

**PENGEMBANGAN E-LKPD SISTEM KOLOID BERBASIS
*PROBLEM BASED LEARNING (PBL) TERINTEGRASI
GREEN CHEMISTRY***

SKRIPSI

Diajukan untuk Memenuhi Sebagian Syarat Guna Memperoleh
Gelar Sarjana dalam Ilmu Pendidikan Kimia



Oleh :

Della Refni

NIM: 1808076008

**PENDIDIKAN KIMIA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
SEMARANG
2022**

PERNYATAAN KEASLIAN NASKAH

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Della Refni

NIM : 1808076008

Jurusan : Pendidikan Kimia

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul:

**PENGEMBANGAN E-LKPD SISTEM KOLOID BERBASIS
PROBLEEM BASED LEARNING (PBL) TERINTEGRASI GREEN
CHEMISTRY**

Secara keseluruhan adalah hasil penelitian/ karya saya sendiri, kecuali bagian tertentu yang dirujuk sumbernya.

Semarang, 10 Desember 2022

Penulis,



Della Refni

NIM. 1808076008

PENGESAHAN



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Jl. Prof Dr. Hamka (Kampus II) Ngaliyan Semarang
Telp.(024) 7601295 Fax. 7615387 Semarang 50185

PENGESAHAN

Naskah skripsi berikut ini:

Judul : Pengembangan E-LKPD Sistem Koloid Berbasis
Problem Based Learning (PBL) Terintegrasi *Green Chemistry*

Penulis : Della Refni

NIM : 1808076008

Jurusan : Pendidikan Kimia

Telah diujikan dalam sidang munaqasyah oleh Dewan Penguji Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo dan dapat diterima sebagai salah satu syarat memperoleh gelar sarjana dalam Ilmu Pendidikan Kimia.

Semarang, 5 Januari 2022

DEWAN PENGUJI

Ketua,

Hanifah Setiowati, M. Pd

NIP. 199309292019032021

Penguji I

Lenni Khatimah Harahap, M. Pd

NIP. 199212202019032019

Pembimbing I,

Hanifah Setiowati, M. Pd

NIP. 199309292019032021

Sekretaris,

Dr. Sri Mulyanti, M. Pd

NIP. 198702102019032012

Penguji II,

Deni Ebit Nugroho, M. Pd

NIP. 198507202019031007

Pembimbing II,

Dr. Sri Mulyanti, M. Pd

NIP. 198702102019032012



NOTA DINAS PEMBIMBING I

Semarang, 10 Desember 2022

Yth. Ketua Program Studi Pendidikan Kimia
Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Walisongo Semarang

Assalamualaikum. Wr. Wb

Dengan ini diberitahukan bahwa saya telah melakukan bimbingan, arahan dan koreksi naskah skripsi dengan:

Judul : Pengembangan *E-LKPD* Sistem Koloid Berbasis *Problem Based Learning* (PBL) Terintegrasi *Green Chemistry*
Penulis : Della Refni
NIM : 1808076008
Jurusan : Pendidikan

Saya memandang bahwa naskah skripsi tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo untuk diajukan dalam Sidang *Munaqosyah*.

Wassalamu'alaikum. Wr. Wb.

Pembimbing I



Hanifah Setiowati, M. Pd
NIP. 19930929201903 2 021

NOTA DINAS PEMBIMBING II

Semarang, 10 Desember 2022

Yth. Ketua Program Studi Pendidikan Kimia
Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Walisongo Semarang

Assalamualaikum. Wr. Wb

Dengan ini diberitahukan bahwa saya telah melakukan bimbingan, arahan dan koreksi naskah skripsi dengan:

Judul : Pengembangan *E-LKPD* Sistem Koloid Berbasis *Problem Based Learning* (PBL) Terintegrasi *Green Chemistry*
Penulis : Della Refni
NIM : 1808076008
Jurusan : Pendidikan

Saya memandang bahwa naskah skripsi tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo untuk diajukan dalam Sidang *Munaqosyah*.

Wassalamu'alaikum. Wr. Wb.

Pembimbing II



Dr. Sri Mulyanti, M. Pd
NIP. 19870210201903 2 012

ABSTRAK

Penelitian dan pengembangan ini dilatarbelakangi karena keterbatasan bahan ajar yang digunakan sehingga kurang menarik minat peserta didik untuk belajar, belum berbasis pemecahan masalah, belum menggunakan prinsip *green chemistry* dan belum memanfaatkan media elektronik seperti *smartphone* atau laptop. Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan karakteristik dan kelayakan Lembar Kerja Peserta Didik Elektronik (e-LKPD) dengan model pembelajaran yang digunakan yaitu *Problem Based Learning* (PBL) yang terintegrasi *green chemistry* pada materi Sistem Koloid. Penelitian ini mengadopsi prosedur pengembangan 4-D (Four-D). Prosedur pengembangan 4-D yaitu *define*, *design*, *develop* dan *disseminate*. Namun, penelitian ini hanya sampai pada tahap *develop*. Sampel penelitian ini adalah peserta didik kelas XII MIPA2 MAN 2 Kota Semarang. Karakteristik e-LKPD berbasis PBL terintegrasi *green chemistry* hasil pengembangan berupa *FlipBook* digital yang menyajikan langkah kegiatan belajar sesuai dengan sintaks pembelajaran PBL. Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa e-LKPD berbasis PBL ini valid dan layak digunakan dalam pembelajaran. Hasil validasi dari ahli materi diperoleh rata-rata sebesar 0,87 dengan kategori valid, sedangkan validasi ahli media diperoleh rata-rata 0,83 dengan kategori valid. Selain itu, hasil respon peserta didik menunjukkan persentase rata-rata sebesar 83,48% pada tiap aspek yang termasuk dalam kategori baik dan layak untuk digunakan.

Kata Kunci : Lembar Kerja Peserta Didik Elektronik (e-LKPD), *Problem Based Learning* (PBL), *Green Chemistry*, Sistem Koloid .

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Wr.Wb

Puji syukur atas segala rahmat, karunia dan kemudahan yang diberikan Allah SWT. Sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini dengan baik dan lancar. Shalawat serta salam semoga senantiasa tercurah kepada Rasulullah SAW yang selalu dinantikan syafaatnya kelak di akhirat.

Penyusunan skripsi ini bertujuan guna memenuhi tugas dan persyaratan untuk memperoleh gelar sarjana dalam ilmu Pendidikan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang. Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan, dukungan, motivasi, dan doa dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang Dr. H. Ismail, M.Ag.
2. Ketua Jurusan Pendidikan Kimia UIN Walisongo Semarang Dr. Atik Rahmawati, S. Pd., M. Si.
3. Dosen pembimbing dalam proses penyusunan skripsi Hanifah Setiowati, M. Pd. dan Dr. Sri Mulyanti, M.Pd. yang telah melimpahkan kasih sayang, kesabaran dalam

memberikan bimbingan, arahan, selama proses penulisan hingga terselesaikan skripsi ini dengan baik.

4. Validator ahli materi dan media yakni Mar'attus Solihah, M. Pd., Julia Mardhiya, M. Pd., Mohammad Agus Prayitno, M. Pd., Sri Rahmania, M. Pd., Deni Ebiet Nugroho, M. Pd. yang telah memberikan saran perbaikan terhadap produk yang dikembangkan sehingga dapat diimplementasikan dengan baik kepada peserta didik.
5. Dosen wali Dr. Eng. Anisa Adiwena Putri, S.Si, M.Si. yang telah memberikan arahan, bimbingan, dan semangat selama proses perkuliahan.
6. Segenap Ibu dan Bapak dosen Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang yang telah memberikan bekal pengetahuan selama proses perkuliahan.
7. Dosen media pembelajaran yakni Lenni Khotimah Harahap, M. Pd. yang telah memberikan pembelajaran, inspirasi, dan motivasi mengenai berbagai macam media pembelajaran sehingga penulis mempunyai tekad untuk memberikan pembelajaran yang berarti dengan menggunakan media pembelajaran yang maksimal terhadap peserta didik.

8. Kepala Sekolah dan Wakil Sekolah Bidang Kesiswaan MAN 2 Kota Semarang yang telah memberikan izin untuk melakukan penelitian.
9. Guru kimia MAN 2 Kota Semarang, Anisah Tjakrawati, S. Pd., Ghina Aenun N, S. Pd., Catur Purnomo, S. Pd. dan seluruh pihak civitas akademik MAN 2 Kota Semarang yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk dapat melaksanakan dan menyelesaikan kegiatan penelitian.
10. Peserta didik MAN 2 Kota Semarang kelas XII MIPA 2 yang telah terlibat dalam proses penelitian sehingga proses penelitian dapat terlaksana secara baik.
11. Kepada Ibu Ridarti, Bapak Zainal, Meriza Fitri, Rizki Rahmad, Pepi Risma Sari, Aidila Afriza, Shaqeena Almahira Sheza, Rafka Saquile, Jenaira yang telah memberikan semangat, motivasi, dekungan, doa, dan kebaikan lainnya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi.
12. Segenap teman-teman Pendidikan Kimia angkatan 2018 terkhusus rombel kelas A yang telah berjuang, belajar, saling *support* dan berbagai rasa yang sama selama di bangku perkuliahan.
13. Kepada sahabat-sahabatku Wafiyah Idzni Fadilah, Chairani Widya Putri, Putri Sari Ning Mulyani, Wahyuni M.

Z, Puja Dwi Mulyanti, Istiqomah, Erika Dian Wibowo, Nur Aisyah Borotan, Bella Yunitamara, Ziyadatus Sa'adah, Nurul Laely Mahmudah, Hikmah Utami, yang telah membantu, menemani, berbagai rasa, memberi warna, semangat dan dukungan pada penulis dari awal berada di Semarang hingga saat ini.

14. Kepada sahabatku Dyah Ayu Sri linangkung yang telah memberikan rasa, berbagi suka duka selama perkuliahan dari awal semester satu sampai saat ini.
15. Keluarga Besar IKAMMI Semarang yang telah memberikan semangat, motivasi, bantuan, dan naungan untuk melanjutkan kehidupan selama di Semarang.

Wassalamualaikum Wr.Wb

Semarang, 1 Desember 2022

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Della Refni', written in a cursive style.

Della Refni
NIM . 1808076008

DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN	ii
PENGESAHAN	iii
NOTA DINAS PEMBIMBING I	iv
NOTA DINAS PEMBIMBING II.....	v
ABSTRAK	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Identifikasi Masalah	9
C. Pembatasan Masalah.....	9
D. Rumusan Masalah.....	10
E. Tujuan Penelitian.....	10
F. Manfaat Penelitian.....	11
G. Asumsi Pengembangan	12
H. Spesifikasi Produk yang Dikembangkan	13
BAB II KAJIAN PUSTAKA.....	17
A. Kajian Teori.....	17
1. Penelitian Pengembangan	17
2. Lembar Kerja Peserta Didik elektronik (e-LKPD).....	19
3. Sistem Koloid.....	23
4. Model <i>Problem Based Learning</i> (PBL).....	33
5. Green Chemistry.....	38
B. Kajian Penelitian yang Relevan	41
C. Kerangka Berpikir	44
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	48
A. Model Pengembangan.....	48
B. Prosedur Pengembangan	49

C.	Desain Uji Coba Produk	52
1.	Subjek Coba	52
2.	Teknik Pengumpulan Data	53
3.	Teknik Analisis Data	55
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN		60
A.	Hasil Pengembangan Produk Awal	60
B.	Hasil Uji Coba Produk	75
C.	Revisi Produk.....	80
D.	Kajian Produk Akhir	85
E.	Keterbatasan Penelitian	89
BAB V SIMPULAN DAN SARAN		90
A.	Simpulan	90
B.	Saran	91
C.	Diseminasi dan Pengembangan Produk Lebih Lanjut.	91
DAFTAR PUSTAKA.....		93

DAFTAR TABEL

Tabel	Judul	Halaman
Tabel 2. 1	Perbedaan antara suspensi,koloid dan larutan	26
Tabel 2. 2	Jenis-jenis koloid	32
Tabel 3.1	Skala Angket Lembar Validasi	56
Tabel 3.2	Skala Angket Respon Peserta didik	57
Tabel 3.3	Kriteria Penilaian Kualitas	58
Tabel 4. 1	Tanggapan Materi Kimia	62
Tabel 4. 2	Hasil Penilaian Validasi Materi	73
Tabel 4. 3	Hasil Penilaian Validasi Ahli Media	74
Tabel 4.4	Hasil Angket Peserta Didik	77

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Judul	Halaman
Gambar 2.1	Kerangka Berpikir	47
Gambar 3.1	Prosedur Penelitian Pengembangan 4-D	48
Gambar 4.1	Hasil Respon Peserta Didik	79
Gambar 4.2	Cover Depan Sebelum Direvisi	81
Gambar 4.3	Cover Depan Setelah Direvisi	81
Gambar 4.4	Perbedaan <i>Layout</i>	82
Gambar 4.5	Sebelum Revisi Tidak Ada <i>Link</i> <i>Lifeworksheet</i>	82
Gambar 4.6	Setelah Revisi Menggunakan <i>Link</i> <i>Lifeworksheet</i>	8
Gambar 4.7	Cover Belakang Sebelum dan Sesudah Direvisi	82
Gambar 4.8	Peta Konsep Sebelum dan Sesudah Direvisi	83
Gambar 4.9	Daftar Pustaka Sebelum dan Sesudah Direvisi	84
Gambar 4.10	Rata-Rata Validasi Para Ahli	88

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Judul	Halaman
Lampiran 1	Langkah-langkah Pembelajaran PBL	101
Lampiran 2	Tabel Validitas Aiken's	102
Lampiran 3	Angket Kebutuhan Peserta Didik dan	103
Lampiran 4	Hasil Angket Kebutuhan Peserta Didik	106
Lampiran 5	Instrumen Validasi Ahli Materi	109
Lampiran 6	Indikator Instrumen Validasi Ahli Materi	112
Lampiran 7	Instrumen Validasi Ahli Media	121
Lampiran 8	Indikator Instrumen Validasi Ahli Media	123
Lampiran 9	Hasil Validasi Oleh Ahli Materi I	127
Lampiran 10	Hasil Validasi Oleh Ahli Materi II	131
Lampiran 11	Hasil Validasi Oleh Ahli Materi III	134
Lampiran 12	Hasil Validasi Oleh Ahli Materi IV	138
Lampiran 13	Hasil Validasi Oleh Ahli Materi V	142
Lampiran 14	Hasil Validasi Oleh Ahli Materi VI	146
Lampiran 15	Hasil Validasi Oleh Ahli Materi VII	150
Lampiran 16	Hasil Validasi Oleh Ahli Materi VIII	154
Lampiran 17	Hasil Validasi Oleh Ahli Media I	158
Lampiran 18	Hasil Validasi Oleh Ahli Media II	161
Lampiran 19	Hasil Validasi Oleh Ahli Media III	164
Lampiran 20	Hasil Validasi Oleh Ahli Media IV	165
Lampiran 21	Hasil Validasi Oleh Ahli Media V	170
Lampiran 22	Hasil Validasi Oleh Ahli Media VI	173
Lampiran 23	Hasil Validasi Oleh Ahli Media VII	176
Lampiran 24	Hasil Validasi Oleh Ahli Media VIII	179
Lampiran 25	Analisis Hasil Validasi Ahli Materi	182
Lampiran 26	Analisis Hasil Validasi Ahli Media	187
Lampiran 27	Lembar Angket Respon Peserta Didik	191
Lampiran 28	Kisi-kisi Angket Respon Peserta Didik	193
Lampiran 29	Hasil Angket Respon Peserta Didik	196
Lampiran 30	Analisis Hasil Angket Respon Peserta Didik	197

Lampiran 31	Surat Izin Riset	202
Lampiran 32	Surat Keterangan Riset	203
Lampiran 33	Dokumentasi Penelitian	204
Lampiran 34	Riwayat Hidup	205

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pembaharuan dilakukan secara terus menerus di bidang pendidikan dalam menghadapi era globalisasi. Pendidikan menghadapi persoalan-persoalan seperti pemerataan, mutu, relevansi, dan efisiensi pendidikan. Peningkatan kualitas pendidikan dapat dilakukan dengan pemerataan pendidikan secara sarana dan prasarana dalam proses pendidikan (Hidayat, 2018). Selain itu, untuk meningkatkan perkembangan dan pola pikir peserta didik dengan menerapkan kurikulum 2013.

Penggunaan kurikulum 2013 revisi tersebut dibarengi dengan kesiapan guru dalam proses pembelajaran (Rahmawati, 2018). Kurikulum revisi 2013 menuntut guru untuk kreatif dalam proses pembelajaran sesuai dengan model, metode dan bahan ajar yang digunakan dalam proses pembelajaran (Utami, 2021). Berdasarkan hal tersebut, guru diharapkan agar memfasilitasi kegiatan belajar peserta didik untuk mengembangkan keaktifan peserta didik dengan menyediakan sumber dan bahan ajar (Aini et al., 2021).

