

PENGEMBANGAN LEMBAR KERJA MAHASISWA (LKM) PRAKTIKUM KIMIA FISIKA I BERBASIS *GREEN CHEMISTRY* MATERI DISTRIBUSI SOLUT DIANTARA DUA SOLVEN TIDAK BERCAMPUR

Dinda Safitri¹, Sanjaya², Made Sukaryawan²

¹ Mahasiswa Pendidikan Kimia FKIP/Universitas Sriwijaya, Palembang

² Dosen Pendidikan Kimia FKIP/Universitas Sriwijaya, Palembang

*email: dindasafitri774@gmail.com jaya.63@yahoo.com

Abstract

This study aims to develop a Student Worksheet (LKM) based on Green Chemistry, especially for the material of solute distribution between two immiscible solvents, with a focus on its validity, practice, and effectiveness. The study was conducted in the Chemistry Education Study Program, FKIP, Sriwijaya University, involving students from the 2023 and 2024 intakes. The development model used was ADDIE, with formative evaluation using the Tessmer approach. Data were collected through walkthrough methods, interviews, validation sheets, questionnaires, and learning outcome tests, and analyzed using Aiken's V, practicality percentage, and N-gain test. The validation results showed an Aiken coefficient value of 0.96 for design and 0.89 for material, both of which were in the high category. The practicality test showed 83.9% at the individual stage and 92.1% at the small group stage, both of which were very practical. The effectiveness test produced 80.6%, which was included in the effective category. Thus, this LKM has met the criteria of valid, practical, and effective.

Keywords: *Research Development, Green Chemistry, Distribution of Solutes between Two Immiscible Solvents.*

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan Lembar Kerja Mahasiswa (LKM) yang berbasis *Green Chemistry*, khususnya untuk materi distribusi solut diantara dua solven yang tidak bercampur, dengan fokus pada validitas, praktik, dan efektivitasnya. Penelitian dilaksanakan di Program Studi Pendidikan Kimia FKIP Universitas Sriwijaya, melibatkan mahasiswa angkatan 2023 dan 2024. Model pengembangan yang digunakan adalah ADDIE, dengan evaluasi formatif menggunakan pendekatan Tessmer. Data dikumpulkan melalui metode *walkthrough*, wawancara, lembar validasi, angket, dan tes hasil belajar, serta dianalisis menggunakan Aiken's V, persentase praktikalitas, dan uji N-gain. Hasil validasi menunjukkan nilai koefisien Aiken sebesar 0,96 untuk desain dan 0,89 untuk materi, keduanya masuk dalam kategori tinggi. Uji praktikalitas menunjukkan 83,9% pada tahap perorangan dan 92,1% pada tahap kelompok kecil, yang keduanya sangat praktis. Uji efektivitas menghasilkan 80,6%, yang termasuk dalam kategori efektif. Dengan demikian, LKM ini telah memenuhi kriteria valid, praktis, dan efektif.

Kata kunci: *Penelitian Pengembangan, Green Chemistry, Distribusi Solut diantara Dua Solven Tidak Bercampur.*

United Nations Educational Scientific and Cultural Organization (UNESCO) merumuskan empat pilar penting dari pendidikan yaitu Learning to Know, Learning to Do, Learning to Be, and Learning to Live Together (Laksito, 2021). Untuk mencapai keempat pilar tersebut diperlukan pendekatan pembelajaran yaitu pendekatan pembelajaran saintifik yang bertujuan untuk meningkatkan daya pikir dan kompetensi mahasiswa (Laksito, 2021). Dalam mencapai tujuan

tersebut, praktikum adalah metode yang sangat relevan dalam upaya tersebut. Dalam praktikum, mahasiswa menggunakan panduan praktikum sebagai pedoman dalam melaksanakan prosedur praktikum.

Di laboratorium, mahasiswa menggunakan *textbook* sebagai petunjuk praktikum. *Textbook* yang digunakan bersifat konvensional. Akibatnya, praktikum menjadi kurang aktif dan cenderung membosankan. Selain itu, dengan banyaknya materi yang disampaikan, mahasiswa mengalami kesulitan dalam memahami konsep yang diajarkan (Gumono, 2020). Selain itu, pada praktikum masih menggunakan bahan kimia yang memiliki tingkat toksisitas yang tinggi. Penggunaan bahan kimia berbahaya jelas membawa risiko, baik bagi kesehatan pengguna dan pekerja, maupun terhadap lingkungan. Bahan kimia berbahaya juga memiliki kesediaan yang terbatas dan sulit di dapatkan dengan harga yang terjangkau. Oleh karena itu, diperlukan penerapan pendekatan *green chemistry* untuk mengatasi permasalahan tersebut (Subamia et al., 2019).

