

PENGEMBANGAN LKM TOPIK ADSORPSI LARUTAN PADA MATA KULIAH PRAKTIKUM KIMIA FISIKA 1 BERBASIS *GREEN* *CHEMISTRY*

Siska Apriyani Silaen^{1*}, Sanjaya², M. Hadeli L²

¹ Mahasiswa Pendidikan Kimia FKIP/Universitas Sriwijaya, Palembang

² Dosen Pendidikan Kimia FKIP/Universitas Sriwijaya, Palembang

*email: silaensiskaapriani@gmail.com

Abstract

This development research aims to produce a Student Worksheet (LKM) on the topic of Solution Adsorption for the Physical Chemistry 1 practicum course based on Green Chemistry principles that is valid, practical. This research was conducted with students involved in the Chemistry Physics 1 practicum course. The development model used is the ADDIE model modified with Tessmer's formative evaluation. Research data were obtained through expert reviews, practicality tests involving one-to-one evaluations and small group evaluations. The validity test results show that the LKM achieved a high level of validity with an average Aiken's V coefficient of 0.91. The practicality test stage indicated that at the one-to-one evaluation stage, a percentage of 82.8% was obtained in the practical category, and at the small group evaluation stage, the percentage was 87.9% in the practical category. The results of this research show that the Green Chemistry-based student worksheet (LKM) on the topic of Solution Adsorption for the Physical Chemistry 1 practicum course meets the criteria of being valid, practical.

Keywords: Development Research, Student Worksheet, Green Chemistry.

Abstrak

Penelitian pengembangan ini bertujuan untuk menghasilkan Lembar Kerja Mahasiswa (LKM) pada topik Adsorpsi Larutan untuk praktikum Kimia Fisika 1 berbasis prinsip *green chemistry* yang valid, praktis. Penelitian ini dilakukan dengan melibatkan mahasiswa yang mengikuti praktikum Kimia Fisika 1. Model pengembangan yang digunakan adalah model ADDIE yang dimodifikasi dengan evaluasi formatif Tessmer. Data penelitian diperoleh melalui tinjauan ahli, uji kepraktisan yang melibatkan evaluasi satu-satu dan evaluasi kelompok kecil. Hasil uji validitas menunjukkan bahwa LKM mencapai tingkat validitas yang tinggi dengan rata-rata koefisien Aiken's V sebesar 0,91. Tahap uji kepraktisan menunjukkan bahwa pada tahap evaluasi satu-satu diperoleh persentase sebesar 82,8% dalam kategori praktis, dan pada tahap evaluasi kelompok kecil diperoleh persentase sebesar 87,9% dalam kategori praktis. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa LKM berbasis *green chemistry* pada topik Adsorpsi Larutan untuk praktikum Kimia Fisika 1 memenuhi kriteria valid, praktis

Kata kunci: Penelitian Pengembangan Lembar Kerja Mahasiswa, Green Chemistry.

Kimia fisika merupakan ilmu kimia yang mengkhususkan diri pada studi fenomena fisik yang terjadi dalam sistem kimia. Topik yang dipelajari dalam kimia fisika antara lain termodinamika, kinetika, mekanika kuantum, dan spektroskopi. Salah satu materi yang dipelajari dalam kimia fisika adalah adsorpsi (Fatimah, 2017). Adsorpsi memiliki peran penting dalam berbagai bidang, termasuk pengolahan limbah, katalisis, dan pemurnian zat kimia (Widoyoko, 2009).

Green chemistry adalah ide yang mendorong untuk memprioritaskan produk atau proses yang meminimalkan penggunaan dan produksi zat berbahaya (Putri, 2019). Menurut Utomo (2010) *green chemistry* merupakan filosofi atau ideologi yang mendorong perancangan produk atau

proses dengan tujuan mengurangi atau menghilangkan penggunaan serta produksi zat-zat beracun atau berbahaya. *Green Chemistry* adalah pendekatan menyeluruh yang digunakan untuk menciptakan bahan kimia yang aman dan ramah bagi alam (Al Idrus, 2020). Dalam praktikum kimia fisika pada materi adsorpsi mahasiswa kurang menyadari dampak-dampak terhadap lingkungan dan kurangnya bahan ajar yang digunakan untuk mengedukasi pemahaman mahasiswa terhadap *green chemistry*.