Penggunaan bahan ajar dapat mendukung kualitas pengajaran bagi peserta didik dan guru (Nugraha et al.,

2013). Bahan ajar terdiri dari seperangkat materi yang tersusun secara sistematis baik tulisan maupun tidak sehingga proses pembelajaran dapat berlangsung dengan baik (Latifah, 2015). Tujuan dari penggunaan bahan ajar yaitu untuk menambah sumber belajar dan memperluas pemahaman materi yang dipelajari, sehingga dengan menggunakan bahan ajar berfungsi untuk pedoman belajar peserta didik dan menarik minat peserta didik (Dita et al., 2021). Upaya untuk mempermudah dalam pencapaian setiap kompetensi dengan membutuhkan bahan ajar contohnya Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) (Anisa & Mitarlis, 2020).

Penggunaan LKPD memiliki peranan penting dalam kegiatan belajar mengajar pada pembelajaran kimia (Safrijal, 2018). LKPD merupakan sumber pendidikan tercetak yang memuat bahan, rangkuman, dan pedoman pelaksanaan tugas belajar yang dilakukan oleh peserta didik untuk mencapai keterampilan dasar yang dipersyaratkan (Febriyanti, 2017). Seiring berkembangnya teknologi dalam kemajuan inovasi, maka bahan ajar berbantuan elektronik seperti Lembar Kerja Peserta Didik elektronik (e-LKPD) yang memuat materi, soal latihan, dan video dapat menarik serta

mempermudah peserta didik dalam belajar (Trisnani et al., 2011)

E-LKPD yang digunakan dapat diakses dengan mudah melalui laptop maupun *smartphone* (Zahroh & Yuliani, 2021). Proses pembelajaran menggunakan e-LKPD berfungsi sebagai referensi dalam kegiatan pembelajaran dan juga sebagai fasilitas penilaian proses pembelajaran. Evaluasi proses belajar yang sedang berlangsung menuntut peserta didik aktif serta kreatif untuk memperoleh pengetahuan, keterampilan, nilai, dan sikap untuk mencapai tujuan (Safrijal, 2018). Pembelajaran menggunakan e-LKPD dapat memberikan dampak terhadap aktivitas belajar peserta didik menjadi lebih menyenangkan, interaktif, dan untuk memotivasi peserta didik dalam belajar (Puspita & Dewi, 2021).

Berdasarkan studi pendahuluan kepada guru kimia MAN 2 Kota Semarang, pembelajaran kimia masih menggunakan bahan ajar seperti: buku paket, LKS, dan buku referensi lainnya. LKS merupakan kumpulan materi hanya tentang konsep kimia dan kurangnya penerapan konsep kimia dalam kehidupan sehari-hari (Nugraha et al., 2013). Menurut Ardhiantari et al., (2016) mengatakan bahwa LKS yang ada mempunyai bahasa yang sulit dipahami peserta didik, belum adanya gambar

submikroskopis yang menarik perhatian peserta didik, belum menggunakan desain yang menarik bagi peserta didik, dan soal-soal yang digunakan terlalu sulit. Hasil analisis menunjukkan bahwa peserta didik cenderung menyukai bahan ajar yang berwarna salah satunya LKPD, dikarenakan dengan menggunakan LKPD dapat menambah ketertarikan peserta didik dalam belajar (Wijayanti et al., 2015). Penggunaan LKPD sebagai bahan ajar dapat digunakan untuk menyampaikan materi kimia salah satunya pada materi Sistem Koloid.

Materi Sistem Koloid merupakan materi kimia IPA kelas XI yang perlu dipelajari karena materi Sistem Koloid sangat dekat dengan kehidupan sehari-hari, contohnya seperti cat, tinta, buih, sabun, dan agar-agar. Sesuai dengan Permendikbud no 37 tahun 2018 tentang Kompetensi Dasar pada materi Sistem Koloid peserta didik harus mengelompokkan berbagai tipe Sistem Koloid, dan menjelaskan kegunaan koloid dalam kehidupan berdasarkan sifat-sifatnya serta membuat makanan atau produk lain yang berupa koloid atau melibatkan prinsip koloid (Permendikbud, 2019). Materi Sistem Koloid ini sifatnya banyak hafalan. Penyampaian materi Sistem Koloid di MAN 2 Kota Semarang sudah menggunakan metode diskusi tetapi siswa belum terlibat secara aktif

dengan menggunakan e-LKPD diharapkan dapat melibatkan dalam menemukan konsep materi Sistem Koloid.

Menurut Damanik & Yanny, (2016) pembelajaran Sistem Koloid merupakan pembelajaran yang tergolong membosankan dan sulit untuk dipahami sehingga memerlukan bahan ajar yang dapat meningkatkan minat belajar peserta didik. Materi Sistem Koloid yang dimuat di dalam LKPD dipilih untuk mengetahui hubungan koloid dengan kehidupan sehari-hari. Penyajian LKPD dapat memberikan inovasi atau keterbaruan, salah satunya memadukan LKPD Sistem Koloid dengan menggunakan model pembelajaran dapat berperan aktif pada proses pembelajaran terutama peningkatan pemahaman, sikap dan keterampilan peserta didik (Said et al., 2021). Salah satu model pembelajaran yang sesuai dengan materi Sistem Koloid terutama kaitannya dengan kehidupan sehari-hari sejalan dengan pemecahan masalah (*Problem Based Learning*).

Penggunaan model PBL bertujuan untuk memecahkan suatu permasalahan dalam proses pembelajaran peserta didik. Pembelajaran dengan menggunakan model ini melatih peserta didik dalam menghadapi masalah secara terampil (Fitrah & Yasthophi,

2019). Model PBL ini memiliki tahapan untuk peserta didik mempelajari konsep dari suatu masalah dan mampu memberikan solusi dari masalah tersebut (Birgili, 2015). Tujuan penggunaan model PBL adalah mendorong peserta didik berpikir kreatif saat menjawab pertanyaan yang diajukan guru dan tidak terpaku pada informasi yang diberikan guru. Kegiatan belajar disesuaikan dengan sintaks model pembelajaran PBL yang berbasis masalah, yaitu: 1) Mengidentifikasi masalah 2) Mengatur masalah 3) Penelitian langsung ke dalam masalah 4) pengembangan dan penyajian hasil; dan 5) evaluasi proses pemecahan masalah. Pada model pembelajaran PBL, permasalahan yang disajikan dalam LKPD harus kontekstual/nyata agar tertarik dengan materi yang dipelajari. Oleh karena itu, perlunya penerapan LKPD berbasis PBL.

MAN 2 Kota Semarang merupakan sekolah yang peduli terhadap lingkungan. Berkaitan dengan hal tersebut, maka sekolah menjaga kebersihan lingkungan dan mengurangi limbah pencemaran lingkungan dengan benar. Limbah yang dihasilkan salah satunya dari limbah praktikum di laboratorium. Praktikum kimia selama ini yang dilakukan di sekolah belum memperhatikan penggunaan bahan yang berbahaya dan belum

memperhatikan proses pembuangan secara tepat. Hal tersebut dapat menyebabkan kerusakan terhadap lingkungan dan ekosistem. Meminimalkan limbah melalui pelatihan dan keselamatan tempat kerja memerlukan penerapan prinsip *green chemistry* (Afriani, 2018). Oleh karena itu, perlunya penerapan e-LKPD berbasis PBL yang terintegrasi *green chemistry*.

Menurut Kimianti et al (2016) *green chemistry* yang terintegrasi pembelajaran bertujuan meningkatkan kepedulian peserta didik serta terlibat pada pemeliharaan lingkungan dalam kegiatan belajar. Pembelajaran dengan pendekatan *green chemistry* adalah pembelajaran yang berkaitan langsung dengan objek nyata atau fenomena nyata dalam kehidupan peserta didik tentang kelestarian lingkungan hingga mencegah polusi, selain itu pendekatan *green chemistry* juga memungkinkan peserta didik dapat mempelajari proses pengolahan suatu bahan menjadi produk yang bermanfaat, terhindar dari bahan kimia yang berbahaya dan meningkatkan nilai-nilai konversi (Nirwana & Yenti, 2021). Salah satu kegunaannya adalah untuk mengurangi limbah kimia dengan mengganti bahan yang aman untuk menghindari kontaminasi. Menurut Lancaster (2020) *green chemistry* mempunyai 12 prinsip yaitu: pencegahan,

desain bahan dan produk yang aman, desain sintesis bahan kimia yang tidak berbahaya, perancangan bahan kimia yang aman, penggunaan pelarut dan zat tambahan yang aman, desain hemat energi, penggunaan bahan terbarukan (*renewable*), penggunaan katalis, desain produk yang terdegradasi, dan pencegahan polusi. Selain itu, Fellet, (2013) menjelaskan bahwa pencegahan limbah, penghematan energi, bahan yang digunakan terbarukan, dan bahan kimia yang digunakan mengurangi penyebab kecelakaan termasuk beberapa prinsip dasar *green chemistry*.

Berdasarkan penjelasan di atas *e-LKPD* yang dikembangkan berbasis PBL terintegrasi *green chemistry* dengan mengganti bahan-bahan kimia menjadi bahan yang lebih aman dan dapat meminimalisir limbah yang dihasilkan pada saat praktikum. Penggunaan *e-LKPD* bertujuan agar dapat diakses secara *online* dan digunakan secara praktis. Oleh karena itu, maka peneliti mengajukan judul penelitian "PENGEMBANGAN *E-LKPD* SISTEM KOLOID BERBASIS *PROBLEM BASED LEARNING* (PBL) TERINTEGRASI *GREEN CHEMISTRY*".

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang maka, masalah yang diamati dalam penelitian ini:

1. Kurangnya bahan ajar yang mendukung kemandirian belajar peserta didik.
2. Keterbatasan pengembangan perangkat pembelajaran kimia Kurikulum 2013 yang kreatif dan inovatif.
3. Pembelajaran sistem koloid yang kurang menarik bagi peserta didik karena termasuk materi hafalan
4. Kurangnya pemahaman peserta didik terhadap prinsip *green chemistry*.
5. Ketersediaan bahan ajar berupa e-LKPD berbasis PBL terintegrasi *green chemistry* materi sistem koloid yang sesuai dengan bahasa dan tampilan yang menarik peserta didik dalam pemahaman konsep.

C. Pembatasan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan identifikasi masalah yang telah dikemukakan, maka penelitian ini dibatasi pada:

1. Materi yang digunakan pada penelitian ini adalah sistem koloid memuat KD 3.14 yaitu mengklasifikasikan berbagai tipe Sistem Koloid, dan menjelaskan kegunaan koloid dalam kehidupan berdasarkan sifat-sifatnya serta KD 4.14 yaitu membuat makanan atau produk lain yang berupa koloid atau melibatkan prinsip koloid.

2. Bahan ajar yang dikembangkan pada penelitian berupa produk e-LKPD berbasis PBL terintegrasi *green chemistry* untuk materi sistem koloid.
3. Untuk mengetahui kelayakan e-LKPD berbasis PBL terintegrasi *green chemistry* sehingga diujicobakan dalam skala kecil kepada responden (guru dan peserta didik) dan mendapatkan penilaian validasi dan revisi dari validator ahli media dan ahli materi.
4. Model pengembangan yang digunakan pada penelitian yaitu 4-D (*define, design, develop, disseminate*) (Sugiyono, 2013) yang dilakukan sampai tahap *develop* saja.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah tersebut, maka dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut:

- a. Bagaimana karakteristik e-LKPD sistem koloid berbasis PBL terintegrasi *green chemistry*?
- b. Bagaimana kelayakan e-LKPD sistem koloid berbasis PBL terintegrasi *green chemistry*?

E. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, penelitian ini memiliki tujuan sebagai berikut:

- a. Untuk mengetahui karakteristik e-LKPD sistem koloid berbasis PBL terintegrasi *green chemistry*.

- b. Untuk mengetahui kelayakan e-LKPD sistem koloid berbasis PBL terintegrasi *green chemistry*.

F. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian adalah sebagai berikut :

1. Untuk Peserta Didik

Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) berbasis PBL pada materi sistem koloid terintegrasi *green chemistry* bertujuan agar peserta didik dalam proses pembelajaran dapat meningkatkan pemahaman dan motivasi belajar pada materi sistem koloid.

2. Untuk peneliti

Mendapatkan pengalaman dan pengetahuan baru dalam meningkatkan sumber pembelajaran bagi peserta didik agar lebih memahami materi sistem koloid, meningkatkan kreatifitas dan memotivasi peneliti untuk menciptakan sumber pembelajaran yang baru serta memberikan sumbangsih bagi perkembangan ilmu pengetahuan khususnya tentang penggunaan sumber pembelajaran.

3. Untuk Pendidik

Menambah media pembelajaran baru untuk membantu guru dalam pembelajaran materi sistem koloid berbasis PBL terintegrasi *green chemistry*

untuk meningkatkan pemahaman dan motivasi peserta didik. Selain itu, diharapkan dapat meningkatkan pemahaman peserta didik dalam kegiatan belajar mengajar lebih efektif dan konstruktif menggunakan e-LKPD sistem koloid berbasis PBL terintegrasi *green chemistry*.

4. Untuk Sekolah

Berkontribusi untuk memperbaiki dan meningkatkan kualitas pembelajaran di sekolah melalui bahan ajar tambahan.

G. Asumsi Pengembangan

Asumsi peneliti untuk mengembangkan e-LKPD sistem koloid berbasis PBL dengan terintegrasi dalam *green chemistry* adalah sebagai berikut:

1. Validator materi memenuhi syarat untuk memvalidasi isi materi pada e-LKPD sistem koloid berbasis PBL yang terintegrasi *green chemistry*.
2. Validator media memenuhi syarat untuk memvalidasi terkait media e-LKPD pada sistem koloid berbasis PBL yang terintegrasi *green chemistry*.
3. Penilaian kualitas instrumen yang baik dan benar merupakan hasil validator terhadap instrumen.

4. Menghasilkan validasi tentang kondisi yang nyata, tidak perencanaan rekayasa, paksaan ataupun pengaruh orang lain.

H. Spesifikasi Produk yang Dikembangkan

Spesifikasi produk yang akan dikembangkan oleh peneliti sebagai berikut :

1. E-LKPD sistem koloid berbasis PBL terintegrasi *green chemistry* berbentuk digital.
2. E-LKPD sistem koloid berbasis PBL terintegrasi *green chemistry* dibuat dengan bantuan *Microsoft word 2010*.
3. *Font* yang digunakan adalah Cambria dengan ukuran 12.
4. Materi pada e-LKPD berfokus pada: pengertian sistem koloid, pembuatan koloid, sifat-sifat koloid dan jenis-jenis koloid.
5. Komponen-komponen yang terdapat pada *e-LKPD* sistem koloid sebagai berikut :

- a. *Cover e-LKPD*

Pada bagian *cover e-LKPD* yang dikembangkan memuat judul Lembar Kerja Peserta Didik Elektronik (e-LKPD), materi yang di bahas, kelas dan kurikulum sekolah, dirancang dengan

menggambarkan isi dan lembar kerja peserta didik.

b. Menu utama yang terdapat:

- 1) Kata Pengantar
- 2) Daftar Isi
- 3) Deskripsi dan Petunjuk Penggunaan e-LKPD yang berisi tentang cara petunjuk penggunaan e-LKPD berbasis PBL terintegrasi *green chemistry* pada materi sistem koloid yang terdapat pada pendahuluan.
- 4) Prinsip *Green Chemistry*
- 5) Sintaks *Problem Based Learning* (PBL)
- 6) Kompetensi pencapaian, yang berisi Kompetensi Inti (KI) Kompetensi Dasar (KD), Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK) dan Tujuan Pembelajaran.
- 7) Peta Konsep
- 8) Lembar Kerja Peserta Didik: setiap Lembar Kerja terdapat IPK, tujuan pembelajaran dan dalam e-LKPD berbasis PBL berisi karakteristik dari *green chemistry*:
 - a) Orientasi masalah, memulai pembelajaran dengan masalah. Materi yang dimuat

dalam e-LKPD diawali dengan konteks permasalahan.

- b) Mengorganisasi peserta didik, peneliti memberikan kegiatan yang memuat perintah amati soal /tabel bertujuan untuk memastikan peserta didik memahami e-LKPD berbasis PBL terintegrasi *green chemistry*.
- c) Membimbing penyelidikan individu maupun kelompok, menjawab permasalahan pada e-LKPD berbasis PBL terintegrasi *green chemistry* peserta didik secara individu maupun kelompok .
- d) Mengembangkan dan menyajikan hasil karya, peserta didik saling berkomunikasi baik antara peserta didik dengan peserta didik lainnya ataupun peserta didik dengan pendidik.
- e) Menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah, peserta didik mempresentasikan permasalahan yang ada di e-LKPD selanjutnya dievaluasi oleh pendidik.