Green Chemistry, atau Kimia Ramah Lingkungan, adalah cabang ilmu yang fokus pada penerapan prinsip-prinsip kimia untuk merancang bahan dan proses yang lebih aman bagi kesehatan manusia dan lingkungan. Konsep ini bertujuan untuk mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan melalui pendekatan seperti pencegahan limbah, penggunaan bahan baku terbarukan, dan efisiensi energi. Selain itu, bahan baku terbarukan adalah sumber yang melimpah, terjangkau, dan mudah diakses. Dengan menerapkan prinsip-prinsip ini, kimia hijau mendukung pembangunan berkelanjutan dan membantu menangani isu-isu lingkungan, seperti polusi dan pengelolaan limbah (Putri, 2017).

Keberhasilan pembelajaran berbasis *green chemistry* dapat didukung melalui rancangan bahan ajar untuk mencapai tujuan spesifik (Y. E. Putri & Putra, 2023). LKM adalah salah satu sumber bahan ajar yang disusun berdasarkan kebutuhan dan karakter mahasiswa. Dengan LKM, mahasiswa bisa mengkonstruksikan materi secara mandiri sehingga pemahaman materi lebih luas (Y. E. Putri & Putra, 2023).

Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan, menjelaskan bahwa hasil belajar mahasiswa yang menggunakan metode praktikum *green chemistry* lebih efektif, aman, tidak menghasilkan limbah kimia berbahaya, dan lebih hemat biaya karena memanfaatkan bahan yang mudah di dapat dan terjangkau harganya (Larasti, A. A. 2022). Tujuan penelitian ini adalah untuk menghasilkan Lembar Kerja Mahasiswa (LKM) yang berbasis *Green Chemistry* materi distribusi solut diantara dua solven yang tidak bercampur yang valid, praktis, dan efektif.

METODE

Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian pengembangan (*research development*). Tujuan dari pengembangan yaitu untuk mengatasi permasalahan pembelajaran melalui kegiatan validasi produk dan tidak untuk menguji suatu teori (sitasi). Penelitian ini menggunakan model pengembangan ADDIE yang terdiri dari lima tahap (analisis, desain, pengembangan, implementasi, dan evaluasi). Namun hanya sebatas tahap pengembangan (*development*) dan dikombinasi evaluasi format Tesser yang terdiri dari evaluasi mandiri, evaluasi ahli, uji coba perorangan, uji coba kelompok kecil dan ujicoba lapangan. Subjek penelitian ini adalah mahasiswa Pendidikan Kimia FKIP Universitas Sriwijaya Angkatan 2023 dan 2024 yang bertempat di Laboratorium Pendidikan Kimia FKIP UNSRI

Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian ini menggunakan model Pengembangan ADDIE, yang hanya dijalankan hingga tahap pengembangan dan dipadukan dengan evaluasi formatif Tesser. Berikut adalah penjelasan mengenai tahapan-tahapan dalam prosedur penelitian ini:

Tahap Analisis, yaitu menganalisis kebutuhan yang terdiri dari tiga analisis yaitu kebutuhan dosen/pranata laboratorium, kebutuhan mahasiswa, dan kurikulum (materi). Analisis kebutuhan dosen dilakukan dengan wawancara tak terstruktur dengan dosen pengampu mata kuliah Praktikum Kimia Fisika I dan Pranata Lab. Kimia Fisika UPT Laboratorium Terpadu Universitas Sriwijaya. Selanjutnya analisis kebutuhan mahasiswa dilakukan dengan penyebaran angket yang berisikan pertanyaan mengenai tanggapan mahasiswa terhadap mata kuliah. Angket ini diberikan kepada mahasiswa Pendidikan Kimia FKIP UNSRI yang telah mengambil mata kuliah Praktikum Kimia Fisika. Terakhir, analisis kurikulum (materi) dilakukan dengan menganalisis kurikulum, RPS, dan Capaian Mata Kuliah untuk menentukan kompetensi yang harus dicapai mahasiswa.

Tahap Desain, yaitu merancang media pembelajaran berdasarkan hasil analisis tahap sebelumnya. Rancangan dimulai dengan pemilihan dan pengembangan konsep materi pada LKM sekaligus menentukan kompetensi pembelajaran yang harus dicapai mahasiswa dalam bentuk tujuan praktikum. Hasil rancangan produk berupa storyboard yang berisikan garis besar yang terdapat di dalam LKM seperti halaman cover, kata pengantar, daftar isi, informasi umum, petunjuk praktikum, isi kegiatan LKM, dan daftar Pustaka.

Tahap Pengembangan, yaitu perwujudan fisik dari rancangan yang telah dibuat menggunakan aplikasi bantuan berupa Microsoft Word dan aplikasi desain grafis Canva untuk mendesain tampilan LKM. Hasil dari tahap ini disebut dengan *specific prototype*. Selanjutnya, *specific prototype* akan dievaluasi menggunakan evaluasi formatif Tesser yang diantaranya adalah:

Pertama, evaluasi Mandiri (Self Evaluation). Pada evaluasi ini akan dilakukan evaluasi mandiri secara detail untuk mengidentifikasi kesalahan-kesalahan yang ada ada produk seperti typografi. Kemudian, dikonsultasikan kepada dosen pembimbing untuk dimintai komentar dan saran terhadap produk sebagai perbaikan sehingga dihasilkan *prototype* I.