Menurut Orgill, dkk., (2019), Pengetahuan *Green Chemistry* membekali mereka dengan kemampuan untuk berperan dalam mengatasi isu-isu global seperti pencemaran, perubahan iklim, dan kekurangan sumber daya alam. Mahasiswa yang mempelajari *Green Chemistry* memiliki fokus yang lebih tinggi terhadap keselamatan saat bekerja dengan bahan kimia. Hal ini dikarenakan mereka mendapatkan pelatihan khusus untuk mengidentifikasi dan meminimalisir potensi bahaya dari bahan kimia berbahaya (Chiu & Chai, 2020). Dengan mempelajari *Green Chemistry*, mahasiswa akan paham dampak dari bahan kimia terhadap lingkungan dan terdorong untuk memilih produk yang ramah lingkungan. Lebih dari itu, *Green Chemistry* membuka gerbang menuju pemahaman kimia yang lebih mendalam. Mahasiswa yang mempelajari *Green Chemistry* akan mengembangkan pemahaman yang lebih komprehensif tentang interaksi antar molekul serta prinsip-prinsip dasar kimia. Praktikum kimia kini tak hanya berfokus pada reaksi, tapi juga pada kelestarian lingkungan mahasiswa didorong untuk memilih bahan kimia yang lebih ramah lingkungan dibandingkan bahan kimia berbahaya. Diskusi tentang reaksi kimia pun tak hanya membahas proses konvensional, tapi juga metode *Green Chemistry*. Melalui perbandingan kelebihan dan kekurangan, mahasiswa diajak untuk memahami prinsip dan manfaat *Green Chemistry*, sehingga mereka menjadi pengguna bahan kimia yang lebih bertanggung jawab dan berkontribusi pada kelestarian lingkungan. Hal ini akan memperkaya kemampuan mereka dalam analisis, pemecahan masalah, dan penelitian di berbagai bidang ilmu. Dengan pengetahuan dan keterampilan yang diperoleh dari *Green Chemistry*, mahasiswa memiliki kesempatan untuk berperan sebagai penggerak perubahan di sektor industri kimia (Nisar et al., 2021). Penerapan prinsip-prinsip *Green Chemistry* secara menyeluruh merupakan kunci untuk mencapai masa depan yang berkelanjutan. Hal ini dapat dicapai melalui adopsi praktik berkelanjutan di berbagai industri dan sektor, mulai dari penggunaan energi terbarukan hingga pengembangan bahan dan pengelolaan limbah yang ramah lingkungan.

Mahasiswa yang mempelajari *Green Chemistry* memiliki fokus yang lebih tinggi terhadap keselamatan saat bekerja dengan bahan kimia. Hal ini dikarenakan mereka mendapatkan pelatihan khusus untuk mengidentifikasi dan meminimalisir potensi bahaya dari bahan kimia berbahaya (Chiu & Chai, 2020). Pengetahuan dan kesadaran ini mendorong mereka untuk mencari cara yang lebih aman dan ramah lingkungan dalam penggunaan bahan kimia, sehingga meminimalisir risiko

bagi diri sendiri dan orang lain. Pendekatan *Green Chemistry* menanamkan budaya keselamatan dalam diri para mahasiswanya, menjadikan mereka pengguna bahan kimia yang lebih bertanggung jawab.

Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) merupakan alat bantu pembelajaran yang sering digunakan oleh pendidik untuk mendukung proses belajar mengajar. Menurut Syamsu (2020), LKPD adalah kumpulan lembar kegiatan yang dirancang untuk peserta didik agar dapat melakukan aktivitas nyata berdasarkan objek dan masalah yang telah dipelajari sebelumnya. Selain itu, menurut Nua, dkk., (2018) mendefinisikan LKPD sebagai media pembelajaran yang berfungsi membantu peserta didik, baik secara individu maupun kelompok, dalam memperoleh pengetahuan melalui berbagai sumber belajar. Oleh karena itu, dikarenakan masih kurangnya pemahaman terhadap *green chemistry* dan kesadaran mahasiswa dengan dampak buruk terhadap kehidupan dan belum menerapkannya dengan basis *green chemistry* pada Praktikum Kimia Fisika 1. Untuk itu perlu dilakukan penelitian dengan judul “**Pengembangan LKM Topik Adsorpsi Larutan Pada Mata Kuliah Praktikum Kimia Fisika 1 Berbasis *Green Chemistry***”.

METODE

Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang dilakukan adalah penelitian pengembangan yang bertujuan untuk menghasilkan Lembar Kerja Mahasiswa (LKM) pada topik adsorpsi larutan dalam mata kuliah Praktikum Kimia Fisika 1 yang berbasis *Green Chemistry*. Penelitian ini berfokus pada pengembangan LKM yang valid, praktis. melalui analisis mendalam terhadap aspek-aspek yang berkaitan dengan konten pembelajaran, penerapan prinsip-prinsip *Green Chemistry*, serta respons dari mahasiswa yang mengikuti praktikum. Data yang diperoleh digunakan untuk mengevaluasi kepraktisan, dan kualitas pembelajaran yang tercapai dengan penggunaan LKM ini.

Teknik Pengumpulan Data

Tahap wawancara.

Wawancara dilakukan dengan dosen dan mahasiswa atau instruktur yang terlibat dalam pengembangan dan implementasi LKM tersebut. Tujuan wawancara adalah untuk mendapatkan pemahaman mendalam tentang proses pengembangan LKM, tujuan pembelajaran yang ingin dicapai, dan pengalaman serta pandangan dosen/instruktur terhadap penggunaan LKM dalam praktikum

Kuisisioner

Kuesioner digunakan untuk mengumpulkan data dari mahasiswa yang mengikuti praktikum Kimia Fisika 1 berbasis *green chemistry*. Kuesioner dirancang untuk mengevaluasi pemahaman dan respon mahasiswa terhadap LKM yang dikembangkan LKM dalam memfasilitasi pemahaman materi dan penerapan prinsip-prinsip *green chemistry*, serta kepraktisan LKM dalam penggunaannya.

Validasi Ahli

Melakukan validasi kepada ahli dengan membuat lembar validasi yang berisi kriteria dan indikator yang harus dinilai oleh para ahli dan meminta para ahli untuk mengevaluasi LKM berdasarkan instrumen validasi yang telah disiapkan dan selanjutnya mengumpulkan dan menganalisis umpan balik dari para ahli. Jika ada aspek yang dianggap tidak valid, dilakukan revisi pada LKM berdasarkan saran dari para ahli.

Teknik Analisis Data

1) Analisis Data Wawancara

Wawancara dilakukan untuk mengetahui kebutuhan serta ekspektasi dosen/analisis laboratorium dan mahasiswa mengenai pengembangan LKM berbasis *Green Chemistry* yang akan digunakan dalam Praktikum Kimia Fisika 1. Hasil wawancara ini berfungsi sebagai dasar dalam merumuskan alasan pentingnya pengembangan LKM tersebut, data hasil wawancara didapatkan data kualitatif