9) Ringkasan materi

10) Evaluasi: untuk mengetahui penilaian kemampuan peserta didik setelah mempelajari lembar kerja peserta didik.

11) Daftar pustaka : Tujuan dari kepastakaan adalah untuk memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk menggunakan sumber lain sebagai mitra dalam menggunakan e-LKPD untuk menambah pengetahuan tentang materi pembelajaran.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Kajian Teori

1. Penelitian Pengembangan

Penelitian dan pengembangan (*research and development*) adalah penelitian yang digunakan pendidikan dan pembelajaran untuk mengembangkan atau validasi produk tersebut tersebut. Penelitian dan pengembangan berfungsi untuk menghasilkan produk tambahan dan menguji keefektifan produk tersebut. Setelah produk dikembangkan, dilakukan analisis kebutuhan dan pengujian keefektifan produk agar dapat digunakan oleh masyarakat luas (Sugiyono, 2004).

Setyosari (2010) mengatakan pengembangan tersebut adalah kegiatan yang menggunakan teori ilmiah dan prinsip-prinsipnya dalam kegiatan IPTEK (Ilmu Pengetahuan dan Teknologi) sedemikian rupa sehingga teruji validitasnya dalam konteks kegunaan, efisiensi, aplikasi dan pengembangan media IPTEK yang ada maupun produksi teknologi terbaru. Pengembangan juga dapat diartikan sebagai suatu cara untuk mengembangkan dan membenarkan produk-produk di bidang pendidikan (Sugiyono,2019)

Upaya pengembangan dalam bidang pendidikan seperti pelaksanaan yang terencana, bertanggung jawab, dan terarah sehingga menumbuhkan kepribadian peserta didik yang memiliki bakat dan kemampuan dapat dibina dan dikembangkan (Wirkusumo et al., 2012).

Menurut Borg and Gall dalam (Sugiyono, 2019) mengatakan pada umumnya penelitian R&D terdiri dari beberapa tahap (bersifat longitudinal). Pada penelitian analisis kebutuhan menghasilkan produk yang bersifat hipotetik dengan menggunakan metode dasar. Untuk menguji produk menggunakan eksperimen. Selanjutnya produk teruji maka dapat diaplikasikan. Produk yang dihasilkan dapat berupa benda atau perangkat keras seperti buku, modul, alat bantu pembelajaran di kelas dan ditempat lainnya. (Sugiyono, 2004). Berdasarkan penjelasan di atas, pengembangan adalah suatu metode penelitian yang menghasilkan suatu produk yang dibentuk secara sistematis yang berguna untuk meningkatkan produktivitas belajar.

Model pengembangan 4D yang dirancang oleh Thiagarajan digunakan dalam pengembangan dengan fase-fasenya adalah pendefinisian, perencanaan,

pengembangan dan penyebaran, yang diadaptasi oleh Thiagarajan, Semmel dan Semmel (1974) fase yang dilakukan hanya sampai pada tahap 3D dan tahap penyebaran tidak dikarenakan keterbatasan waktu tidak dilakukan. Model 3D terdiri dari tahapan *define*, *design*, *develop*.

Berikut penjelasan lebih rinci dari ketiga tahap yaitu; 1) *Define*, pada tahap pendefinisian dilakukan analisis ujung depan, analisis tugas, analisis peserta didik, analisis konsep dan perumusan tujuan pembelajaran. 2) *Design*, pada tahap ini dilakukan pemilihan media, pemilihan format dan desain awal. 3) *Develop*, pada tahap pengembangan ini dilakukan penilaian ahli dan uji pengembangan. Alasan peneliti menggunakan 4D karena urutan pengembangannya sejalan dengan pengembangan produk e-LKPD.

2. Lembar Kerja Peserta Didik elektronik (e-LKPD)

Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) pertama kali dikenal dengan Lembar Kerja Siswa (LKS). Tujuan LKPD adalah untuk mendukung proses pembelajaran yang meliputi materi, tugas, dan langkah-langkah pembelajaran sebagai sumber belajar. LKPD ini disesuaikan dengan penugasan pada materi sehingga mencapai tujuan kemampuan dasar yang diharapkan.

Menurut Prastowo (2015) mengatakan bahwa LKPD mempunyai 4 fungsi sebagai berikut : 1) sebagai bahan ajar yang mengurangi peran pendidik, tetapi membuat peserta didik lebih aktif dalam belajar 2) sebagai bahan ajar yang digunakan untuk mempermudah memahami materi 3) sebagai bahan ajar yang singkat, padat, dan dilengkapi dengan tugas untuk berlatih 4) memudahkan pengaksesan dalam proses pengajaran dalam (Lathifah et al., 2021). LKPD diharapkan dapat menarik minat belajar peserta didik. LKPD tersebut diklasifikasikan berdasarkan kemampuan dasar yang ingin dicapai peserta didik. Seiringnya perkembangan teknologi dalam proses pembelajaran kegiatan oleh guru digunakan salah satu bahan ajar elektronik seperti Lembar Kerja Peserta Didik elektronik (*e-LKPD*). *E-LKPD* dapat digunakan melalui desktop komputer, *notebook*, *smartphone*, atau *handphone* android (Jenanda, 2021)

Penggunaan *e-LKPD* membutuhkan koneksi jaringan internet sehingga dapat dioperasikan pada laptop ataupun *gadget* melalui *hyperlink* yang tersedia. Pengunduhan lembar jawaban melalui *link* pada *google drive*, *e-LKPD* memiliki keunggulan dapat menggabungkan teks, animasi, gambar yang dapat

diperbesar (*zoom*), serta adanya *hyperlink* pada referensi dan artikel untuk memperluas pengetahuan dan keterkaitan belajar peserta didik (Hidayah & Kuntjoro, 2022). Bahan ajar e-LKPD memiliki sepuluh unsur utama yaitu, cover sampul, kata pengantar, daftar isi, deskripsi e-LKPD, petunjuk penggunaan, prinsip *green chemistry*, sintak PBL, pencapaian kompetensi, peta konsep, uraian materi, daftar pustaka. Berdasarkan penjelasan di atas dapat peneliti simpulkan bahwa e-LKPD merupakan seperangkat bahan ajar yang berbentuk elektronik sehingga penggunaannya bisa secara praktis dengan menggunakan melalui laptop atau *gadget*.

a. Penyusunan e-LKPD berdasarkan prinsip-prinsip penyusunan

Penyusunan e-LKPD harus memperhatikan prinsip sebagai berikut:

1. Standar kompetensi dan kompetensi dasar pencapaiannya relevan (prinsip keterkaitan atau relevansi).
2. KD yang digunakan harus dikuasai oleh peserta didik dalam materi pada penyajian e-LKPD (prinsip konsistensi).

3. KD yang penguasaannya mempermudah dalam bahan pembelajaran (prinsip kecukupan)

b. Kriteria Kualitas e-LKPD

Persyaratan dalam penyusunan e-LKPD harus memenuhi syarat. Syarat-syarat menurut pendapat Darmojo dan Kaligis dalam (Pertiwi & Langitasari, 2021) sebagai berikut:

- 1) Syarat didaktik mencakup penggunaan secara *universal* yang dipergunakan untuk siswa yang lamban, sedang, dan pandai. Hal-hal yang harus ditekankan pada penyusunan e-LKPD yaitu pemahaman konsep dan berbagai bentuk stimulus media dan kegiatan peserta didik. E-LKPD memiliki keutamaan yaitu dapat mengembangkan kemampuan komunikasi sosial, emosional, moral, dan estetika. Pengalaman belajar peserta didik ditentukan oleh tujuan pengembangan pribadi peserta didik.
- 2) Syarat-syarat konstruksi terdiri dari penggunaan bahasa, susunan kalimat, kosa kata, tingkat kesukaran, dan kejelasan dalam e-LKPD.

- 3) Syarat-syarat teknis berfokus pada penyajian e-LKPD, seperti tulisan, gambar dan penampilannya dalam e-LKPD.
- c. Keuntungan Menggunakan e-LKPD
- 1) Penghematan tempat dan waktu.
 - 2) Mengurangi pengguna kertas, tinta, dan lain sebagainya sehingga ramah lingkungan
 - 3) Disajikan dalam bentuk digital sehingga tersedia sepanjang waktu
 - 4) Ukuran dan kapasitas kecil dapat menampung banyak e-LKPD
 - 5) Penghematan biaya.

3. Sistem Koloid

Mata pelajaran yang dipelajari peserta didik SMA/MA kelas XI pada semester II contohnya sistem koloid. Materi yang dipelajari dalam sistem koloid sebagai berikut:

a. Pengertian Sistem Campuran

Komponen pada sistem campuran terdiri dari komponen campuran homogen dan campuran heterogen, yang mana campuran tersebut dibedakan berdasarkan ukuran partikel zat-zat penyusunannya. Campuran homogen disebut dengan larutan dan campuran heterogen terdiri

dari koloid dan suspensi kasar. Berdasarkan ukuran partikel campuran dapat dibedakan menjadi tiga golongan, yaitu larutan (larutan sejati), koloid, dan suspensi.

Ukuran partikel fase terdispersi dibagi menjadi tiga kelompok:

- 1) Jika diameter partikel $>10^{-5}$ cm disebut suspensi.
- 2) Jika diameter partikel $< 10^{-7}$ cm disebut Larutan sejati.
- 3) Jika diameter partikel antara 10^{-7} cm - 10^{-5} cm disebut koloid (Johari & Rachmawati, 2006).

a) Suspensi

Suspensi bersifat heterogen dan tidak kontinu, sehingga merupakan sistem dua fasa. Ukuran partikel tersuspensi lebih 10^{-5} cm. suspensi bersifat tidak stabil (memisah) dan dapat disaring.

Suspensi dapat mengendap tergantung besar kecilnya ukuran partikel zat terdispersinya. Proses pengendapan terjadi secara cepat apabila ukuran partikel semakin besar. Pemisahan suspensi dapat dilakukan

dengan proses penyaringan (filtrasi). Selama proses difusi zat-zat tetap berada pada kertas saring dikarenakan ukuran partikel relatif besar.

b) Larutan

Larutan merupakan campuran homogen dari dua zat atau lebih. Larutan terdiri dari zat terlarut dan pelarut. Zat terlarut adalah zat yang dilarutkan dalam pelarut, sedangkan zat yang ada dalam kelimpahan tertinggi adalah pelarutnya. Larutan bersifat kontinu dan merupakan sistem satu fasa (homogen). Ukuran partikel zat terlarut kurang 10^{-7} cm. Larutan bersifat stabil (tidak memisah) dan tidak dapat disaring.

c) Koloid

Koloid adalah campuran heterogen dua fasa dari dua zat atau lebih dimana partikel-partikel berukuran koloid tersebar/terdispersi merata dalam zat lain. Koloid memiliki ukuran antara 10^{-7} cm - 10^{-5} cm. lain halnya dengan larutan yang tersusun dari zat pelarut dan terlarut, sistem koloid memiliki komponen: 1) fase terdispersi

dimana suatu zat yang tersebar merata dan 2) fase terdispersi dimana tempat zat medium tersebar merata.

Berdasarkan perbedaan suspensi, koloid, dan larutan maka dapat dilihat pada Tabel 2.1 dibawah ini:

Tabel 2. 1 Perbedaan antara suspensi, koloid dan larutan.

Perbedaan	Larutan	Koloid	Suspensi
Ukuran partikel	$<10^{-7}$ cm	10^{-7} - 10^{-5} cm	$>10^{-5}$ cm
Jumlah fasa	Satu fasa	Dua fasa	Dua fasa
Jenis campuran	Homogen	Secara makroskopis homogen, tetapi secara mikroskopis heterogen	Heterogen
Fisik	Jernih	Keruh	Keruh
Pemisahan	Tidak memisah jika didiamkan	Tidak memisah jika didiamkan	Memisah jika didiamkan
Penyaringan	Tidak dapat disaring	Dapat disaring dengan penyaring ultra	Dapat disaring dengan penyaring biasa
Kestabilan	Stabil	Pada umumnya stabil	Tidak stabil

(Sumber: Umiyati & Haryono, 2014)

b. Pembuatan sistem koloid

Pembuatan koloid dapat dibuat dengan dua cara yaitu: cara dispersi dan cara kondensasi.

1) Cara Dispersi

Pembuatan koloid menggunakan cara dispersi dengan memperkecil zat terdispersinya menjadi partikel-partikel koloid. Cara-caranya sebagai berikut:

a) Dispersi mekanik

Penggilingan partikel besar menjadi partikel kecil disebut dispersi. Pembuatan sol belarang merupakan contoh dispersi mekanik.

b) Dispersi elektronik

Dalam proses difusi elektronik, dua elektroda logam (platinum, emas atau perak) ditempatkan di dalam air dengan arus bertegangan tinggi, menyebabkan logam menguap dan mengembun menjadi partikel koloid.

c) Peptisasi

Proses pemecahan partikel kasar menjadi partikel koloid dengan menambahkan air atau zat peptisasi lainnya disebut dengan

metode peptisasi (Syukri,1999). Sebagai contoh sol dapat dibuat dari endapan AgCl dengan cara menambahkan HCl.

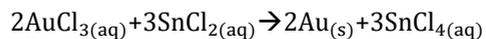
2) Cara Kondensasi

Pembuatan koloid dengan cara kondensasi merupakan penggabungan (kondensasi) partikel kecil menjadi partikel lebih besar sampai berukuran partikel koloid. Penggabungan ini terjadi dengan cara sebagai berikut:

a) Reaksi kimia

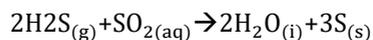
1) Cara Reduksi

Misalnya, sol logam seperti emas atau perak dibuat dengan mereduksi larutan dengan formaldehida. Sol emas dapat dibuat dengan mereduksi emas klorida dengan timah (II) klorida.



2) Cara Oksidasi

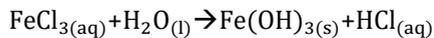
Oksidasi hidrogen sulfida dari SO_2 dapat membuat koloid belerang.



3) Cara Hidrolisis

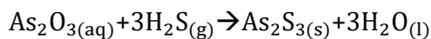
Cara hidrolisis yaitu menghidrolisis senyawa ion sehingga terbentuk senyawa sukar larut (koloid).

Contohnya membuat koloid $\text{Fe}(\text{OH})_3$ dengan memasukkan larutan FeCl_3 ke dalam air panas.



4) Dekomposisi Rangkap

Cara pembuatan sol arsen (III) sulfid dibuat dengan cara mengalirkan gas H_2S ke dalam larutan jenuh arsen (III) oksida.



b) Pertukaran pelarut atau penurunan kelarutan.

Sol belerang dapat dibuat dengan menuangkan larutan belerang jenuh ke dalam alkohol dan air. Selain itu, belerang juga dapat dibuat dengan menambahkan air ke dalam larutan belerang dalam karbon disulfida.

c) Pendinginan berlebihan

Sistem koloid dapat dibuat dengan cara pendinginan sehingga menggumpalnya partikel larutan. Cara pembuatan koloid es dengan mendinginkan campuran pelarut organik seperti eter atau klorofom dengan air.

c. Sifat-sifat koloid

Suatu campuran digolongkan ke dalam sistem koloid apabila memiliki sifat-sifat yang berbeda dari larutan sejati. Beberapa sifat fisik yang membedakan sistem koloid dari larutan sejati sebagai berikut:

1) Efek *tyndall*

Efek *tyndall* merupakan terhamburnya suatu cahaya oleh partikel. Efek *tyndall* merupakan perbedaan antara sistem koloid dengan larutan (Syukri, 1999)

2) Gerak *brown*

Partikel koloid bergerak secara acak sepanjang lintasan lurus yang disebut gerak Brown. Gerak brown dapat dilihat di bawah mikroskop pembesaran tinggi (Sudarmo, 2013).

3) Adsorpsi

Peristiwa penyerapan muatan pada permukaan partikel merupakan adsorpsi. Menempelnya partikel partikel koloid pada partikel kecil disebut dengan adsorpsi (Sudarmo, 2013).

4) Koagulasi

Koagulasi koloid merupakan proses penggumpalan suatu partikel. . Terjadinya peristiwa mekanik dan kimia yang mengakibatkan koagulasi koloid (Sudarmo, 2013).