Kedua, evaluasi ahli (expert review). Pada evaluasi ini, *prototype* I akan divalidasi oleh bidang ahli yang terdiri dari ahli desain dan ahli materi. Validasi ini dilakukan menggunakan lembar validasi yang berisi penilaian serta komentar dan saran terhadap perbaikan produk. Hasil perbaikan akan diajukan kembali dan dilakukan revisi apabila masih terdapat kekurangan sehingga produk dinyatakan layak untuk di uji coba.

Ketiga, uji coba perorangan (*one-to-one*). Produk yang telah direvisi akan diuji coba kepada tiga mahasiswa Pendidikan Kimia FKIP Universitas Sriwijaya yang mewakili tingkat kemampuan rendah, sedang dan tinggi. Uji coba dilakukan dengan pemberian produk dan penyebaran angket yang berisikan pertanyaan untuk menilai kepraktisan produk. Komentar dan saran yang diberikan akan dijadikan sebagai revisi perbaikan sehingga dihasilkan *prototype* II.

Ketiga, uji coba kelompok kecil (*small group*). *Prototype* II yang dihasilkan sebelumnya akan diujicobakan kepada 9 mahasiswa Pendidikan Kimia FKIP Universitas Sriwijaya yang mewakili tingkat kemampuan rendah, sedang dan tinggi. Mahasiswa diberikan angket untuk menilai praktikalitas terhadap produk yang dikembangkan sekaligus memberikan komentar dan saran sebagai perbaikan sehingga dihasilkan *prototype* III.

Keempat, uji coba lapangan (*field test*). Pada uji cob aini dilakukan kepada 30 mahasiswa Pendidikan Kimia FKIP Universitas Sriwijaya yang belum mengambil mata kuliah Praktikum Kimia Fisika. Pada tahap ini, mahasiswa akan diberikan *pretest* sebelum pembelajaran guna untuk melihat pengetahuan dan kemampuan awal mahasiswa. Selanjutnya, mahasiswa melaksanakan praktikum menggunakan *prototype* III yang telah dihasilkan sebelumnya dan pada akhir pembelajaran mahasiswa akan diberikan *posttest* untuk melihat pengetahuan dan kemampuan yang telah dicapai mahasiswa. Kedua tes ini yang bertujuan untuk menilai tingkat keefektifan *prototype* III sehingga dihasilkan produk akhir berupa Lembar Kerja Mahasiswa (LKM) Praktikum Kimia Fisika I Berbasis *Green Chemistry* Materi Distribusi Solut diantara Dua Solven Tidak Bercampur yang telah memenuhi kriteria valid, praktis, dan efektif.

Teknik Pengumpulan Data

Pada penelitian ini, beragam teknik pengumpulan data yang digunakan untuk menilai produk yang dikembangkan. Pertama, *walkthrough* dilakukan dalam uji coba perorangan dan kelompok kecil dengan memberikan pertanyaan terstruktur kepada siswa untuk menyelami nilai praktikalitas berdasarkan aspek keterbacaan. Selanjutnya, wawancara dilakukan secara terstruktur dengan dosen dan pranata laboratorium untuk mengidentifikasi permasalahan dan kebutuhan

bahan ajar, yang menjadi dasar pengembangan lebih lanjut. Selain itu, angket disampaikan kepada mahasiswa untuk mengumpulkan evaluasi praktikalitas dan saran perbaikan produk. Kemudian, lembar validasi digunakan dalam *expert review* untuk mendapatkan masukan ahli mengenai desain dan materi, sehingga dapat menilai validitas LKM yang dikembangkan. Terakhir, tes hasil belajar dilakukan pada uji lapangan untuk menilai efektivitas produk dalam mencapai kompetensi yang diinginkan.

Teknik Analisis Data

Analisa Data Kevalidan

Analisa ini digunakan untuk mengukur data yang diperoleh dari penilaian validator ahli materi dan validator ahli desain. Penilaian tersebut menggunakan skala likert rentang 1-5. Berikut table penskoran menggunakan skala likert.

Tabel 1. Penskoran Skala Likert

Skor	Kategori
1	Sangat Tidak Setuju (STS)
2	Tidak Setuju (TS)
3	Cukup Setuju (CS)
4	Setuju (S)
5	Sangat Setuju (Ss)

Untuk menghitung persentase validitas dari data yang diperoleh dari skor item penilaian, digunakan rumus V Aiken's sebagai berikut:

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

Keterangan:

V = Indeks Validitas V Aiken

n = Banyaknya rater.

c = Angka penilaian validitas tertinggi.

s = r - lo

r = Angka yang diberikan oleh rater.

Lo = Angka penilaian validitas terendah.