2) Analisis Data Validasi Ahli

Tahap ini bertujuan untuk mengevaluasi validitas LKM yang dikembangkan selama proses *expert review*. Penilaian validitas dilakukan menggunakan metode perhitungan V Aiken (1985) dengan melibatkan sejumlah ahli sebagai validator

$$v = \frac{\sum s}{[n(c - 1)]}$$
$$s = r - l_o$$

Keterangan:

l_o = Angka validitas terendah

c = Angka validitas tertinggi

r = Angka yang diberikan oleh penilai

Tabel 1. Kategori Skor Validasi Aiken's V

Rentang Skor	Kategori
0,68 – 1,00	Tinggi
0,34 – 0,67	Sedang
0,00 – 0,33	Rendah

3) Analisa Data Angket

Analisis data angket digunakan untuk mengevaluasi tingkat kepraktisan Lembar Kerja Mahasiswa (LKM) yang dikembangkan selama penelitian. Proses ini dilakukan dengan mengumpulkan data melalui angket pada dua tahap berbeda, yaitu tahap *one-to-one* dan *small group evaluation*. Pada tahap *one-to-one*, angket diberikan kepada beberapa individu dengan 3 orang untuk menilai sejauh mana LKM mudah dipahami dan digunakan secara individu. Sedangkan pada tahap *small group evaluation*, angket digunakan untuk mengukur kepraktisan LKM dalam skala yang lebih besar dengan melibatkan kelompok kecil. Hasil dari kedua tahap ini memberikan gambaran menyeluruh mengenai kepraktisan LKM, yang menjadi bahan untuk revisi dan pengembangan lebih lanjut

$$\text{Skor Nilai} = \frac{\text{Skor yang diperoleh}}{\text{Skor maksimum}} \times 100\%$$

(Irsalina dan Dwiningsih, 2018)

Tabel 1. Kategori Praktikalitas

Tingkat Pencapaian (%)	Kategori
81 – 100	Sangat Praktis
61 – 80	Praktis
41 – 60	Cukup Praktis
21 – 40	Kurang Praktis
0 – 20	Tidak Praktis

(Irsalina dan Dwiningsih, 2018)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Wawancara

Tahap ini dilakukan dengan cara mewawancarai pengampu mata kuliah Praktikum Kimia Fisika 1 untuk mengidentifikasi kebutuhan spesifik yang relevan dengan pengembangan

LKM, diketahui bahwa bahan ajar yang digunakan saat ini hanya berupa modul dan video pembelajaran. Bahan ajar video tersebut sebelumnya digunakan sebagai alternatif pembelajaran jarak jauh selama era *COVID-19* untuk memastikan proses pembelajaran tetap berlangsung. Namun, bahan ajar ini belum sepenuhnya efektif dalam mendukung pemahaman mahasiswa, terutama karena belum mengadopsi prinsip *Green Chemistry*.

Hasil Analisa Validasi Ahli

Proses validasi produk dilakukan oleh dua ahli yang bertugas menilai kualitas LKM berbasis *Green Chemistry* dari segi materi, dan desain. Para validator terdiri dari dosen yang berasal dari program studi Pendidikan Fisika di FKIP Universitas Sriwijaya dan Analis Laboratorium Dasar Bersama Kimia Fisika Universitas Sriwijaya. Pada tahap ini, prototipe awal (*Prototype I*) diperiksa secara menyeluruh, dan setiap validator memberikan umpan balik berupa komentar dan rekomendasi untuk perbaikan. Hasil evaluasi mencakup pengisian lembar penilaian yang telah disiapkan untuk mengukur relevansi materi, dan efektivitas desain. Masukan dari para validator menjadi dasar dalam menyempurnakan LKM sebelum melanjutkan ke tahap implementasi dan pengujian berikutnya.

1) Validasi Materi

Validator materi terdiri dari dosen ahli materi dan analis laboratorium ahli Universitas Sriwijaya.

Tabel 3. Hasil Perhitungan Validasi Aspek Materi

Validator	Indikator Penilaian	Kategori Kategori Aiken's (V)	Kategori
Ahli materi 1, dan Ahli Materi 2	1.	1	Tinggi
	2.	1	Tinggi
	3.	0,83	Tinggi
	4.	0,83	Tinggi
	5.	0,83	Tinggi
Rata-rata		0,90	Tinggi

Dari perhitungan tersebut validasi aspek materi dengan rumus V Aiken's menunjukkan hasil bahwa LKM yang dikembangkan mempunyai kategori tinggi dengan rata rata sebesar 0,90.