5) Koloid liofil dan koloid liofob

Koloid liofil merupakan proses fase pendispersi suka menarik medium pendispersinya, sedangkan koloid liofob fase pendispersinya yang tidak ingin menarik medium pendispersinya (Sudarmo, 2013).

d. Jenis-jenis koloid

Pengelompokan koloid berdasarkan antara fase terdispersi dan medium pendispersi, koloid yang zat terdispersinya berbentuk zat padat disebut sol sedangkan zat terdispersinya berbentuk cair

disebut dengan emulsi, dan koloid yang zat terdispersinya berbentuk gas disebut dengan buih (Rahmat, 2014). Berdasarkan pengelompokan wujud dari komponen-komponen koloid, maka sistem koloid dapat dilihat pada **Tabel 2.2** berikut

Jenis-jenis koloid :

Tabel 2. 2 Jenis-Jenis Koloid

Fase Terdispersi	Medium Pendispersi	Jenis Koloid	Contoh
Padat	Padat	Sol Padat	Paduan logam, gelas berwarna, intan hitam
Padat	Cair	Sol	Cat, tinta, tepung dalam air, tanah liat.
Padat	Gas	Aerosol Padat	Debu di udara, asap pembakaran.
Cair	Padat	Emulsi Padat	Jelly, keju, mentega, nasi.
Cair	Cair	Emulsi	Susu, mayonase, krim, santan dan es cream
Cair	Gas	Aerosol Cair	Awan, kabut, hairspray, obat nyamuk.
Gas	Padat	Buih Padat	Batu apung, karet, busa, styrofoam.
Gas	Cair	Buih Cair	Putih telur yang di kocok, busa sabun.

4. Model *Problem Based Learning* (PBL)

a. Pengertian PBL

PBL merupakan model pembelajaran yang berpusat pada peserta didik (*learner-centered*) dimana pembelajarannya melibatkan masalah nyata sehari-hari. PBL menggunakan model pembelajaran berfokus dengan permasalahan yang harus dipecahkan oleh peserta didik. Zulfahrin (2019) menyatakan bahwa PBL atau pembelajaran berbasis masalah merupakan suatu pembelajaran yang menggunakan masalah dunia nyata sebagai suatu konteks bagi peserta didik untuk belajar tentang berpikir kritis dan keterampilan pemecahan masalah serta untuk memperoleh pengetahuan dan konsep yang esensi dari materi pelajaran. Menurut Novratilova et al., (2015) model pembelajaran PBL merupakan penyajian materi dengan dilengkapi permasalahan yang harus diselesaikan untuk mencapai tujuan pembelajaran.

Model PBL bertujuan untuk melibatkan peserta didik dalam meningkatkan keaktifan pada proses pembelajaran, sehingga peserta didik dapat menguasai konsep berkaitan dengan

masalah serta peserta didik memiliki keterampilan dalam memecahkan solusi masalah (Mahfudah et al., 2019). Listari, (2013) mengatakan dengan menggunakan PBL maka akan menfrontasikan peserta didik dengan masalah-masalah kontekstual yang berhubungan dengan materi pelajaran kimia terutama materi kimia, Hal ini memungkinkan mereka untuk mengetahui mengapa peserta didik belajar dan menemukan solusi untuk masalah yang peserta didik hadapi. Berdasarkan penjelasan di atas dapat disimpulkan bahwa PBL merupakan model pembelajaran berbasis masalah yang melatih peserta didik untuk secara aktif dan kreatif memahami permasalahan yang ada dan mencari solusi dari permasalahan tersebut.

b. Karakteristik PBL

Proses pembelajaran yang ditampilkan permasalahan diawal merupakan karakteristik model PBL sebagai berikut (Suprijono, 2013):

1) Permasalahan autentik

Model PBL membahas suatu permasalahan harus berakar pada kehidupan nyata dan menggunakan istilah yang jelas serta sederhana untuk dipahami peserta didik.

- 2) Konteks berfokus pada interdisipliner masalah yang dirumuskan harus bersifat interdisipliner. Tujuannya adalah agar peserta didik dapat merefleksikan perspektif ilmiah studi mereka.
 - 3) Penyelidikan autentik
Penyelidikan pada kegiatan belajar peserta didik yang mencakup analisis dan rumusan masalah, merumuskan dugaan sementara, mencari dan menganalisis informasi, melakukan penelitian dan mempresentasikan hasil.
 - 4) Mambuat produk
Produk yang dihasilkan berupa laporan/esai dan dipresentasikan merupakan proses hasil penelitian peserta didik pembuatan produk.
 - 5) Kerjasama/kolaboratif
Peserta didik belajar untuk bereksplorasi bersama dan mengembangkan kemampuan berpikir dan bersosialisasi dalam kerjasama dengan menggunakan model PBL.
- c. Langkah-langkah PBL
Model PBL terdiri dari lima langkah yang disajikan pada **Lampiran 1** (Savery, 2018).

d. Kelebihan dan kelemahan PBL

Kelebihan dari model PBL (Sanjaya, 2006) yaitu :

- 1) Peserta didik dapat menunjukkan pemahaman yang dalam mengenai suatu materi dengan mengembangkan jawaban yang bermakna bagi suatu masalah.
- 2) Peserta didik memperoleh kepuasan dan menemukan pengetahuan baru bagi diri sendiri dengan diberikan suatu tantangan.
- 3) Proses pembelajaran membuat peserta didik selalu aktif
- 4) Pembelajaran beradaptasi dengan situasi baru dapat mengembangkan keterampilan berpikir kritis setiap peserta didik.
- 5) Peserta didik dapat meningkatkan aktivitas belajar .

Menurut Sanjaya (2006) kekurangan dari model PBL yaitu :

1. Peserta didik yang enggan untuk mencoba berakibatkan tidak yang memiliki minat atau tidak mempunyai kepercayaan bahwa masalah yang dipelajari sulit untuk dipecahkan.

2. Persiapan yang dibutuhkan menggunakan waktu yang lama untuk mencapai keberhasilan strategi pembelajaran melalui PBL.
 3. Sekolah sulit memantau aktivitas peserta didik diluar sekolah.
- e. E-LKPD berbasis PBL

Penggunaan model PBL dalam perpaduan e-LKPD lebih bermakna jika Yuliandriati et al (2019):

- 1) Pengetahuan yang beragam diterapkan oleh peserta didik untuk mencari solusi dan peningkatan pemahaman konsep/ materi yang dipelajari.
- 2) Peningkatan motivasi dan minat peserta didik terhadap konsep-konsep yang berkaitan dengan pembelajaran dikarenakan masalah-masalah yang dihadapi pada pembelajaran bersifat kontekstual atau nyata.
- 3) Peserta didik dapat mengembangkan kemampuan berpikir dan melatih membuat konsep dan penyederhaan pada proses belajar kelompok.

5. Green Chemistry

Green chemistry adalah cara baru untuk meminimalkan bahaya bahan kimia dan dengan demikian menghasilkan produk yang lebih efisien dan ekonomis. Menurut Anastas & Warner, (1998) penggunaan teknik dan metode *green chemistry* bermanfaat untuk mengurangi atau menghilangkan bahan, produk, produk sampingan, pelarut dan reagen yang berbahaya bagi kesehatan manusia dan masalah lingkungan. Berdasarkan penjelasan di atas dapat penulis simpulkan bahwa *green chemistry* merupakan suatu metode yang bertujuan untuk mengurangi limbah baik limbah bahan, limbah produk, limbah produk sampingan, pelarut, ataupun pereaksi sehingga meminimalisir terjadinya bahaya bagi kesehatan lingkungan.

Beberapa syarat orientasi *green chemistry* atau ramah lingkungan menurut Sanghi dalam (Nurbaity, 2011) seperti:

1. Menghindari limbah
2. Efisiensi atom
3. Menghindari penggunaan produk bahan kimia yang beracun dan berbahaya
4. Menciptakan senyawa yang lebih baik atau sama

5. Bisa dibiodegradasi
6. Meminimalisir energi yang dibutuhkan
7. Menggunakan bahan yang dapat didaur ulang
8. Menggunakan katalis

Pendekatan *green chemistry* bermakna dan relevan terhadap kondisi lingkungan apabila diintegrasikan secara keseluruhan pada pembelajaran kimia (Al-Idrus et al., 2020). Menurut (Venkataraman, 2009) pendekatan tersebut dapat mencerminkan sebuah proses pendidikan yang berkelanjutan. Prinsip *green chemistry* salah satunya adalah pengurangan limbah yang dihasilkan dan memperhatikan bahaya atau tingkat keselamatan selama praktikum. Menurut Anastas & Warner, (1998) *green chemistry* memiliki 12 prinsip yaitu :

1. Pengurangan terbentuknya limbah atau sampah.
2. Menggunakan metode sintesis untuk mendesain bahan dan produk yang aman.
3. Desain sintesis tidak menghasilkan zat beracun dan tidak berbahaya bagi manusia maupun lingkungan.
4. Bahan kimia yang dirancang dengan desain lebih aman dan menjaga keefektifan fungsinya sekaligus mengurangi kadar toksisitas.

5. Penggunaan zat aditif dan pelarut yang digunakan sesedikit mungkin atau dengan pelarut yang tidak berbahaya.
6. Meminimalisir penggunaan energi.
7. Bahan yang digunakan termasuk bahan terbarukan(*renewable*).
8. Mengurangi bahan yang menghasilkan reagen tambahan atau limbah yang disebut dengan bahan kimia yang bersifat *derivatif*.
9. Penggunaan katalis untuk menghasilkan produk kimia yang terurai dan produk penguraiannya tidak berbahaya.
10. Penggunaan desain produk yang dapat terdegradasi sehingga terurai dan menjadi produk degradasi yang tidak berbahaya bagi lingkungan.
11. Memonitoring dan kontrol terhadap pencegahan polusi.
12. Penggunaan bahan kimia yang sedikit atau kurang untuk mengakibatkan potensi kecelakaan kerja.

Pengembangan yang dilakukan peneliti hanya menerapkan beberapa prinsip *green chemistry* sebagai berikut: Mengurangi limbah atau sampah, mengembangkan bahan kimia yang lebih aman dan

menjaga efisiensi operasional dengan mengurangi toksisitas, menggunakan aditif dan pelarut yang digunakan sesedikit mungkin atau dengan pelarut yang tidak berbahaya, dan menggunakan desain produk yang dapat diuraikan menjadi produk degradasi yang ramah lingkungan. Penggunaan cara yang efisien serta ramah lingkungan pada pengembangan produk kimia merupakan tujuan *green chemistry* (Venkataraman, 2009).

B. Kajian Penelitian yang Relevan

Penelitian ini didasarkan oleh penelitian-penelitian terdahulu yang telah dibuktikan kesahihannya. Diantara karya-karyanya tersebut yaitu:

Berdasarkan penelitian Rosita et al, (2014) yang meneliti tentang “ Perangkat Pembelajaran *Problem Based Learning* Berorientasi *Green Chemistry* Materi Hidrolisis Garam Untuk Mengembangkan Soft Skill Konservasi Siswa” untuk meningkatkan pemahaman konsep siswa materi hidrolisis dalam dengan N-gain. Model penelitian yang digunakan adalah model pengembangan 4-D, penelitian ini dilakukan sampai tahap 3 yaitu pengembangan. Produk yang dihasilkan LKS berorientasikan *green chemistry*. Penelitian ini sama-sama menggunakan model PBL berorientasi *green chemistry*.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perangkat pembelajaran dapat meningkatkan pemahaman konsep siswa materi hidrolisis garam dengan N-gain sebesar 0,63 (sedang). Tetapi penelitian yang akan dilakukan berfokus pada materi Sistem Koloid.

Penelitian yang relevan dilakukan oleh Maulina et al (2019) yang berjudul “ Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Berbasis Masalah pada Materi Koloid di Kelas XI SMAN 5 Banda Aceh”. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kelayakan LKPD kimia berbasis masalah pada materi Sistem Koloid. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penilaian LKPD Kimia berbasis masalah oleh 2 orang Validator mendapat presentase sebesar 97,37% dengan kategori sangat layak. Pada penelitian yang dilakukan oleh Maulina et al (2019) dengan penelitian yang akan dilakukan yaitu sama-sama menggunakan model pembelajaran PBL pada materi Sistem Koloid. Pengembangan pada penelitian ini untuk e-LKPD Sistem Koloid berbasis PBL terintegrasi *green chemistry*.

Penelitian selanjutnya tentang pengembangan E-LKPD telah dilakukan oleh Sa'diyah berjudul “Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Berbasis *Problem Based Learning* (PBL) Pada Materi

Ikatan Kimia Kelas X MA Miftahul Huda Tayu". Dalam penelitiannya telah terbukti bahwa pengembangan produk E-LKPD sangat baik untuk digunakan. Mengingat disini pengujiannya hanya sampai skala kecil, sehingga diharapkan dapat diuji dengan skala besar (Sa'diyah, 2021). Penelitian ini menggunakan model 4D, tetapi hanya sampai pada tahap pengembangan (*develop*). Penelitian yang dilakukan sama-sama mengembangkan e-LKPD berbasis PBL. Produk yang dihasilkan pada penelitian berupa e-LKPD berbasis PBL terintegrasi *green chemistry*, dan menggunakan materi sistem koloid.

Penelitian lainnya dilakukan oleh (Anisa & Mitarlis, 2020) yang berjudul "Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Berwawasan *Green Chemistry* Untuk Meningkatkan Kemampuan Literasi Sains Peserta Didik Pada Materi Larutan Elektrolit Dan Non Elektrolit". Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan LKPD yang berwawasan *green chemistry* untuk meningkatkan kemampuan literasi sains peserta didik pada materi larutan elektrolit dan non elektrolit yang layak. Penelitian ini menggunakan metode 4-P (pendefinisian, perancangan, pengembangan, dan penyebaran). Penelitian ini hanya sampai pada tahap pengembangan. Hasil penelitian LKPD membuktikan bahwa kelayakan

LKPD pada aspek validitas terdiri dari dua hal, yaitu validitas isi yang memperoleh persentase 79,75% yang berada pada kriteria valid dan validitas konstruk mendapatkan persentase 82,84% dengan kriteria sangat valid. Penelitian ini sama sama menggunakan green chemistry, tetapi pada penelitian yang akan dikembangkan oleh peneliti yaitu berfokus pada model pembelajaran *Problem Based Learning* dan materi yang digunakan adalah sistem koloid.

Penelitian yang dikembangkan oleh penulis berdasarkan penelitian yang telah ada, sehingga penulis mengembangkan E-LKPD sistem koloid berbasis PBL. Sementara, untuk produk yang dihasilkan berupa LKPD berbasis PBL dengan terintegrasi *green chemistry*. Penyajian LKPD dalam bentuk *elektronik* (*e-LKPD*) dan berfokus pada materi Sistem Koloid.

C. Kerangka Berpikir

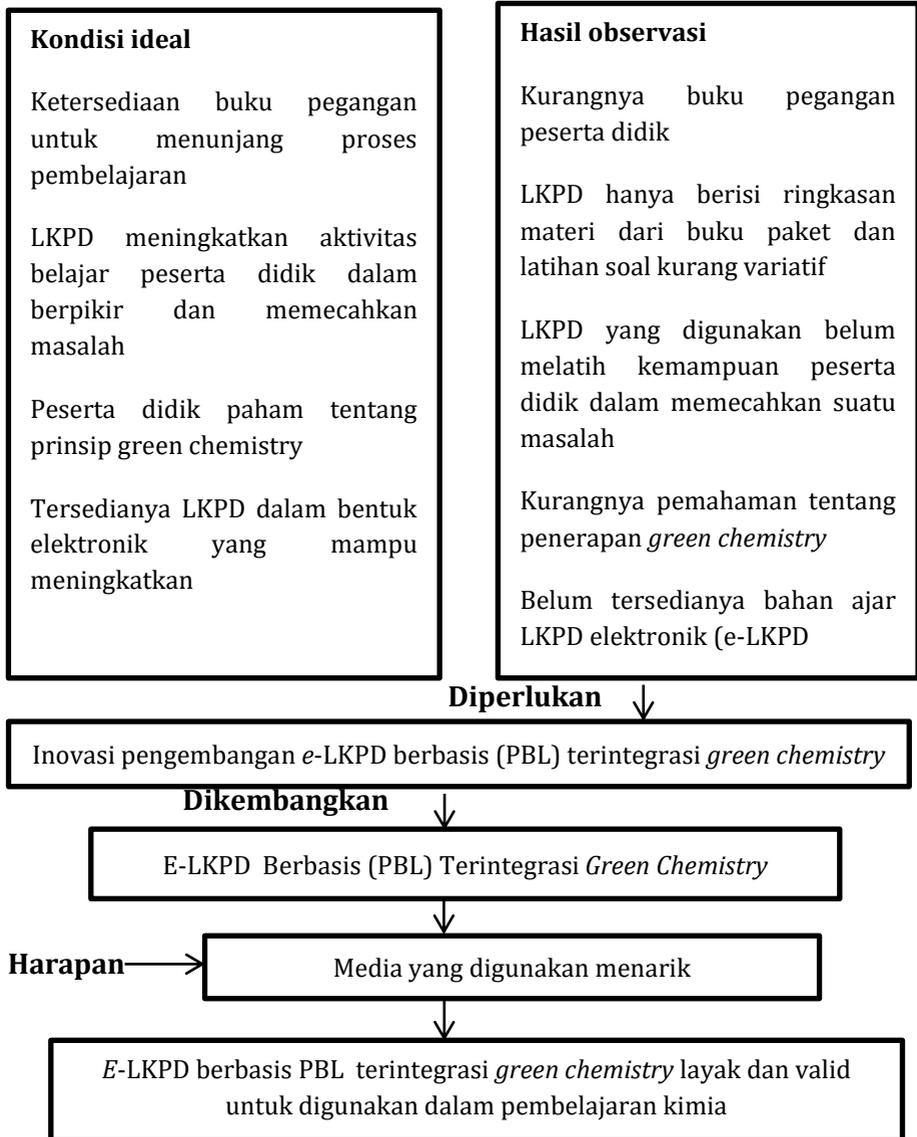
Penggunaan bahan ajar di sekolah mendukung pemahaman konsep materi yang diperoleh di kelas. Penggunaan bahan ajar sangat diperlukan untuk meningkatkan daya tarik dan minat peserta didik dalam belajar khususnya kimia. Penyebab kurangnya minat belajar peserta didik salah satunya materi yang bersifat hafalan dan penunjang belajar yang kurang menarik.

