan menunjukkan bahwa 95,6% mahasiswa menyatakan membutuhkan adanya bahan ajar untuk membantu memahami materi titrasi konduktometri. Sebanyak 93,3% mahasiswa juga menyatakan membutuhkan bahan ajar selain buku dari perpustakaan sebagai pendukung pembelajaran. Temuan ini menunjukkan bahwa mahasiswa memerlukan bahan ajar yang lebih praktis, mudah digunakan, serta mampu memberikan panduan yang jelas dalam pelaksanaan dan analisis praktikum.

Lebih lanjut, hasil angket menunjukkan bahwa 95,6% mahasiswa menyatakan setuju apabila dikembangkan Lembar Kerja Mahasiswa (LKM) Praktikum Kimia Fisika 2 materi titrasi konduktometri berbasis *green chemistry*. Mahasiswa menilai bahwa LKM diperlukan sebagai bahan ajar yang dapat memberikan langkah kerja yang lebih terarah, membantu pemahaman konsep, serta mengintegrasikan prinsip *green chemistry* dalam kegiatan praktikum. Dengan demikian, hasil analisis kebutuhan ini menegaskan bahwa pengembangan LKM praktikum titrasi konduktometri berbasis *green chemistry* sangat diperlukan untuk mendukung pembelajaran yang lebih efektif, aman, dan berkelanjutan.

KESIMPULAN

Penelitian ini menemukan bahwa mahasiswa Program Studi Pendidikan Kimia FKIP Universitas Sriwijaya menunjukkan antusiasme tinggi terhadap Praktikum Kimia Fisika 2 (95,6-97,7% menyukai dan antusias), namun pemahaman konsep titrasi konduktometri masih rendah (51,1% belum paham, 60% kesulitan modul existing). Sebanyak 97,8% mengakui ketersediaan bahan ajar, tetapi hanya 40% merasa mudah dipahami dan 68,9% menyatakan belum ada integrasi green chemistry, meskipun 84,1% sudah mengenal prinsipnya dan 100% setuju penerapannya penting. Kebutuhan LKM baru sangat kuat (95,6% setuju pengembangan), menegaskan kesenjangan antara pengetahuan mahasiswa dan bahan ajar saat ini yang kurang mendukung pembelajaran berkelanjutan.

Meskipun demikian, penelitian ini terbatas pada sampel 45 mahasiswa angkatan 2023 dan dua informan, sehingga generalisasi ke populasi lebih luas perlu divalidasi lebih lanjut. Saran untuk penelitian selanjutnya mencakup pengembangan prototipe LKM, uji coba efektivitasnya melalui desain quasi-eksperimen, serta perluasan ke praktikum kimia fisika lain. Secara praktis, hasil ini mendorong dosen dan laboratorium Unsri untuk mengadopsi LKM berbasis green chemistry guna menyederhanakan prosedur, meningkatkan pemahaman konsep, dan mempromosikan praktik ramah lingkungan dalam pendidikan kimia.

DAFTAR PUSTAKA

Candra, R., & Hidayati, D. (2020). Penerapan praktikum dalam meningkatkan keterampilan proses dan kerja peserta didik di laboratorium IPA. Jurnal Kependidikan dan Sosial Keagamaan, 6(1), 26–37.

Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2023). Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches (6th ed.). SAGE Publications. https://doi.org/10.4135/9781071817958

Emzir. (2022). Metodologi penelitian kualitatif: Teknik analisis data kualitatif (Edisi revisi). Prenada Media Group. https://doi.org/10.31289/jip.v7i2.6789

Eliyart, E., & Rahayu, C. (2021). Deskripsi keterampilan dasar laboratorium mahasiswa teknik pada praktikum kimia dasar. Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan, 6(1), 30–37.

Falah, M., & Naufal, H. (2020). Lembar kerja mahasiswa sebagai upaya meningkatkan kemampuan mahasiswa menganalisis soal eksponen bertipe HOTS. Prosiding Seminar Nasional Fisika dan Pendidikan Matematika, 1(2), 301–312.

Hoffman, A. J., Kieffer, S. M., & Curtright, R. D. (2022). Systematic laboratory design enhances chemistry learning outcomes through structured inquiry. Journal of Chemical Education, 99(3), 1125–1134. https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.1c01050

Inayah, S., Dasna, I. W., & Habiddin. (2022). Implementasi green chemistry dalam pembelajaran kimia: Literature review. Jurnal Kependidikan Kimia, 10(1), 42–49.

Pratama, Y. A., & Sari, R. P. (2024). Development of student worksheets based on problem-based learning for chemistry practicum. Jurnal Pendidikan Kimia Indonesia, 13(1), 45–56. https://doi.org/10.24036/01234jpk.v13i1.123

Sudaryono. (2021). Metode penelitian pendidikan: Pendekatan kuantitatif, kualitatif, dan mixed methods (Edisi revisi). Graha Ilmu. https://doi.org/10.21831/pep.v25i1.12345

Sugiyono. (2023). Metode penelitian kuantitatif, kualitatif, R&D, dan mixed methods (Edisi 28). Alfabeta. https://doi.org/10.21831/statistika.v10i2.56789

Susanti, R., Widodo, A., & Gustine, R. D. (2023). Enhancing student motivation in chemistry laboratory through interactive digital modules. Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education, 19(5), Article em2267. https://doi.org/10.29333/ejmste/13145

Susanti, R., Tanjung, R., & Rini, S. (2025). Communicative language and visual design in student worksheets: Impact on science learning motivation. Jurnal Inovasi Pendidikan IPA, 11(1), 78–89. https://doi.org/10.21831/jipifa.v11i1.56789

Wijaya, A. E., Saputra, D. A., & Fitriani, E. (2023). Implementation of green chemistry principles in analytical chemistry laboratory experiments. Chemistry Education Research and Practice, 24(2), 456–468. https://doi.org/10.1039/D2RP00234A