2) Validasi Desain

Validator desain terdiri dari dosen ahli materi dan analis laboratorium ahli Universitas Sriwijaya.

Tabel 4. Hasil Perhitungan Validasi Aspek Desain

Validator	Indikator	Kategori	Kategori
	Penilaian	Aiken's (V)	
Ahli materi 1, dan Ahli Materi 2	1.	0,83	Tinggi
	2.	0,83	Tinggi
	3.	1	Tinggi
	4.	1	Tinggi
	5.	1	Tinggi
Rata-rata		0,93	Tinggi

Dari perhitungan validasi aspek desain dengan rumus V Aiken's menunjukkan hasil bahwa LKM yang dikembangkan mempunyai kategori tinggi dengan rata rata sebesar 0,93.

Tabel 5. Hasil Validasi Materi dan Desain

Aspek Penilaian	Koefisien Aiken's V	Kategori
Materi	0,90	Tinggi
Desain	0,93	Tinggi
Rata-rata skor	0,91	Tinggi

Hasil validasi menunjukkan bahwa skor pada setiap aspek penilaian, yaitu materi, dan desain, berada dalam kategori tinggi. Rata-rata skor kevalidan yang diperoleh dari seluruh validator adalah 0,91 yang juga tergolong dalam kategori tinggi. Hal ini mengindikasikan bahwa LKM pada topik Adsorpsi Larutan berbasis *Green Chemistry* telah dinyatakan valid.

Hasil Analisis Angket

Pada tahap ini terbagi menjadi 2 tahap;

1) *One-to-one evaluation*

Pada tahap ini di mana diuji pada tiga mahasiswa. Evaluasi ini bertujuan untuk mengukur sejauh mana LKM berbasis *green chemistry* mudah dibaca dan praktis digunakan. Tiga mahasiswa semester 3 program studi pendidikan kimia dipilih berdasarkan variasi kemampuan belajar mereka yang tinggi.

Tabel 6. Hasil Perhitungan Angket *One to One Evaluation*

Mahasiswa	Perolehan Skor	Kategori
Mahasiswa 1	81,9%	Sangat Praktis
Mahasiswa 2	78,1%	Praktis
Mahasiswa 3	88,6%	Sangat Praktis
Rata-rata	82,8%	Sangat praktis

Rata-rata hasil angket pada tahap lkm mencapai 82,8%, yang masuk dalam kategori kepraktisan sangat tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa LKM pada topik adsorpsi larutan berbasis *green chemistry* dianggap layak untuk tahap pengembangan berikutnya. Selanjutnya, LKM tersebut akan diuji lebih lanjut melalui tahap *small group evaluation*

2) *Small Group Evaluation*

Setelah *Prototype II* dinilai sangat praktis dalam *evaluasi one-to-one*, langkah selanjutnya adalah mengujicobakan produk tersebut pada kelompok kecil. Uji kepraktisan *small group* bertujuan untuk menilai sejauh mana produk ini dapat diterapkan pada skala yang lebih besar dari pada tahap sebelumnya. Dalam uji ini, angket kepraktisan diberikan kepada dua belas mahasiswa program studi Pendidikan Kimia Semester 3.

Tabel 7. Hasil Perhitungan Angket *Small Group Evaluation*

Mahasiswa	Perolehan skor	Kategori
Mahasiswa 1	80 %	Sangat Praktis
Mahasiswa 2	94,3 %	Sangat Praktis
Mahasiswa 3	89,5 %	Sangat Praktis
Mahasiswa 4	89,5 %	Sangat Praktis
Mahasiswa 5	94,3 %	Sangat Praktis
Mahasiswa 6	86,7 %	Sangat Praktis
Mahasiswa 7	88,6 %	Sangat Praktis
Mahasiswa 8	92,4 %	Sangat Praktis
Mahasiswa 9	91,4 %	Sangat Praktis
Mahasiswa 10	86,7 %	Sangat Praktis
Mahasiswa 11	76,2 %	Praktis
Mahasiswa 12	85,7 %	Sangat Praktis
Rata-rata	87,9 %	Sangat Praktis

Pada tahap *small group evaluation*, produk LKM topik Adsorpsi Larutan berbasis *Green Chemistry* memperoleh skor 87,9% yang menunjukkan bahwa produk ini sangat praktis.