Penggunaan bahan ajar yang praktis untuk meningkatkan minat belajar dan pemahaman konsep dapat berupa produk pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik Elektronik (e-LKPD). Inovasi untuk model pembelajaran dalam memadukan e-LKPD dengan metode kimia berbasis yaitu PBL.

Meningkatkan minat belajar peserta didik dapat menggunakan model pembelajaran PBL yang menghadirkan masalah nyata. Permasalahan nyata dapat diambil dari kehidupan sehari-hari di lingkungan sekitar peserta didik. Melalui peran nyata tersebut maka dapat menfrontasikan peserta didik dengan masalah kontekstual yang berhubungan dengan materi kimia. Salah satunya penerapan *green chemistry*. *Green chemistry* merupakan upaya untuk turut serta dalam menjaga lingkungan dengan memanfaatkan bahan yang ramah lingkungan di sekitar sekolah.

Melalui e-LKPD berbasis PBL yang menerapkan prinsip *green chemistry*, peserta didik diharapkan dapat memecahkan masalah dan mempelajari cara meminimalisir penggunaan limbah terhadap lingkungan sekitar. Seiring berkembangnya teknologi bahan ajar yang digunakan sebaiknya praktis untuk digunakan dimanapun dan kapanpun. Oleh karena itu, diperlukan Lembar Kerja

Peserta Didik Elektronik (e-LKPD) sebagai penunjang pembelajaran yang praktis dalam penggunaannya. Pengembangan *e-LKPD* Sistem Koloid berbasis *Problem Based Learning* (PBL) terintegrasi *green chemistry* sebagai salah satu solusi untuk memudahkan peserta didik dalam menarik minat belajar. Kerangka berfikir dapat dilihat dalam skema pada **Gambar 2.1**.

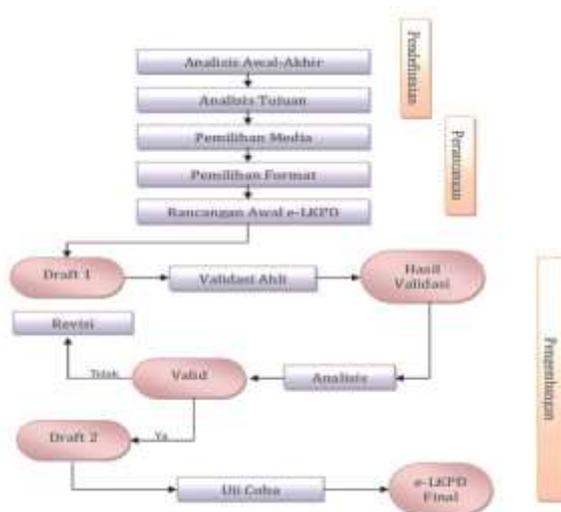


Gambar 2. 1 Kerangka Berpikir

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

A. Model Pengembangan

Penelitian ini menggunakan model pengembangan R&D (*Research and Development*) yang bertujuan untuk menciptakan produk dan menguji keefektifan produk tersebut (Sugiono,2013). Model pengembangan 4D yang digunakan terdiri dari *define, design, develop, disseminate* yang dikembangkan oleh Thiagarajan et al., (1974) dimodifikasi menjadi 3D. Berikut bagan alur penelitian dan pengembangan model 4-D yang diterapkan peneliti hanya sampai tahap *develop* yang ditunjukkan pada Gambar 3.1



Gambar 3.1 Prosedur Penelitian Pengembangan 4-D

B. Prosedur Pengembangan

Prosedur pengembangan *e*-LKPD berbasis PBL terintegrasi *green chemistry* pada materi Sistem Koloid dipake dari Thiagarajan et al., (1974). Proses pengembangan dilakukan sesuai dengan langkah-langkah berikut: (Trianto, 2009)

1. Tahap Pendefinisian (*define*)

Tujuan dari tahap ini adalah untuk membuat dan menentukan persyaratan pembelajaran.

Berikut Langkah yang dilakukan pada tahap ini sebagai berikut:

a. Analisis ujung depan

Analisis ujung depan menghasilkan informasi tentang kegiatan belajar mengajar di kelas, penggunaan bahan pembelajaran, metode dan sumber belajar yang didapatkan dari wawancara dengan pendidik dan peserta didik.

b. Analisis tugas

Pada kajian analisis tugas dilakukan analisis terhadap Kompetensi Inti (KI) dan Kompetensi Dasar (KD). Pada tahap ini, identifikasi keterampilan utama yang dibutuhkan siswa.

- c. Analisis peserta didik
Analisis tahap ini bertujuan untuk mengidentifikasi metode pembelajaran yang tepat, hasil belajar yang dapat dicapai, materi yang menantang dan peluang belajar didapatkan dengan cara membagikan kuesioner kepada peserta didik.
 - d. Analisis konsep
Analisis konsep mengkaji persepsi peserta didik terhadap *green chemistry* setelah KI/KD.
 - e. perumusan tujuan pembelajaran
Perumusan tujuan pembelajaran didasarkan pada analisis konsep dan tugas menghasilkan indikator pencapaian pengembangan produk e-LKPD berbasis PBL dan terintegrasi dengan *green chemistry*.
2. Tahap perencanaan (*Design*)
- Mempersiapkan protipe perangkat pembelajaran dilakukan pada tahap perencanaan (*design*). Berikut langkah-langkah perencanaan yang dilakukan oleh peneliti:
- a. Pemilihan media
Tahapan pemilihan media menghasilkan identifikasi perangkat pembelajaran yang relevan

dengan materi MAN 2 Kota Semarang serta karakteristik peserta didik yang disesuaikan dengan analisis konsep dan karakteristik peserta didik. Pilihan media ini bertujuan untuk mengadaptasi penyampaian materi dan media yang digunakan e-LKPD.

b. Pemilihan format

Perancangan pada proses ini terkait isi pembelajaran, pemilihan metode pembelajaran dan sumber belajar dalam pengembangan e-LKPD. Pengembangan e-LKPD dan fasilitas pembelajaran kimia disesuaikan dengan format isi dan design kebutuhan peserta didik dan kurikulum yang digunakan.

c. Desain awal

Berdasarkan hasil tahap pendefinisian maka dilakukan perancangan dilakukan perancangan atau prototipe produk pembelajaran kimia e-LKPD. Produk yang dihasilkan mendapatkan penilaian dari dosen sebagai bahan referensi untuk belajar meningkatkan produksi e-LKPD untuk acuan bahan perbaikan.

3. Tahap Pengembangan (*Develop*)

Berdasarkan masukan atau perbaikan dari para ahli menghasilkan e-LKPD yang valid atau layak. Berikut langkah yang dilakukan:

a. Penilaian ahli

Penilaian dikelompokkan pada yaitu media dan ahli materi untuk memperbaiki bahan ajar yang dikembangkan pada tahap desain.

b. Uji Pengembangan

Uji pengembangan dilakukan pada kelas kecil dengan peserta didik sebanyak 23 orang.

C. Desain Uji Coba Produk

1. Subjek Coba

Penelitian ini memiliki subjek yang terdiri dari:

- A. Ahli materi 5 orang dosen kimia di UIN Walisongo Semarang dengan memahami materi sistem koloid dan pengembangan e-LKPD menggunakan model PBL berbasis *green chemistry*. Pemeriksaan yang dilakukan oleh ahli materi seperti: kesesuaian materi, cakupan materi, dan penggunaan bahasa produk sumber belajar e-LKPD berbasis PBL terintegrasi *green chemistry* pada materi sistem koloid.

- B. Bidang media, terdapat 5 orang dosen kimia UIN Walisongo Semarang dengan memahami pengembangan media pembelajaran. Ahli media pada pengembangan bahan ajar e-LKPD berbasis PBL terintegrasi *green chemistry* materi sistem koloid bertujuan untuk mengoreksi format, pemilihan warna, susunan tata letak dan gaya tulisan.
- C. Guru Kimia di MA sebanyak 3 orang, untuk menilai dan mereview produk sumber belajar e-LKPD berbasis PBL terintegrasi *green chemistry* pada materi sistem koloid.
- D. Uji coba produk, terdapat 23 orang peserta didik kelas XII MAN 2 Kota Semarang dengan skala kecil terhadap penggunaan pembelajaran e-LKPD berbasis PBL terintegrasi *green chemistry* dalam penyusunan materi sistem koloid.

2. Teknik Pengumpulan Data

Tahapan yang dilakukan pada teknik pengumpulan data sebagai berikut:

a. Wawancara

Wawancara berfungsi untuk mengumpulkan data studi pendahuluan mengenai kebutuhan dan karakteristik peserta didik selama pembelajaran.

Wawancara tersebut dilakukan kepada guru kimia dan peserta didik.

b. Angket

Angket yang dihasilkan dari data validasi ahli materi diantaranya penilaian kesesuaian materi, isi materi, dan penggunaan bahasa produk penelitian. Penilaian ahli media diantaranya penilaian bentuk, gaya penulisan, dan tata letak. Data validasi juga diperoleh dari penilaian guru terhadap materi sistem koloid berbasis PBL terintegrasi *green chemistry*. Angket yang diperlukan adalah:

1. Angket untuk peserta didik, angket yang digunakan bertujuan untuk mendapatkan informasi terkait tentang metode, hasil belajar, fasilitas yang digunakan, materi kimia dan jawaban peserta didik terkait pengembangan e-LKPD.
2. Formulir validasi produk yang memuat evaluasi, umpan balik, dan masukan validator tentang pengembangan e-LKPD berbasis PBL terintegrasi *green chemistry* pada materi sistem koloid sehingga dapat dinyatakan valid/dapat digunakan.

c. Dokumentasi

Dokumentasi yang didapatkan berupa foto hasil wawancara dengan peserta didik yang digunakan untuk bukti dari teknik wawancara pada pengembangan e-LKPD berbasis PBL terintegrasi *green chemistry* materi sistem koloid.

3. Teknik Analisis Data

Setelah mencari dan mengumpulkan semua data, maka selanjutnya peneliti melakukan analisis data. Analisis data bertujuan yaitu untuk menjawab permasalahan penelitian yang disajikan.

a. Analisis Validasi Lembar e-LKPD

Tujuan analisis validasi lembar e-LKPD adalah untuk mengetahui tanggapan peserta didik terhadap pengembangan materi e-LKPD berbasis PBL terintegrasi *green chemistry* dengan sistem koloid. Angket yang berisi tentang pertanyaan-pertanyaan yang memungkinkan peserta didik memberikan jawaban yang sesuai. Terdapat empat alternatif pilihan jawaban yang Sangat Setuju (SS), Setuju (S), Tidak Sesuai (TS) dan Sangat Tidak Sesuai (STS). Skor yang diperoleh dari angka 4 sampai 1 menggunakan skala Likert.

Adapun ketentuan skala angketnya berdasarkan Tabel 3.1.

Tabel 3. 1 Skala Angket Lembar Validasi

Kriteria Penilaian	Skor
Sangat baik	5
Baik	4
Cukup baik	3
Kurang baik	2
Tidak baik	1

Perolehan skor diolah secara kuantitatif dan kualitatif dari keseluruhan skor validasi sehingga mendapatkan skor kelayakan dan kualitas e-LKPD. Berikut rumus untuk menghitung koefisien validitas Aiken's V (Azwar, 2017):

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

Keterangan:

v = indek validitas isi

s = r-lo

lo = nilai validitas terendah (misalnya 1)

c = nilai validitas tertinggi (misalnya 5)

r = nilai yang diberikan oleh validator

n = jumlah validator

mengintepretasikan nilai V yang telah didapatkan maka kriteria penilaian validitas.

(Lampiran 2)

Hasil indeks validitas isi minimum 0,75 dengan signifikan 5% memperoleh kriteria layak untuk penelitian pengembangan e-LKPD berbasis PBL terintegrasi *green chemistry* dari 8 validator.

b. Analisis Data angket Respon Peserta Didik

Analisis angket peserta didik untuk memperoleh tingkat kualitas e-LKPD berbasis PBL berdasarkan penilaian dan respon peserta didik. Skala yang digunakan pada respon peserta yaitu skala kelas 1-5. Tabel skala angketnya ditunjukkan pada Tabel 3.2 di bawah ini:

Tabel 3. 2 Skala Angket Respon Peserta Didik

Kriteria penilaian	Skor	
	Positif	Negatif
Sangat Setuju (SS)	5	1
Setuju (S)	4	2
Kurang Setuju (KS)	3	3
Tidak Setuju (TS)	2	4
Sangat Tidak Setuju (STS)	1	5

Hasil analisis secara kuantitatif skor respon peserta didik melalui langkah-langkah berikut:

- 1) Hasil penilaian skor rata-rata peserta didik dengan menggunakan rumus:

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n}$$

Dimana:

\bar{X} : Skor rerata tiap indikator

ΣX : Jumlah skor total setiap indikator

n : Jumlah *reviewer*

- 2) Penilaian kualitas didapatkan dari pengolahan skor rata-rata menjadi nilai kualitatif yang disajikan pada Tabel 3.3 berikut ini (Widoyoko, 2010)

Tabel 3.3 Kriteria Penilaian Kualitas

Rentang Skor (i)	Kategori Kualitas
$\bar{X} > Xi + 1,8 S_{bi}$	Sangat Baik (SB)
$Xi + 0,6 S_{Bi} < \bar{X} \leq Xi + 1,8 S_{bi}$	Baik (B)
$Xi - 0,6 S_{Bi} < \bar{X} \leq Xi + 0,6 S_{bi}$	Cukup (C)
$Xi - 1,8 S_{Bi} < \bar{X} \leq Xi - 0,6 S_{bi}$	Kurang (K)
$\bar{X} \leq Xi - 1,8 S_{bi}$	Sangat Kurang (SK)

Keterangan:

\bar{X} : Skor akhir rerata

Xi : Rerata ideal, yang dihitung dengan

Rumus : $Xi = \frac{1}{2}$ (skor tertinggi + skor terendah)

S_{Bi} : Simpangan baku ideal, yang dihitung dengan rumus:

$S_{Bi} = \frac{1}{6}$ (skor tertinggi – skor terendah)

Dimana:

Skor tertinggi = Σ Butir kriteria \times 5

Skor terendah = Σ Butir kriteria \times 1

- 3) Menentukan persentase keidealan modul untuk setiap aspek kriteria dan secara

keseluruhan berdasarkan respon siswa (Widoyoko, 2009).

% hasil penilaian tiap aspek =

$$\frac{\text{Skor rerata tiap aspek}}{\text{Skor tertinggi ideal tiap aspek}} \times$$

100%

% hasil penilaian keseluruhan=

$$\frac{\text{Skor rerata keseluruhan}}{\text{Skor tertinggi ideal keseluruhan}} \times$$

100%

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pengembangan Produk Awal

Hasil pengembangan produk awal adalah e-LKPD sistem koloid berbasis PBL terintegrasi *green chemistry*. E-LKPD yang dihasilkan dapat digunakan oleh guru maupun peserta didik. Proses pembelajaran disesuaikan dengan karakteristik model pembelajaran berbasis masalah dengan menerapkan prinsip *green chemistry*.