Hasil nilai kevalidan berkisar 0-1. Interpretasi koefisien Aiken's V dapat dilihat tabel 3 sebagai berikut:

Tabel 2. Kriteria Nilai Validitas

No.	Rentang Nilai Koefisien Aiken's V	Kategori
1.	0,68 – 1,00	Tinggi
2.	0,34 – 0,67	Sedang
3.	0 – 0,33	Rendah

(Aiken, 1985)

Lembar Kerja Mahasiswa yang dikembangkan dikatakan validitas berdasarkan hasil uji coba perorangan dan kelompok kecil dengan rata-rata kriteria validitas minimal “tinggi”.

Analisa Data Kepraktisan

Untuk mengukur kepraktisan LKM yang diperoleh dari mahasiswa menggunakan skala likert seperti table 1. dengan menggunakan rumus persentase praktikalitas sebagai berikut:

$$P = \frac{x}{y} \times 100\%$$

Keterangan:

P = Nilai praktikalitas bahan ajar.

x = Skor yang diperoleh dari hasil praktikalitas.

y = Skor maksimum dari hasil praktikalitas.

Kriteria nilai praktikalitas dapat dilihat pada tabel 3 sebagai berikut:

Tabel 3. Kriteria Nilai Praktikalitas

Persentase	Kategori
81 – 100	Sangat Praktis
61 – 80	Praktis
41 – 60	Sedang
21 – 40	Rendah
0 – 20	Sangat Rendah

(Riduwan, 2009)

Lembar Kerja Mahasiswa yang dikembangkan dikatakan praktis berdasarkan hasil uji coba perorangan dan kelompok kecil dengan rata-rata kriteria praktikalitas minimal “praktis”

Analisa Data Tes Hasil Belajar

Untuk mengukur nilai keefektifan dari LKM Praktikum Kimia Fisika I dilakukan analisis data tes hasil belajar mahasiswa yang dinilai berdasarkan nilai *pre-test* dan *pos-test* masing-masing. Data yang diperoleh akan dihitung menggunakan rumus *N-Gain Score* sebagai berikut:

$$N - Gain = \frac{\text{nilai posttest} - \text{nilai pretest}}{100 - \text{pretest}} \times 100\%$$

Keterangan:

N-Gain = Skor gain ternormalisasi

Hasil perhitungan data *N-Gain* merujuk pada tabel 4 berikut sebagai kriteria tafsiran efektivitas *N-Gain*.

Tabel 4. Kriteria Tasiran Efektivitas N-Gain

Persentase (%)	Tafsiran
< 40	Tidak Efektif
40 - 45	Kurang Efektif
56 - 75	Cukup Efektif
> 76	Efektif

(Hake 1998)

Lembar Kerja Mahasiswa yang dikembangkan dikatakan praktis berdasarkan hasil uji tes belajar mahasiswa dengan rata-rata kriteria praktikalitas minimal “efektif”.

HASIL DAN PEMBAHASAN

HASIL

Analisis (Analyze)

Hasil analisis kebutuhan dosen/pranata laboratorium menunjukkan bahwa, meskipun praktikum kimia fisika saya sudah memiliki sumber belajar berupa buku terbuka yang diterbitkan pada tahun 2017, materi yang digunakan masih berbasis buku teks dan mengandung bahan kimia berbahaya. Penggunaan bahan kimia tersebut meningkatkan risiko paparan, terbatasnya ketersediaan, dan berdampak negatif terhadap lingkungan karena banyak yang merupakan sumber daya tak terbarukan. Oleh karena itu, pendidik mengharapkan pengembangan bahan ajar praktikum yang memanfaatkan bahan kimia berbasis *green chemistry*.

Berdasarkan analisis kebutuhan mahasiswa, diperoleh bahwa sebanyak 84,4% mahasiswa mengalami kesulitan dalam memahami materi mengenai distribusi solut antara dua solven yang tidak saling bercampur. masalah yang dihadapi selama praktikum adalah penggunaan bahan kimia berbahaya berupa pelarut minyak tanah, sehingga siswa merasa takut dan cemas dalam melakukan praktikum, yang menyebabkan praktikum tidak dapat berjalan secara optimal.