KESIMPULAN

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa LKM Topik Adsorpsi Larutan Berbasis *Green Chemistry* memiliki validitas dan kepraktisan yang tinggi. Validasi ahli menghasilkan koefisien Aiken's V sebesar 0,91, menunjukkan bahwa materi, desain, dan penyajiannya sesuai dengan standar akademik dan prinsip *Green Chemistry*. Evaluasi kepraktisan melalui one-to-one evaluation dan *small group evaluation* juga menunjukkan hasil sangat baik, dengan skor kepraktisan masing-masing mencapai 82,8% dan 87,9%, yang dikategorikan sangat praktis. Mahasiswa menilai LKM ini mudah digunakan, membantu pemahaman materi, serta menarik dan mudah diterapkan dalam praktikum.

DAFTAR PUSTAKA

- Al Idrus, S.W., Purwoko, A.A., Hadisaputra, S. Junaidi, E. (2020). Pengembangan Modul Praktikum Kimia Lingkungan Berbasis Green Chemistry Pada Mata Kuliah Kimia Lingkungan. *Jurnal Pijar MIPA*, 15(5), 541-547.
- Chiu, T. K. F., Chai, C. (2020). Sustainable Curriculum Planning For Artificial Intelligence Education: A Self-Determination Theory Perspective. *Sustainability*, 12(14), 5568.
- Fatimah, Is. (2017). *Kimia Fisika*. (online). Yogyakarta: Deepublish. https://books.google.co.id/books?id=KnB5DwAAQBAJ&dq=kimia+fisika&lr=&hl=id&source=gbs_navlinks_s
- Irsalina, A. dan Dwiningsih, K. (2018). Practicality Analysis of Developing the Student Worksheet Oriented Blended Learning in Acid Base Material. *JKPK (Jurnal Kimia dan Pendidikan Kimia)*, 3(3): 171-182.
- Nisar, Q. A., Haider, S., Ali, F., Jamshed, S., Ryu, K., & Gill, S. S. (2021). Green Human Resource Management Practices And Environmental Performance In Malaysian Green Hotels: The Role Of Green Intellectual Capital And Pro-Environmental Behavior. *Journal Of Cleaner Production*, 311(22).
- Nua, M. T. P., Wahdah, N., Mahfud, M. (2018). Pengembangan lembar kerja peserta didik (LKPD) K-13 berbasis discovery learning siswa SMA kelas X pada materi analisis vektor. *Jurnal Nalar Pendidikan*, 6(2), 95-104.
- Orgill, M., Benson, S., Baker, R.S. (2019). Green chemistry education: A review of formal and informal educational initiatives and best practices. *Journal of Chemical Education*, 96(12), 2577-2589.
- Putri, A.C., (2019). Pengaplikasian Prinsip-Prinsip Green Chemistry dalam Pelaksanaan Pembelajaran Kimia sebagai Pendekatan untuk Pencegahan Pencemaran Akibat Bahan-Bahan Kimia dalam Kegiatan Praktikum di Laboratorium. *Journal of Creativity Student*. 2(2), pp.67-73.
- Syamsu, F.D. (2020). *Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik Berorientasi Pembelajaran Discovery Learning Untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa*. XI(1), 65-79

- Tessmer, M. (1993). *Planning and Conducting Formative Evaluations*. Routledge.
- Utomo, M. P., (2010), Green Chemistry dengan Kimia Katalisis. *Seminar Nasional Penelitian*, Yogyakarta.
- Widoyoko, E. P. (2009). *Teknik Penyusunan Instrumen Penelitian*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.