Pengembangan e-LKPD memiliki rancangan yang terdiri dari:

1. Cover Depan
2. Kata Pengantar
3. Daftar Isi
4. Deskripsi E-LKPD
5. Petunjuk Penggunaan E-LKPD
6. Prinsip *Green Chemistry*
7. Sintaks PBL
8. Kompetensi Inti
9. Kompetensi Dasar
10. Indikator Pencapaian Kompetensi
11. Tujuan Pembelajaran
12. Peta Konsep
13. Uraian Materi Sistem Koloid

14. Ringkasan materi

15. Evaluasi

16. Daftar Pustaka

17. *Cover* Belakang

Pengembangan E-LKPD berbasis PBL memiliki 5 tahapan yaitu, (1) Orientasi masalah; (2) Organisasi pembelajaran; (3) Melakukan penyelidikan; (4) Penyajian hasil; (5) Refleksi dan evaluasi yang bertujuan untuk membantu peserta didik untuk menemukan konsep secara mandiri. Penerapan model pembelajaran PBL berkaitan dengan kehidupan sehari-hari melalui kegiatan pemecahan masalah. E-LKPD yang dikembangkan terintegrasi *green chemistry* bertujuan untuk menggunakan bahan-bahan yang ramah lingkungan

Pengembangan pada penelitian ini menggunakan model 4D. Pengembangan e-LKPD ini dilakukan beberapa langkah pengembangan 4D yaitu *Define* (Pendefinisian), *Design* (Perancangan), *Develop* (Pengembangan) dan *Disseminate* (Penyebaran). Tahapan *disseminate* tidak dilakukan dikarenakan keterbatasan waktu dan biaya. Pengembangan produk yang valid dan layak telah dilakukan sampai pada tahap *develop*. Berikut masing-masing tahapan pengembangan sebagai berikut:

1. Tahap Pendefinisian (*Define*)

Tahap pendefinisian merupakan tahap yang dilakukan sebelum proses pengembangan produk. Tujuan tahap pendefinisian untuk menetapkan dan mendefinisikan syarat-syarat pembelajaran di MAN 2 Kota Semarang. Berikut tahapan yang dilakukan sebagai berikut:

a. Analisis ujung depan

Tujuan analisis ujung depan untuk mengetahui informasi terkait pembelajaran di sekolah. Data yang didapatkan saat wawancara dengan salah satu guru di sekolah MAN 2 Kota Semarang dan memperoleh informasi sebagai berikut:

1. Penggunaan proses pembelajaran dengan Kurikulum 2013 yang belum maksimal.
2. Bahan ajar yang digunakan pada pembelajaran kimia seperti: buku paket, LKS, dan buku referensi lainnya.
3. Penggunaan model pembelajaran diskusi yang belum maksimal
4. Pencapaian nilai standar di sekolah masih terdapat di bawah nilai KKM 72.

b. Analisis Peserta Didik

Analisis peserta didik dilakukan dengan menyebarkan angket kebutuhan melalui *google form*. Tujuan penyebaran angket adalah untuk mengumpulkan informasi tentang gaya belajar, minat belajar, pemahaman peserta didik dan lain-lain.

Hasil dari angket kebutuhan peserta didik menyatakan bahwa bagaimana pendapat tentang kelas kimia yang dianggap menantang. Data yang dihasilkan terlihat pada Tabel 4.1

Tabel 4. 1 Tabel Tanggapan Materi Kimia

Pertanyaan	Tanggapan	Persentase
Apa pendapat anda mengenai pelajaran kimia?	Sulit untuk dipelajari	43,75%
	Kadang sulit, kadang mudah	25%
	Menyenangkan	21,25%

Berdasarkan data pada Tabel 4.1 membuktikan bahwa sebanyak 43,75% pelajaran kimia merupakan pelajaran yang dianggap sulit untuk dipelajari, sebanyak 25% peserta didik menganggap pelajaran kimia tergolong kadang sulit dan kadang mudah, dan sebanyak 21,25% menganggap pelajaran kimia itu sangat menyenangkan. Diantara beberapa ilmu sains, kimia merupakan salah satu mata pelajaran yang

dianggap sulit. Hal ini mungkin terjadi karena karakteristik dari ilmu kimia sendiri yang terkesan abstrak dan kompleks. Sehingga banyak peserta didik yang kurang berminat untuk memperdalam ilmu kimia (Lukman et al., 2015)

Menurut Watoni, (2019) mengatakan bahwa faktor penyebab terjadinya kesulitan pemahaman belajar kimia oleh beberapa indikator seperti aspek jasmani, sosial, sarana prasarana, metode belajar dan guru. Sistem koloid merupakan salah satu materi kimia yang materinya termasuk kedalam materi hafalan. Sebanyak 56,25 % perolehan dari angket kebutuhan peserta didik kelas XI MIPA menunjukkan bahwa materi koloid tidak menyenangkan dan membosankan. Materi koloid merupakan materi yang bersifat abstrak sehingga diperlukan metode pembelajaran yang membuat peserta didik menjadi menarik belajar (Sopacua, Barbara N, 2021).

Terdapat 62,50% peserta didik menyatakan bahwa metode yang digunakan oleh guru paling sering dilakukan adalah metode ceramah. Metode pembelajaran yang bersifat pasif maka peserta didik akan mengalami kesulitan dalam memahami

suatu pelajaran. Menurut (Sumadji, 2015) pemilihan metode pembelajaran merupakan hal yang penting untuk menciptakan tujuan pembelajaran. Kesuksesan suatu pembelajaran dikarenakan pemilihan metode yang disesuaikan dengan karakteristik peserta didik dan tujuan pembelajaran.

Penggunaan gaya belajar peserta didik dipengaruhi oleh metode pembelajaran yang membuktikan bahwa terlihat terdapat gaya belajar yang bersifat audio-visual sebanyak 48%, gaya belajar membaca sebanyak 28%, dan terdapat 24% gaya belajar mendengarkan penjelasan. Selaras dengan penelitian Rambe & Yarni, (2019) menunjukkan bahwa hasil belajar dipengaruhi oleh gaya belajar visual, gaya belajar auditorial, dan gaya belajar kinestatik.

Sebanyak 65,60% peserta didik menyatakan menggunakan LKS. Peserta didik membuktikan bahwa LKS yang digunakan tidak pernah berkaitan dengan pemecahan masalah sehingga persentase yang didapatkan sebanyak 67,30%. Bahan ajar yang sering digunakan berupa media cetak, sehingga didapatkan sebanyak 84,80%

peserta didik menunjukkan ketertarikannya untuk menggunakan LKS dalam bentuk media elektronik untuk memudahkan pembelajaran yang dianggap praktis oleh karena itu peneliti melakukan penelitian tentang pengembangan e-LKPD Sistem Koloid berbasis PBL terintegrasi *green chemistry*.

c. Analisis Tugas

Kegiatan yang dilakukan pada analisis ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan menganalisis analisis keterampilan yang dibutuhkan peserta didik. Pada analisis tugas disesuaikan dengan Permendikbud no 37 tahun 2018 tentang Kompetensi Dasar pada materi sistem koloid. E-LKPD sistem koloid berbasis PBL terintegrasi *green chemistry* sesuai dengan hasil wawancara guru yang menjelaskan masih terdapat peserta didik belum sepenuhnya memahami sistem koloid. Wawancara dengan peserta didik yang menganggap kurang memahami prinsip *green chemistry*. Kompetensi yang diharapkan agar peserta didik mampu:

- 1) Mengidentifikasi perbedaan larutan, suspensi, dan koloid

- 2) Mengelompokkan jenis-jenis koloid berdasarkan fasa terdispersi dan fasa pendispersi
- 3) Menjelaskan sifat-sifat koloid
- 4) Mengetahui cara pembuatan koloid

d. Analisis konsep

Tujuan dari tahap analisis konsep adalah menentukan isi materi materi dalam e-LKPD berbasis PBL terintegrasi *green chemistry*. Kompetensi Dasar (KD) kimia kelas XI pada tahun 2018 yang digunakan sebagai dasar dari analisis konsep. Materi yang digunakan yaitu Sistem Koloid yang dilengkapi dengan tahapan langkah-langkah kegiatan belajar yang dapat dijadikan sebagai referensi dalam proses pembelajaran. Kompetensi dasar (KD) yang digunakan sebagai berikut:

- 3.14 Mengklasifikasikan berbagai tipe sistem koloid, dan menjelaskan kegunaan koloid dalam kehidupan berdasarkan sifat-sifatnya.
- 3.15 Membuat makanan atau produk lain berupa koloid atau melibatkan prinsip koloid.

Pengembangan e-LKPD berbasis PBL terintegrasi *green chemistry* materi sistem koloid didasarkan

pada Permendikbud no 37 tahun 2018 tentang Kompetensi Dasar (KD) dengan menerapkan pembelajaran berkaitan dengan kehidupan sehari-hari dan menggunakan prinsip *green chemistry* pada kegiatan belajar.

e. Perumusan tujuan pembelajaran

Hasil analisis wawancara guru dengan peserta didik yang didasarkan pada perumusan masalah. Perumusan masalah yang disesuaikan dengan materi dan kurikulum, sehingga informasi yang di peroleh sebagai berikut:

- 1) Proses pembelajaran yang menggunakan penerapan kurikulum 2013.
- 2) Tujuan pembelajaran dan penggunaan indikator disesuaikan dengan KI dan KD.
- 3) Materi Koloid sifatnya hafalan sehingga dianggap materi yang tergolong membosankan dan sulit dipahami.
- 4) Penggunaan model pembelajaran yang berbasis PBL yang terintegrasi *green chemistry* belum diterapkan di sekolah.

2. Tahap Perancangan (*Design*)

Tahap perancangan dilakukan penyusunan produk pengembangan yaitu e-LKPD sistem koloid berbasisi

PBL terintegrasi *green chemistry*. Penyusunan e-LKPD merupakan acuan untuk menghasilkan produk yang baik dari segi isi maupun *layout*. Berikut kegiatan yang dilakukan dalam perencanaan produk :

a. Pemilihan media

Proses pembelajaran dilakukan pemilihan media berupa bahan ajar elektronik yaitu e-LKPD. E-LKPD yang digunakan berbasis PBL dan terintegrasi *green chemistry*, dipilih sebagai media karena berkaitan dengan kehidupan sehari-hari melalui pemecahan masalah dan menggunakan prinsip *green chemistry*. Media yang dipilih berdasarkan analisis konsep dan karakteristik peserta didik pada proses tahap pendefinisian. Penyusunan materi berdasarkan dengan RPP yang digunakan di MAN 2 Kota Semarang.

b. Pemilihan format

Setelah dilakukan pemilihan media maka selanjutnya dilakukan pemilihan format. Penggunaan e-LKPD berfokus pada materi Sistem Koloid. Tujuan pemilihan format untuk menentukan *design* atau merancang isi pembelajaran, pemilihan metode pembelajaran yang akan digunakan. E-LKPD didesain yang berisi

cover depan, kata pengantar, daftar isi, deskripsi e-LKPD, petunjuk penggunaan e-LKPD, prinsip *green chemistry*, sintaks PBL, kompetensi pencapaian, peta konsep, uraian materi sistem koloid, ringkasan materi, evaluasi, daftar pustaka, dan *cover* belakang. Karakteristik model PBL diterapkan pada kegiatan belajar di e-LKPD yang dikembangkan sehingga berkaitan dengan kehidupan sehari-hari melalui pemecahan masalah.

c. Desain awal

Pengembangan produk awal berupa e-LKPD berbasis PBL terintegrasi *green chemistry*. Perancangan produk awal berdasarkan analisis pada tahap pendefinisian. Pembuatan tata letak e-LKPD menggunakan *microsoft word* 2010 hingga *design* e-LKPD tersebut dikatakan layak untuk digunakan. Komponen e-LKPD sistem koloid berbasis PBL terintegrasi *green chemistry* diantaranya:

a) *Cover* depan dan belakang

Sebuah buku terdapat tampilan sampul pembuka dan penutup. Tampilan sampul depan dan belakang berisikan identitas e-

LKPD seperti judul buku, ilustrasi gambar e-LKPD, identitas pengembang, dan informasi pendukung lainnya.

b) Kata Pengantar

Kata pengantar berisi pernyataan penulis tentang e-LKPD yang dikembangkan.

c) Daftar Isi

Daftar isi merupakan petunjuk yang mengarahkan halaman kegiatan yang dimuat dalam e-LKPD.

d) Deskripsi E-LKPD

Menjelaskan tentang informasi-informasi yang dimuat dalam e-LKPD.

e) Petunjuk Penggunaan E-LKPD

Berisikan arahan dalam menggunakan e-LKPD sebagai sumber belajar dengan benar.

f) Prinsip *Green Chemistry*

Prinsip *green chemistry* menjelaskan prinsip apa saja yang digunakan dalam e-LKPD.

g) Sintaks PBL

Berisikan langkah-langkah PBL yang digunakan.

h) Pencapaian Kompetensi

Pencapaian kompetensi terdiri dari Kompetensi Inti, Kompetensi Dasar, Indikator Pencapaian Kompetensi, dan Tujuan Pembelajaran.

i) Peta Konsep

Peta konsep merupakan bagan materi yang akan dipelajari.

j) Uraian Materi Sistem Koloid

Berisikan beberapa materi yang akan dipelajari e-LKPD.

Aplikasi yang digunakan untuk membuat LKPD adalah *Flip PDF Corporate* (v.2.4.9.43) yang merupakan perangkat lunak untuk membuat bahan ajar *elektronik*. E-LKPD dapat dibuka di *smartphone*, laptop, atau komputer karena file yang digunakan telah berbentuk *flipbook* dengan keluaran format HTML5 dan *flash*.

3. Tahap Pengembangan (*Develop*)

Tahap pengembangan merupakan tahap yang bertujuan menghasilkan produk dari hasil validasi. Hasil validasi yang didapatkan menunjukkan valid atau layak e-LKPD, maka dilanjutkan pada tahap uji coba pada peserta didik. Tujuan dari percobaan

adalah untuk mendapatkan respon terhadap produk yang akan dikembangkan. Langkah pada tahap pengembangan adalah sebagai berikut:

a. Penilaian ahli

Tahapan penilaian ahli dilakukan oleh para ahli dibidangnya bertujuan untuk menilai rancangan e-LKPD sistem koloid berbasis PBL terintegrasi *green chemistry* yang telah dikembangkan layak dan valid digunakan. Terdapat 8 orang ahli dalam perbaikan pengembangan e-LKPD tersebut dengan 5 orang dosen kimia UIN Walisongo Semarang dan 3 orang guru MAN 2 Kota Semarang. Aspek-aspek kriteria pada instrumen berfungsi untuk mendapatkan kualitas produk yang dikembangkan.

Hasil penilaian validasi meliputi perbaikan dan saran untuk proses pengembangan e-LKPD. Saran dan masukan dari validator menjadi acuan sebagai perbaikan atau revisi bagi peneliti untuk mengembangkan e-LKPD sehingga produk dapat dikatakan layak atau valid. E-LKPD yang telah dikatakan layak atau valid kemudian dilakukan tahap selanjutnya yaitu tahap pengembangan.

b. Uji pengembangan

Tahapan uji pengembangan produk yang telah dinyatakan layak atau valid oleh validator maka dilakukan uji coba skala kecil diambil sebanyak 23 peserta didik kelas XII MIPA 2 MAN 2 Kota Semarang. Pengujian dilakukan bertujuan untuk mendapatkan respon atau tanggapan dari siswa sebagai pengguna e-LKPD yang telah dikembangkan.

Pengujian produk e-LKPD yang telah layak diujicobakan kepada 23 peserta didik sebagai responden, dimulai dengan membagikan angket respon peserta didik dan peserta didik diharapkan menyiapkan *smartphone* untuk membuka *link* e-LKPD yang telah diberikan. Kemudian peserta didik diharapkan mengamati e-LKPD tersebut. Setelah diamati maka peserta didik diminta untuk mengisi angket respon peserta didik yang telah diberikan. Kualitas e-LKPD yang dikembangkan didapatkan dari hasil perolehan data sehingga dapat dikatakan valid/layak digunakan kemudian diujicobakan kepada peserta didik pengembangan e-LKPD dapat dilihat pada **Lampiran 5**.