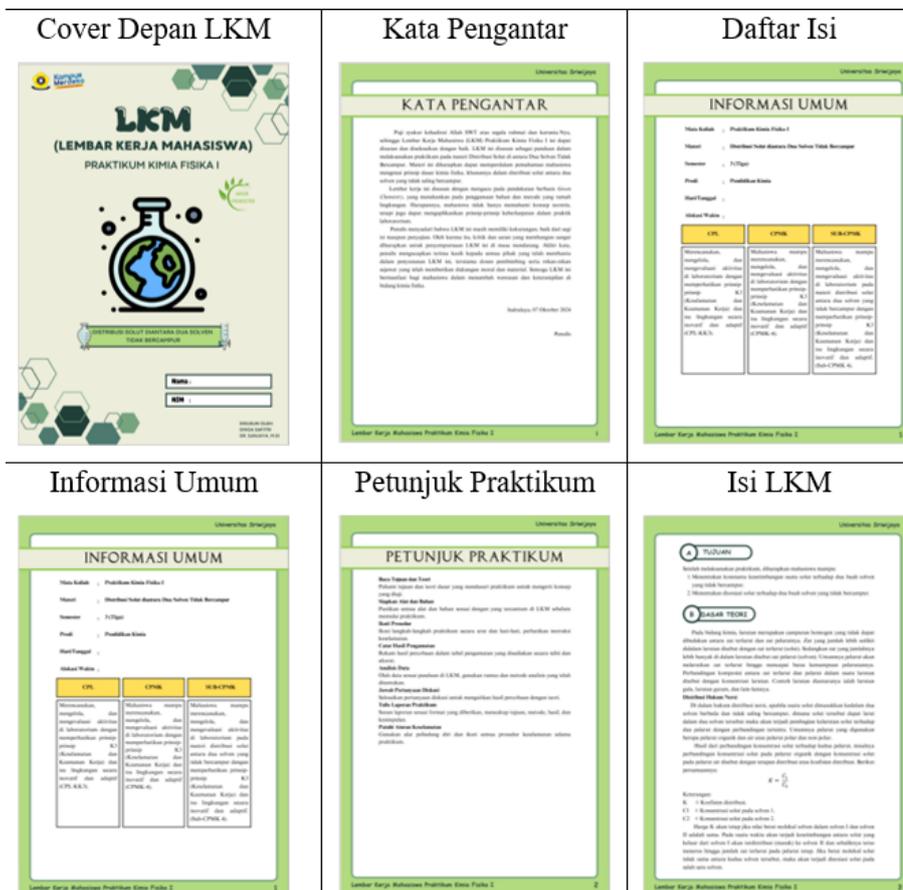
Hasil analisis kurikulum di Prodi Pendidikan Kimia FKIP Universitas Sriwijaya menunjukkan bahwa program tersebut menerapkan Kurikulum Merdeka untuk angkatan 2021 hingga 2024. Mata kuliah Praktikum Kimia Fisika I memiliki bobot 1 sks dan mengajar pada semester ganjil, diikuti oleh Praktikum Kimia Fisika II pada semester genap. Dalam mata kuliah ini, terdapat empat Capaian Profil Lulusan (CPL), empat Capaian Pembelajaran Mata Kuliah (CPMK), dan enam Kemampuan Akhir Tiap Tahapan Belajar (Sub-CPMK). Selain itu, RPS mata kuliah Praktikum Kimia Fisika mencakup enam pokok bahasan yang harus dipelajari selama satu semester, termasuk materi mengenai distribusi solut antara dua pelarut yang tidak bercampur.

Desain (Design)

Pengembangan konsep materi untuk Praktikum Kimia Fisika I berbasis *Green Chemistry* mengacu pada buku Kumpulan Percobaan Sederhana Kimia Fisika terbitan 2012 dan 2017 oleh Farida, A., Agustina, TE, dan Wijayanti, MS, serta referensi tambahan seperti buku “*Green Chemistry: Theory and Practice* (Anastas & Warner, 1998), jurnal mengenai LKPD berbasis *Green Chemistry*, dan karya ilmiah Usman, MNA (2024). Terdapat tiga subtopik dalam Lembar Kerja Mahasiswa (LKM): ekstraksi, distribusi hukum *Nerst*, dan *green chemistry*. Dalam hal ini, pelarut minyak tanah diganti dengan minyak zaitun yang lebih ramah lingkungan, sementara bahan kimia lain seperti asam asetat dan aquades tetap digunakan karena sifatnya yang juga ramah lingkungan. Selanjutnya tahap penyusunan draft LKM menghasilkan *storyboard* untuk pengembangan Praktikum Kimia Fisika I berbasis *Green Chemistry*.

Pengembangan (Development)

Adapun struktur rancangan *specific prototype* yang dikembangkan oleh peneliti dari LKM Praktikum Kimia Fisika Berbasis *Green Chemistry* Materi Distribusi Solut diantara Dua Solven Tidak Bercampur adalah sebagai berikut:



Gambar 1. Hasil Desain Storyboard LKM

Self Evaluation

Hasil revisi perbaikan pada evaluasi ini diantaranya: Halaman petunjuk praktikum telah diperbarui dengan judul “Tata Tertib Praktikum” dan bagian isi telah sesuai dengan tata tertib praktikum pada buku lama, Bahan kimia telah diganti menjadi asam asetat dan pelarut minyak zaitun, Bagian “F. Tugas” ditambahkan penjelasan lebih detail dan terperinci mengenai simbol-simbol, Bagian perhitungan telah dirapikan menjadi bentuk tabel perhitungan.

Expert Review

Validasi Desain

Hasil rangkuman revisi perbaikan yang diberikan oleh ahli 1 dan ahli 2 pada evaluasi ini diantaranya: Pada informasi umum, spasi pada bagian identitas di perkecil, tabel CPL, CPMK, Sub-CPMK tidak di *bold*, singkatan diberikan keterangan dan spasi di perkecil, serta isi pada tabel rata tengah, tabel pengamatan tidak di *bold*, perhitungan dirapikan menjadi tabel kesatuan, dan rumus senyawa kimia dibuat sesuai dengan kaidah penulisan, bagian garis pembahsan dan kesimpulan tidak *bold*, pada cover depan, judul materi diletakkan diatas ilustrasi gambar, tulisan “*green chemistry*” di *highlight* diatas, ilustrasi gambar disesuaikan dengan materi, nama dan nim di letakkan di tengah, serta nama nama penyusun diletakan lebih ke atas, bingkai pada *layout* dibuat lebih menarik dan margin tulisan disamakan serta berlaku pada *layout* selanjutnya, Sub judul diberikan *highlight* agar terlihat jelas dan menarik, bagian atas diberikan judul kegiatan LKM. Berikut adalah hasil perhitungan penilaian lembar validasi desain menggunakan rumus V aiken’s pada tabel dibawah:

Tabel 5. Hasil Perhitungan Validasi Desain

Butir	Penilai		S1	S2	Σs	n(c-1)	V
	I	II					
butir 1-16	76	80	60	64	124	128	0,96875

Hasil perhitungan validasi desain yang diukur menggunakan rumus Aiken’s menunjukkan bawahsanya Lembar Kerja Mahasiswa (LKM) Praktikum Kimia Fisika I yang dikembangkan telah memenuhi kriteria tinggi dengan rata-rata koefisien Aiken’s V sebesar 0,96.

Validasi Materi

Hasil rangkuman revisi perbaikan yang diberikan oleh ahli 1 dan ahli 2 pada evaluasi ini diantaranya: perumusan dilengkapi dengan satuan, “pengukuran menggunakan pH meter” diganti dengan “pengukuran menggunakan titrasi”, konsistensi penulisan bahasa asing menggunakan *italic*, dan dasar teori diberikan ilustrasi gambar agar LKM terlihat lebih menarik. Berikut adalah

hasil perhitungan penilaian lembar validasi materi menggunakan rumus V aiken's pada tabel dibawah:

Tabel 6. Hasil Perhitungan Validasi Materi

Butir	Penilai		S1	S2	Σs	n(c-1)	V
	I	II					
butir 1-16	65	63	51	49	100	112	0,89286

Hasil perhitungan validasi materi yang diukur menggunakan rumus Aiken's menunjukkan bahwasanya Lembar Kerja Mahasiswa (LKM) Praktikum Kimia Fisika I yang dikembangkan telah memenuhi kriteria tinggi dengan rata-rata koefisien Aiken's V sebesar 0,89.

Tabel 7. Hasil Rata-Rata Skor Validasi Desain dan Materi

Aspek Penilaian	Koefisien Aiken's V	Kategori
Desain	0,96	Tinggi
Materi	0,89	Tinggi
Rata-rata skor	0,92	Tinggi

Berdasarkan hasil skor rata-rata penilaian validasi yang diperoleh dari validator ahli telah memenuhi kriteria "valid" dengan nilai rata-rata koefisien Aiken's V sebesar 0,92 dan termasuk kategori tinggi (Aiken, 1985). Maka, dapat dihasilkan Lembar Kerja Mahasiswa (LKM) Praktikum Kimia Fisika I Berbasis *Green Chemistry* yang valid atau yang disebut dengan *prototype II*.

One-to-One

Hasil rangkuman perbaikan pada uji cob aini yaitu pemberian *highlight* pada nomor halaman agar terlihat jelas dan mudah dibaca. Berikut adalah hasil perhitungan penilaian lembar kepraktisan dalam uji coba perorangan menggunakan rumus persentase pada tabel dibawah berikut:

Tabel 8. Hasil Perhitungan *One-to-One*

Mahasiswa	Skor yang diperoleh	Kategori
Mahasiswa 1	81,7%	Sangat Praktis
Mahasiswa 2	83,3%	Sangat Praktis
Mahasiswa 3	86,7%	Sangat Praktis
Rata-Rata	83,9%	Sangat Praktis

Berdasarkan hasil skor rata-rata penilaian praktikalitas uji coba perorangan yang diperoleh dari tiga mahasiswa dengan nilai rata-rata skor sebesar 83,9% dengan kategori sangat praktis.