B. Hasil Uji Coba Produk

1. Validasi Ahli

Hasil kualitas dan kelayakan e-LKPD sistem koloid berbasis PBL terintegrasi *green chemistry* didapatkan dari penilaian validator sebelum dilakukan uji coba kepada peserta didik. Berikut penilaian dari validator dilihat pada Tabel 4.2 dan Tabel 4.3:

Tabel 4. 2 Hasil Penilaian Validasi Ahli Materi

Aspek Penilaian	Rata-Rata V tiap Aspek	Kategori
Kelayakan Isi	0,87	Valid
Kelayakan Penyajian	0,91	Valid
Kelayakan Bahasa	0,81	Valid
Tahapan PBL	0,88	Valid
Jumlah Rata-rata keseluruhan	0,87	Valid

Tabel 4. 3 Hasil Penilaian Validasi Ahli Media

Aspek Penilaian	Rata-Rata V tiap Aspek	Kategori
Penyajian e-LKPD	0,81	Valid
Kelayakan Kegrafikan	0,84	Valid
Gambar, Ilustrais, dan Video	0,78	Valid
Kualitas Tampilan e-LKPD	0,84	Valid
Aspek Rekayasa Perangkat Lunak	0,88	Valid
Jumlah Rata-rata keseluruhan	0,83	Valid

Berdasarkan data dari Tabel 4.2 dan Tabel 4.3, maka rata-rata validasi validator ahli materi dan media masing-masing adalah 0,87 dan 0,83 sehingga dikategorikan valid. Analisa pengolahan data menggunakan rumus Aiken's V. Terdapat perbaikan dan saran terkait e-LKPD untuk menjadi acuan perbaikan e-LKPD lebih baik sebagai berikut:

a. Validator Ahli Materi

- 1) Bahasa yang digunakan baku agar tidak menimbulkan penafsiran ganda.
- 2) Perbaikan kata-kata yang ejaannya tidak sesuai.
- 3) Penggunaan kata awalan "di" dengan benar
- 4) Menambahkan kisi-kisi dan kunci jawaban.
- 5) Menambahkan kata perintah dengan jelas.
- 6) Menggunakan dasar atau referensi yang valid dalam pembuatan materi setiap kegiatan
- 7) Konsisten dalam menggunakan kata
- 8) Penambahan penerapan *green chemistry* pada ruang kosong.
- 9) Gunakan apersepsi yang jelas dengan berkaitan dengan kehidupan nyata
- 10) Menambahkan soal pada tahapan evaluasi.

11) Memperbaiki prosedur kerja dengan benar agar menjadi kalimat perintah yang jelas.

b. Validator Ahli Media

- 1) Pengurangan kotak-kotak yang berlebihan.
- 2) Memperjelas gambar ilustrasi pada sampul.
- 3) Penggunaan spasi after before yang konsisten.
- 4) Menghindari penggunaan font yang berbeda.
- 5) Gambar yang dimasukkan disarankan menggunakan dokumentasi pribadi.
- 6) Menambahkan video pada salah satu kegiatan
- 7) Memperbesar ukuran tulisan agar terlihat jelas dan konsisten.
- 8) Menggunakan link pada setiap kegiatan agar peserta didik dapat menjawab secara langsung latihan-latihan soal.

2. Uji Lapangan Produk

Proses pengujian E-LKPD sistem koloid berbasis PBL terintegrasi *green chemistry* bertujuan untuk mendapatkan kualitas dan kelayakan dari produk. Pengujian kualitas dan kelayakan dilakukan oleh dosen kimia dan guru kimia SMA. Tahap percobaan dirancang untuk siswa kelas XII. Dilaksanakan pada kelas IPA 2 MAN 2 Kota Semarang. Uji coba produk dilakukan secara bersama-sama di kelas yang terdiri

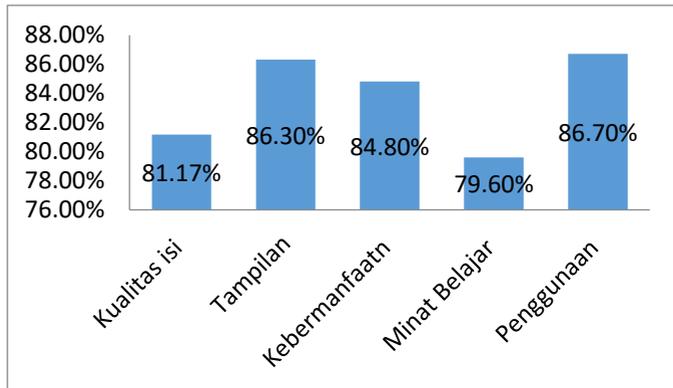
dari 23 peserta didik. Tujuan pengujian untuk mengetahui respon peserta didik terhadap e-LKPD pada proses pembelajaran. Angket e-LKPD sistem koloid berbasis PBL terintegrasi green chemistry dibagikan untuk mendapatkan tanggapan peserta didik. Berikut analisis perhitungan hasil angket respon peserta didik terhadap e-LKPD sistem koloid berbasis PBL terintegrasi green chemistry pada indikator dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Hasil Angket Peserta Didik

Aspek Penilaian	Responden																						
	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	R13	R14	R15	R16	R17	R18	R19	R20	R21	R22	R23
Kualitas isi	25	23	27	27	22	27	24	26	29	21	24	27	24	24	24	28	25	24	21	22	25	25	20
Tampilan	21	23	23	23	21	21	25	24	23	23	21	23	21	21	21	24	20	18	23	19	19	19	17
Kebermanfaatn	8	8	8	8	9	8	8	9	10	9	8	8	9	9	10	8	9	9	8	8	8	8	7
Minat Belajar	13	17	17	17	16	17	13	16	19	20	16	17	16	16	16	18	14	16	17	14	14	14	13
Penggunaan	14	14	14	14	15	10	13	14	14	15	13	15	12	12	12	15	12	12	14	10	11	13	11
Jumlah	81	85	89	89	83	83	83	89	95	88	82	90	82	82	82	95	79	79	84	73	77	79	68
Rata-rata												83,48											
%Kualitas												83,80%											
Kategori												Baik											

Berdasarkan data Tabel 4.4 diperoleh rata-rata respon peserta didik sebanyak 83,48 terhadap e-LKPD berbasis PBL terintegrasi *green chemistry* dan termasuk kriteria penilaian kualitas baik sehingga e-LKPD layak untuk digunakan dalam proses

pembelajaran. Persentase tiap aspek bisa dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4 1 Hasil Respon Peserta Didik Tiap Aspek

Berdasarkan hasil respon peserta didik diketahui bahwa aspek yang dinilai dalam pengembangan e-LKPD sistem koloid berbasis PBL terintegrasi *green chemistry* terdiri dari aspek kualitas isi yang memperoleh hasil 81,17%, dan aspek minat belajar memperoleh nilai 76,60%. Kedua aspek tersebut termasuk ke dalam kategori baik untuk digunakan. Sedangkan aspek tampilan memperoleh hasil 86,30%, aspek kebermanfaatan memperoleh hasil 84,80%, dan aspek penggunaan mendapatkan hasil 86,70% termasuk ke dalam kategori Sangat Baik untuk digunakan.

C. Revisi Produk

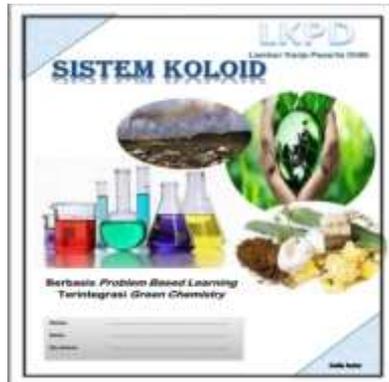
Revisi produk yang dihasilkan dari hasil validasi merupakan data kuantitatif, peneliti juga memperoleh data kualitatif yang diperoleh berupa saran dan komentar dari validator yang dijadikan acuan perbaikan atau revisi produk sehingga dapat dikatakan layak atau valid untuk digunakan. Berikut kesimpulan komentar dan saran dari validator untuk dijadikan perbaikan produk e-LKPD sistem koloid berbasis PBL terintegrasi *green chemistry* :

1. Perbaiki tampilan cover dan gambar ilustrasi
2. Perbaiki keseluruhan layout pada bagian kegiatan
3. Penambahan link *lifeworksheet*
4. Perbaiki tanda baca
5. Pembuatan cover belakang
6. Perbaiki peta konsep
7. Penambahan referensi lainnya sehingga dapat dikatakan muthakir.
8. Perubahan warna pada bagian latar

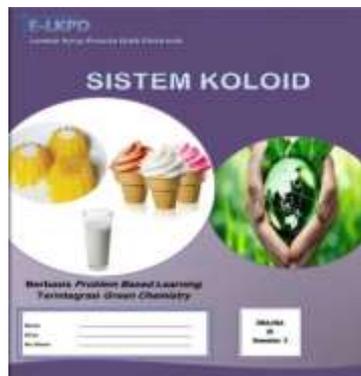
Setelah didapatkan rangkuman dari komentar dan saran validator, langkah selanjutnya dilakukan revisi. Berikut perbedaan hasil sebelum dan sesudah dari revisi produk :

- a. Memperbaiki beberapa kata yang kurang jelas dan menggunakan tanda baca dengan tepat.

- b. Perbaiki tampilan *cover* serta gambar ilustrasi sehingga terlihat jelas dan lebih menarik. Perbedaan bisa dilihat pada Gambar 4.2 dan Gambar 4.3.

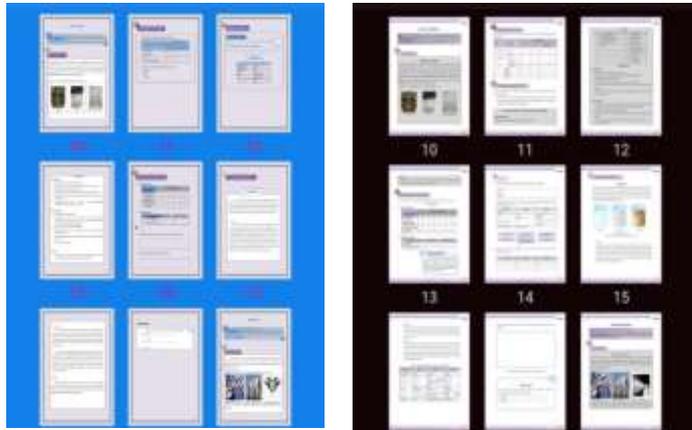


Gambar 4 2 Cover depan sebelum



Gambar 4 3 Cover depan setelah direvisi

- c. Perbaiki keseluruhan layout pada bagian kegiatan menjadi lebih rapi. Perbedaan bisa dilihat pada Gambar 4.4.



Sebelum direvisi

Setelah revisi

Gambar 4 4 Perbedaan *Layout*.

- d. Penambahan *link lifeworksheet*.

Penambahan *lifeworksheet* berfungsi untuk penggunaan e-LKPD secara efektif pada masing-masing kegiatan. Perbedaan sebelum direvisi dengan setelah direvisi bisa dilihat pada Gambar 4.5 dan Gambar 4.6.



Gambar 4.5 Sebelum revisi tidak ada *link lifeworksheet*.



Gambar 4.6 Setelah revisi menggunakan *link lifeworksheet*

e. Pembuatan cover belakang

Pembuatan cover belakang yang lebih jelas dan perbaikan warna pada cover belakang menjadi desain cover depan dan belakang kesatuan utuh. kegiatan. Perbedaan sebelum direvisi dengan setelah direvisi bisa dilihat pada Gambar 4.7.



Cover belakang sebelum revisi

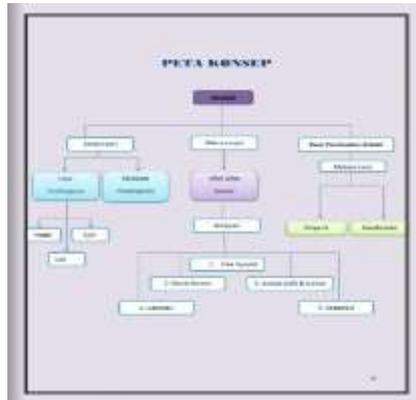


Pembuatan cover belakang setelah revisi

Gambar 4 7 Cover belakang sebelum dan sesudah direvisi

f. Perbaiki peta konsep

Perbaikan pada peta konsep ialah menambahkan bagan jenis-jenis sistem koloid. Perbedaan sebelum direvisi dengan setelah direvisi bisa dilihat pada Gambar 4.8.



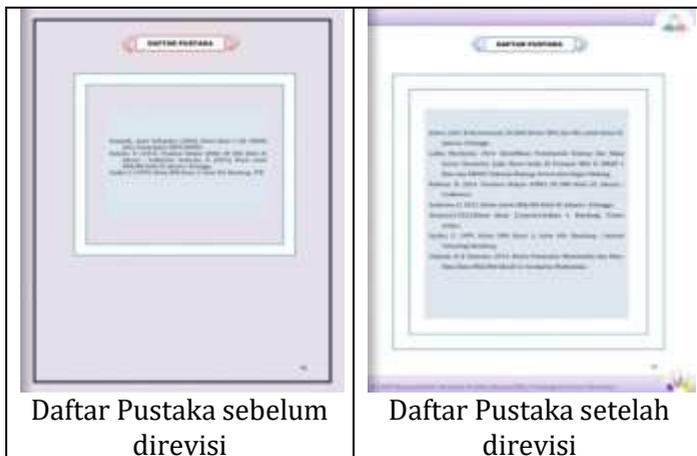
Peta konsep sebelum revisi



Peta konsep setelah revisi

Gambar 4 8 Peta Konsep sebelum dan sesudah direvisi

- g. Penambahan referensi lainnya sehingga dapat dikatakan muthakir. Perbedaan sebelum direvisi dengan setelah direvisi bisa dilihat pada **Gambar 4.9**.



Gambar 4.9 Daftar Pustaka sebelum dan sesudah direvisi

D. Kajian Produk Akhir

Produk akhir yang dihasilkan yaitu bahan ajar berupa e-LKPD sistem koloid berbasis PBL terintegrasi *green chemistry*. Pengembangan e-LKPD ini melalui beberapa tahapan yaitu: tahap pendefinisian (*Define*), tahap perancangan (*Design*), dan tahap pengembangan (*Develop*). Uji validitas oleh ahli materi dan ahli media bertujuan untuk mendapatkan kelayakan terhadap pengembangan e-LKPD sebelum diujicobakan pada

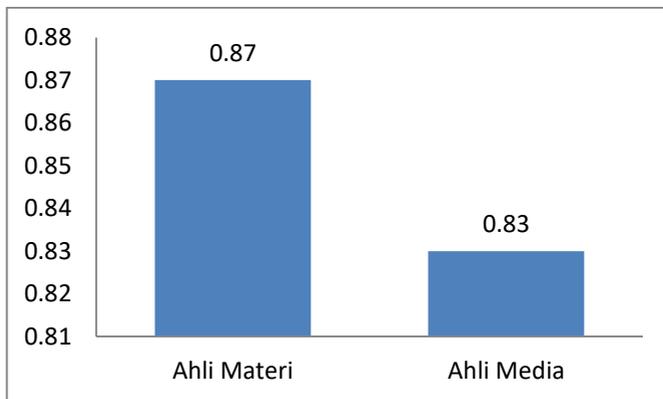
peserta didik. Tahap uji coba dilakukan di sekolah MAN 2 Kota Semarang.

Pemilihan bahan ajar dalam proses pembelajaran merupakan unsur penting secara tertulis maupun tidak tertulis yang memuat materi yang ditata secara sistematis (Indariani et al., 2018). Berdasarkan penelitian Pratita et al (2021) membuktikan bahwa peserta didik lebih menyukai bahan ajar yang berbentuk digital. Penelitian ini mengembangkan bahan ajar yang berbentuk elektronik. Tujuan pemilihan bahan ajar disesuaikan dengan karakteristik dan menciptakan peserta didik menjadi nyaman, termotivasi, dan meningkatkan minat belajar peserta didik.

Penerapan e-LKPD berbasis PBL salah satu solusi untuk mengatasi metode pembelajaran yang bersifat pasif sehingga peserta didik mengalami kebosanan dalam proses pembelajaran. Ketidakcocokan penggunaan metode pembelajaran dapat berakibatkan pada minat belajar peserta didik pada mata pelajaran kimia seperti materi sistem koloid. Purnama & Suparman (2020) menyatakan bahwa melalui PBL dapat membangkitkan motivasi peserta didik untuk aktif dalam menguraikan masalah kemudian menyelesaikannya. Penggunaan model pembelajaran berbasis PBL peserta didik bertujuan untuk

menyesuaikan dengan karakteristik peserta didik. Pada penelitian ini menggunakan prinsip *green chemistry* salah satunya menggunakan bahan-bahan yang ramah lingkungan. Hal ini sesuai dengan penelitian Fauziah et al., (2019) yang menyatakan pembelajaran berorientasi *green chemistry* merupakan model pembelajaran yang dapat membantu peserta didik merepresentasikan literasi sains dalam fenomena sehari-hari. Penerapan *green chemistry* memang tidak menyelesaikan semua masalah polusi, energi dan pangan. Tetapi *green chemistry* sangat berperan dalam kelestarian hidup jangka panjang (*sustainable development*) (Ulfah et al., 2013). Salah satu penerapan *green chemistry* dengan menggunakan bahan-bahan yang didapatkan di lingkungan sekitar.