Small Group

Berikut adalah hasil perhitungan penilaian lembar kepraktisan dalam uji coba kelompok kecil menggunakan rumus persentase pada tabel dibawah:

Tabel 9. Hasil Perhitungan *Small Group*

Mahasiswa	Skor yang diperoleh	Kategori
Mahasiswa 1	95%	Sangat Praktis
Mahasiswa 2	93,3%	Sangat Praktis
Mahasiswa 3	90%	Sangat Praktis
Mahasiswa 4	88,3%	Sangat Praktis
Mahasiswa 5	93,3%	Sangat Praktis
Mahasiswa 6	98,3%	Sangat Praktis
Mahasiswa 7	95,7%	Sangat Praktis
Mahasiswa 8	91,7%	Sangat Praktis
Mahasiswa 9	83,3%	Sangat Praktis
Rata-Rata	92,1%	Sangat Praktis

Berdasarkan hasil skor rata-rata penilaian praktikalitas yang diperoleh dari uji coba kelompok kecil (*small group*) oleh 9 mahasiswa pendidikan kimia telah memenuhi kriteria “praktis” dengan nilai rata-rata skor sebesar 92,1% dan termasuk kategori sangat praktis. Maka, dapat dihasilkan Lembar Kerja Mahasiswa (LKM) Praktikum Kimia Fisika I Berbasis *Green Chemistry* yang valid dan praktis atau yang disebut dengan *prototype* III.

Field Test

Berikut adalah hasil perhitungan penilain *pretest* dan *posttest* mahasiswa menggunakan rumus *N-gain Score* pada tabel dibawah:

Tabel 10. Hasil Perhitungan Nilai *Pretest* dan *Posttest*

Mahasiswa	N-Gain	% N-Gain	Kategori
Rata-Rata	0,806587	80,65873	Efektif

Berdasarkan hasil skor rata-rata perhitungan *pretest* dan *posttest* yang diperoleh dari uji lapangan (*field test*) oleh 30 mahasiswa kelas B semester 1 angkatan 2024 pendidikan kimia telah memenuhi kriteria “efektif” dengan nilai rata-rata %N-gain sebesar 80,6% dan termasuk kategori efektif (Hake, 1998). Maka, dapat dihasilkan Lembar Kerja Mahasiswa (LKM) Praktikum Kimia Fisika I Berbasis *Green Chemistry* yang valid, praktis, dan efektif.

PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini, model ADDIE (analisis, desain, pengembangan) digunakan bersama evaluasi formatif Tesser, termasuk evaluasi mandiri dan validasi oleh ahli. Setelah evaluasi mandiri, produk Lembar Kerja Mahasiswa (LKM) diserahkan kepada ahli untuk menilai validitasnya. Kevalidan diperoleh dari hasil penilaian validasi desain dari dua ahli desain menunjukkan LKM memperoleh skor rata-rata 0,96 yang menandakan kategori tinggi. Kriteria ini mencakup tampilan menarik, ilustrasi komunikatif, dan keterbacaan yang baik. Penelitian ini sejalan dengan Sudarma (2015), yang menekankan pentingnya prinsip desain dalam penyusunan materi untuk memudahkan pemahaman siswa. Setiap elemen visual, seperti *font* dan warna, harus dipilih dengan cermat agar efektif dalam menyampaikan informasi. Sedangkan validasi materi berdasarkan penilaian dua ahli desain, Lembar Kerja Mahasiswa (LKM) Praktikum Kimia Fisika I Berbasis *Green Chemistry* mengenai distribusi solut di antara dua solven tidak bercampur memperoleh skor rata-rata 0,89, yang tergolong tinggi menurut koefisien Aiken's V. Kriteria tinggi ini mencakup teks yang jelas, rapi, dan mudah dipahami, serta penggunaan bahasa yang sesuai dengan pedoman EYD. Materi dalam LKM disusun sesuai dengan tujuan pembelajaran yang ditetapkan dari Capaian Pembelajaran Mata Kuliah (CPMK) dan Kemampuan Tiap Akhir Tahapan Belajar (Sub-CPMK), mendukung pengetahuan dan kemandirian belajar peserta didik. Sudarma (2015) menekankan pentingnya aspek penetapan tujuan, kesesuaian materi dengan kurikulum, dan penggunaan penilaian untuk mengukur pencapaian tujuan.

Kepraktisan produk pengembangan diukur melalui uji coba individu dan kelompok kecil, yang mengidentifikasi kekurangan pada Lembar Kerja Mahasiswa (LKM) Praktikum Kimia Fisika I berbasis *Green Chemistry*. Uji coba individu memperoleh skor rata-rata 83,9%, sementara uji kelompok kecil mencapai 92,1%, keduanya menunjukkan sifat sangat praktis. Mahasiswa menilai LKM menarik karena desain dan keterbacaan yang jelas, serta susunan yang sistematis, yang memudahkan praktik sesuai prinsip *green chemistry*. Ulimaz (2020) menekankan bahwa desain yang menarik dan prosedur yang jelas membantu siswa dalam aktivitas belajar. Keterbacaan yang baik meningkatkan minat dan daya ingat, dipengaruhi oleh penggunaan bahasa, tipografi, dan penyajian materi (Ulimaz et al., 2020). Selain itu, siswa tertarik belajar menggunakan LKM karena rumus perhitungan disertai keterangan jelas, yang melatih kemampuan dan membantu menyusun kesimpulan, sejalan dengan pendapat Trianto (2013) dalam (Widayati, 2018) dan Sari (2019) tentang peran LKM dalam meningkatkan kreativitas berpikir (Sari & Wulanda, 2019).

Melalui tes hasil belajar yang terdiri dari pretest dan posttest pada uji coba lapangan, Lembar Kerja Mahasiswa (LKM) Praktikum Kimia Fisika I berbasis *Green Chemistry* memperoleh skor rata-rata N-gain 0,80, dengan persentase 80%, yang menunjukkan kategori

efektif menurut kriteria N-Gain. LKM dianggap efektif karena siswa memenuhi kriteria capaian pembelajaran yang diharapkan, terlihat dari peningkatan pemahaman materi sebelum dan sesudah menggunakan LKM. Uji efektivitas bertujuan untuk menilai kemampuan produk pengembangan dalam mencapai tujuan yang diinginkan, sesuai dengan model ADDIE yang sistematis, di mana setiap tahapan mereferensikan hasil revisi dari langkah sebelumnya. Dengan demikian, produk akhir diharapkan memiliki tingkat efektivitas yang tinggi dan dapat diterima dalam pembelajaran nyata.

KESIMPULAN

Penelitian ini mengembangkan Lembar Kerja Mahasiswa (LKM) untuk Praktikum Kimia Fisika I berbasis *Green Chemistry* pada materi distribusi solut di antara dua dolven tidak bercampur menggunakan model ADDIE yang dimodifikasi dan evaluasi formatif Tessmer. Analisis menunjukkan bahwa 56,3% siswa mengalami kesulitan dalam memahami materi secara umum, dan 84,4% khususnya materi distribusi solut diantara dua solven tidak bercampur. Rancangan LKM disusun menggunakan aplikasi *Canva* dan melalui evaluasi formatif yang dimulai dengan evaluasi diri, diikuti oleh *expert review* yang menghasilkan nilai validitas 0,92. Pada tahap *one-to-one* dan *small group*, nilai kepraktisan masing-masing adalah 83,9% dan 92,1%, keduanya dalam kategori sangat praktis. Uji lapangan menunjukkan efektivitas 80,6%, sehingga LKM yang dikembangkan dapat menyimpulkan memenuhi kriteria valid, praktis, dan efektif untuk pembelajaran.

DAFTAR PUSTAKA

- Gumono. (2020). Analisis Bahan Ajar Membaca yang Tersedia Untuk Siswa Sekolah Dasar di Provinsi Bengkulu. *Jurnal PGSD*. 13(1), 47–57.
- Laksito, W. *Buku 1.13 Praktikum*. Semarang: Badan Penerbitan Universitas Stikubank (BP-UNISBANK)
- Putri, A. C. (2017). 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), 67–73. <https://doi.org/10.15294/jcs.v2i2.14585>
- Putri, Y. E., & Putra, A. Y. (2023). Pengembangan Bahan Ajar Berbasis Green Chemistry Pada Materi Koloid. *Jurnal Inovasi Pendidikan Kimia*, 17(2), 124–129. <https://doi.org/10.15294/jipk.v17i2.39961>
- Sari, D. S., & Wulanda, M. N. (2019). Pengembangan lembar kerja mahasiswa berbasis proyek dalam meningkatkan kemampuan berfikir kreatif mahasiswa. *Natural: Jurnal Ilmiah*

Pendidikan IPA, 6(1), 20. <https://doi.org/10.30738/natural.v6i1.4073>

Subamia, I. D. P., Sriwahyuni, I. G. A. N., & Widiasih, N. N. (2019). Analisis Resiko Bahan Kimia Berbahaya di Laboratorium Kimia Organik. *Wahana Matematika Dan Sains: Jurnal Matematika, Sains, Dan Pembelajarannya*, 13(1), 49–70.

Sudarma, I. K., Tegeh, M., & Prabawa, D. G. A. P. (2015). *Desain Pesan Kajian Analitis Desain Visual*. Bali: Graha Ilmu dan Undiksha Press.

Ulimaz, A., Agustina, D. K., Anggraini, D. P., & Sulistiana, D. (2020). Pengembangan Lembar Kerja Mahasiswa pada Materi Nutrisi Mikroorganisme Berbasis High Order Thinking Skill. *Bioedusiana: Jurnal Pendidikan Biologi*, 5(1), 33.

<https://doi.org/10.34289/bioed.v5i1.1565>

Widayati, I. (2018). Pengaruh Penggunaan Lembar Kegiatan Mahasiswa (Lkm) Terhadap Hasil Belajar Mata Kuliah Akuntansi Keuangan Menengah I. *Jurnal Pendidikan Ilmu Sosial*, 28(2), 28–35.