Penelitian yang dilakukan pada tahap *develop* merupakan tahap dimana suatu produk telah terbukti valid atau layak untuk dikembangkan. Analisis validasi dari ahli materi dan media memperoleh nilai validitas menggunakan rumus Aiken's V dengan signifikan 5%. Hasil uji validitas materi dan media tiap aspek maka diperoleh skor rata-rata pada masing-masing uji validitas. Hasil analisis rata-rata dari ahli materi dan ahli materi dapat dilihat pada Gambar 4.10.



Gambar 4 10 Rata-rata Validasi Para Ahli

Berdasarkan Gambar 4.10, maka diketahui bahwa hasil validasi ahli materi mendapatkan skor rata-rata sebesar 0,87 (valid) dan hasil skor rata-rata pada ahli media sebesar 0,83 dengan kategori layak. Berlandaskan perbaikan dan sara dari ahli materi dan media, maka e-LKPD sistem koloid berbasis PBL terintegrasi *green chemistry* dapat diujicobakan kepada peserta didik. Analisis ujicoba yang dilakukan kepada peserta didik pada e-LKPD sistem koloid berbasis PBL terintegrasi *green chemistry* dengan nilai rata-rata 83,48 dalam kategori baik dan layak, sehingga dapat dijadikan sebagai sumber bahan pembelajaran. Bahan ajar bisa digunakan apabila sudah dapat dikategorikan layak/valid yang merupakan kategori yang telah memenuhi standar kriteria yang ditentukan.

E. Keterbatasan Penelitian

Penelitian pengembangan e-LKPD sistem koloid berbasis PBL terintegrasi green chemistry memiliki Keterbatasan dalam beberapa hal, sebagai berikut :

1. E-LKPD yang dikembangkan hanya memuat materi sistem koloid kelas XII semester genap.
2. Pengujian yang dilakukan hanya pada skala kecil
3. E-LKPD hanya diakses secara online berupa file HTML5

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

Kesimpulan yang didapatkan pada penelitian ini sebagai berikut:

- A. Pengembangan e-LKPD sistem koloid berbasis PBL terintegrasi *green chemistry* menggunakan metode R&D dan model pengembangan 3D yang terdiri dari tahap (*Define, Design, Develop*). Susunan e-LKPD terdiri dari *cover* depan, kata pengantar, daftar isi, deskripsi e-LKPD, petunjuk penggunaan e-LKPD, prinsip *green chemistry*, sintaks PBL, kompetensi pencapaian, peta konsep, materi sistem koloid, ringkasan materi, evaluasi, daftar pustaka, *cover* belakang. Penerapan karakteristik PBL dalam kegiatan belajar sehingga berkaitan dengan kehidupan sehari-hari melalui pemecahan masalah.
- B. Pengembangan E-LKPD sistem koloid berbasis PBL terintegrasi *green chemistry* dikategorikan valid untuk digunakan dalam pembelajaran karena telah memenuhi standar kriteria. Analisis validasi sesuai dengan nilai koefisien (V) Aiken's dengan menggunakan signifikan 5% yang diperoleh dari ahli materi dan ahli media. Hasil dari analisis ahli media

sebesar 0,87% dan ahli media 0,83% sehingga dikategorikan valid. Hasil yang diperoleh dari respon peserta didik terhadap e-LKPD dengan nilai rerata sebesar 83,48 sehingga dikategorikan Baik untuk digunakan sebagai bahan ajar dalam pembelajaran.

B. Saran

Berdasarkan pengembangan e-LKPD, maka perlu dilakukan penyempurnaan penelitian yang lebih banyak dan lebih baik, yaitu:

1. Pengembangan e-LKPD sistem koloid berbasis PBL yang terintegrasi dengan *green chemistry* harus diuji secara skala besar untuk mengetahui kelebihan dan kekurangan materi ajar yang akan dikembangkan.
2. Pengembangan E-LKPD dalam pembelajaran kimia harus dikembangkan untuk materi lain sehingga tidak hanya berlaku untuk materi sistem koloid saja.

C. Diseminasi dan Pengembangan Produk Lebih Lanjut

E-LKPD Sistem Koloid berbasis PBL terintegrasi *green chemistry* diseminasikan dengan membuat karya tulis seperti artikel jurnal yang akan disebarluaskan dalam publikasi berupa artikel jurnal. Produk juga dibagikan kepada guru dan siswa kimia MAN 2 Kota Semarang. Produk yang dikembangkan terbatas pada materi Sistem

Koloid. Pengembangan lebih lanjut menggunakan bahan kimia lainnya. Diperlukan pengujian pada tahap keefektifan produk dikarenakan pada penelitian ini E-LKPD berbasis PBL diuji dalam skala kecil untuk mengetahui karakteristik dan tingkat validitasnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Afriani. (2018). Kesetimbangan Kimia Berbasis Green Chemistry Untuk SMA / Ma Kelas Xi Semester 1 Skripsi. *Universitas Islam Negeri Walisongo*.
- Aini, N. A., Syachruraji, A., & Hendrapipta, N. (2021). Pengembangan LKPD Berbasis Problem Based Learning pada Mata Pelajaran IPA Materi Gaya. *Jurnal Pendidikan Dasar, Volume 2*, 28–34.
- Al-Idrus, S. W., Hadisaputra, S., & Junaidi, E. (2020). Pendekatan Green Chemistry dalam Modul Praktikum Kimia Lingkungan untuk Meningkatkan Kreativitas Mahasiswa Calon Guru Kimia. *Chemistry Education Practice, 3*(2), 69.
- Anastas, P. ., & Warner, J. . (1998). *Green Chemistry: Theory and Practices*. New York: Prees.
- Anisa, D., & Mitarlis. (2020). Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Berwawasan Green Chemistry Untuk Meningkatkan Kemampuan Literasi Sains Peserta Didik Pada Materi Larutan Elektrolit Dan Non Elektrolit. *Journal of Chemical Information and Modeling, 9*(3), 407–416.
- Ardhiantari, W., Fadiawati, N., & Kadaritna, N. (2016). Pengembangan LKS Berbasis Keterampilan Proses SAINS Pada Materi Hukum-Hukum Dasar Kimia. *jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Kimia, 4*(1), 1–23.
- Azwar. (2017). *Penyusunan Skala Psikologi*. Yogyakarta: Pustaka Belajar.
- Birgili, B. (2015). Creative and Critical Thinking Skills in Problem-Based Learning Environments. *Journal of Gifted Education and Creativity, 2*(2), 71–71.
- Damanik, L., & Yanny, A. (2016). Perancangan Aplikasi Pembelajaran Sistem Koloid Menggunakan Computer ased Learning. *Jurnal Riset Komputer (JURIKOM), 3*(6), 80–83.

- Dita, K., Puji, A., Zuliani, R., & Tangerang, U. M. (2021). Pengembangan Bahan Ajar IPA Berbasis Media Komik Di Kelas III SDN Doyong 2 Kota Tangerang. *Jurnal Keislaman dan Ilmu Pendidikan*, 1(November), 189–197.
- Fellet, Melissa. 2013. Green chemistry and engineering: towards a sustainable future. United States: American Chemical Society
- Fauziah, N., Hakim, A., & Handayani, Y. (2019). Meningkatkan Literasi Sains Peserta Didik Melalui Pembelajaran Berbasis Masalah Berorientasi Green Chemistry Pada Materi Laju Reaksi. *Jurnal Pijar Mipa*, 14(2), 31–35.
- Febriyanti, E. (2017). Pengembangan E-LKPD Berbasis Problem Solving Pada Materi Keseimbangan Kimia. *Universitas Jambi*, 1–17.
- Fitrah, V., & Yasthophi, A. (2019). *Desain Dan Uji Coba Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Kimia Berbasis Problem Solving Pada Materi Koloid*. 3, 99–104.
- Fuadah, L. F. (2021). Pengembangan LKPD Elektronik (E-LKPD) Berbasis Problem Based Learning (PBL) Bermuatan Etnosains Pada Materi Reaksi Redoks Kelas X MAN 1 Cirebon. *Universitas Islam Negeri Walisongo*.
- Hidayah, I. N., & Kuntjoro, S. (2022). *Pengembangan E-LKPD Perubahan Lingkungan Berbasis Science Literacy Untuk Melatihkan Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik Kelas X SMA The Development of E-LKPD Environmental Change Based on Science Literacy to Train Critical Thinking Skills of 10 th*. 11(2), 384–393.
- Hidayat, A. (2018). Kesenjangan Sosial Terhadap Pendidikan Sebagai Pengaruh Era Globalisasi. *Justisi Jurnal Ilmu Hukum*, 2(1), 15–25.
- Indariani, A., Amami Pramuditya, S., & Firmasari, S. (2018). Pengembangan Bahan Ajar Digital Berbasis Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis Pada Pembelajaran Matematika (Bahan Ajar Digital Interaktif pada Materi Pertidaksamaan Nilai Mutlak Linear Satu Variabel). *Eduma : Mathematics Education Learning and Teaching*,

- 7(2), 89–98.
- Jenanda, B. (2021). Pengembangan E-LKPD Berbasis Pendekatan Pendidikan Matematika Realistik Indonesia (PMRI) Materi Kekongruenan Dan Kesebangunan Kelas IX.2 N 1 Kec.Situjuah Limo Nagari. In *Industry and Higher Education* (Vol. 3, Nomor 1).
- Johari.J.M.C., & Rachmawati,M. (2006). Kimia Dasar 2 SMA dan MA untuk Kelas XI.Jakarta: Erlangga
- Kenneth, D., & James, M. /Hutshio. (2004). *Green Organic Chemistry Strategis, Tools, and Laboratory Experiments, United States*: Thomson Brooks/cole.
- Kimianti, F., Suryati, S., & Dewi, C. A. (2016). Pengembangan Modul Learning Cycle 5E Berorientasi Green Chemistry Pada Materi Sistem Koloid Untuk Peningkatkan Literasi Sains Siswa. *Jurnal Kependidikan Kimia*, 4(2), 70.
- Lancaster, M. (2020). *Green Chemistry*. Cambridge: The Royal Society Of Chemistry.
- Lathifah, M. F., Hidayati, B. N., & Zulandri, Z. (2021). Efektifitas LKPD Elektronik sebagai Media Pembelajaran pada Masa Pandemi Covid-19 untuk Guru di YPI Bidayatul Hidayah Ampenan. *Jurnal Pengabdian Magister Pendidikan IPA*, 4(2), 0–5.
- Latifah, S. (2015). Pengembangan Modul IPA Terpadu Terintegrasi Ayat-Ayat Al-Qur'an Pada Materi Air Sebagai Sumber Kehidupan. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika Al-Biruni*, 4(2), 155–164.
- Listari, E. (2013). Pengaruh Model Pembelajaran Problem Based Learning Berorientasi Chemoenterpreneurship Terhadap Hasil Belajar Kimia Siswa. *Hydrogen: Jurnal Kependidikan Kimia*, 1(2), 100.
- Lukman. L.A. Martini, K.S., Utami,B. (2015). Efektifitas Metode Pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) Disertai Media *Mind Mapping* Terhadap Prestasi Belajar Siswa Pada Materi Pokok Sistem Koloid Di Kelas XI IPA SMA AL ISLAM 1 SURAKARTA TH Ajaran 2013/2014. *Jurnal Pendidikan Kimia (JPK)*. 4(1), 113-119

- Mahfudah, S., Susatyo, A., & Widyaningrum, A. (2019). Keefektifan Model Problem Based Learning terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Tema Panas dan Perpindahannya. *Thinking Skills and Creativity Journal*, 2(1), 11.
- Maulina, R., Nazar, M., & Hanum, L. (2019). Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Berbasis Masalah pada Materi Koloid di Kelas XI SMAN 5 Banda Aceh. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pendidikan Kimia (JIMPK)*, 4(4), 52–58.
- Nirwana, E., & Yenti, E. (2021). Pengembangan Bahan Ajar Buku Saku Kimia Dengan Pendekatan Chemo-Enterpreneurship (CEP) Berorientasi Green Chemistry Pada Materi Asam Basa. *Jurnal Pendidikan Kimia, Tarbiyah dan Keguruan, UIN SUSKA Riau*.
- Novratilova, D., Kadaritna, N., Tania FKIP Universitas Lampung, L., & Soemantri Brojonegoro No, J. (2015). Efektivitas Problem Solving Dalam Meningkatkan Keterampilan Mengelompokkan Dan Menyimpulkan Pada Asam Basa. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Kimia*, 4(3), 782–794.
- Nugraha, D. A., Binadja, A., & Supartono. (2013). Pengembangan Bahan Ajar Reaksi Redoks Bervisi SETS, Berorientasi Konstruktivistik. *Journal of Innovative Science Education*, 2(1).
- Nurbaity. (2011). Pendekatan Green Chemistry Suatu Inovasi Dalam Pembelajaran Kimia Berwawasan Lingkungan. *Jurnal Riset Pendidikan Kimia*, 1(1), 13–21.
- Permendikbud. (2019). Peraturan Menteri Pendidikan. *Education*, 5–24.
- Pertiwi, W. J., & Langitasari, I. (2021). Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Berbasis Etnosains Pada Konsep Larutan Elektrolit Dan Nonelektrolit. *Inovasi Pendidikan Kimia*, 15(1), 2717–2730.
- Pratita, D., Amrina, D. E., & Djahir, Y. (2021). Analisis Kebutuhan Mahasiswa Terhadap Bahan Ajar Sebagai

- Acuan Untuk Mengembangkan E-Modul Pembelajaran Digital. *Jurnal PROFIT Kajian Pendidikan Ekonomi dan Ilmu Ekonomi*, 8(1), 69–74.
- Prastowo, A. (2015). *Panduan Kreatif Membuat Bahan Ajar Inovatif (Menciptakan Metode Pembelajaran yang Menarik dan Menyenangkan)*. Yogyakarta: DIVA Press.
- Purnama, A., & Suparman, S. (2020). Studi Pendahuluan: E-LKPD Berbasis PBL untuk Meningkatkan Kemampuan Literasi Matematis Peserta Didik. *JKPM (Jurnal Kajian Pendidikan Matematika)*, 6(1), 131.
- Puspita, V., & Dewi, I. P. (2021). Efektifitas E-LKPD berbasis Pendekatan Investigasi terhadap Kemampuan Berfikir Kritis Siswa Sekolah Dasar. *Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika*, 5(1), 86–96.
- Rahmat, H. (2014). *Panduan Belajar KIMIA 2B SMA Kelas XI*. Jakarta: Yudhistira.
- Rahmawati, A. N. (2018). Identifikasi Masalah yang Dihadapi Guru dalam Penerapan Kurikulum 2013 Revisi di SD. *Indonesian Journal of Primary Education*, 2(1), 114.
- Rambe, M. S., & Yarni, N. (2019). Pengaruh Gaya Belajar Visual, Auditorial, Dan Kinestetik Terhadap Prestasi Belajar Siswa Sma Dian Andalas Padang. *Jurnal Review Pendidikan dan Pengajaran*, 2(2), 291–296.
- Rosita, Sudarmin, & Marwoto, P. (2014). *Perangkat Pembelajaran Problem Based Learning Berorientasi Green Chemistry Materi Hidrolisis Garam Untuk Mengembangkan Soft Skill Konservasi Siswa*. 3(2), 134–139.
- Sa'diyah, C. (2021). Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Berbasis Problem Based Learning (PBL) Pada Materi Ikatan Kimia Kelas X MA Miftahul Huda Tayu. *Pendidikan Kimia Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Riau*.
- Safrijal. (2018). Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Pada Materi Asam Basa Di SMA Negeri 1 Darul Makmur Nagan Raya. *Universitas Islam Negeri Ar-Raniry*.

- Said, A., Paputungan, M., & Tangio, J. S. (2021). Perbedaan Hasil Belajar Antara Siswa yang Diajar dengan Media Teka-Teki Silang (TTS) dan Lembar Kegiatan Peserta Didik (LKPD) pada Materi Sistem Koloid. *Jambura Journal of Educational Chemistry*, 3(2), 33–39.
- Sanjaya, W. (2006). *Strategi Pembelajaran*. Jakarta: Kencana Prenada Media Group.
- Savery, J.R. (2018). Essential Readings in Problem-Based Learning Overview of Problem-Based Learning: Definitions and Distinctions. Purdue University Press, 4–16.
- Setyosari, P. (2010). *Metode Penelitian Pendidikan dan Pengembangan*. Jakarta: Alfabeta.
- Sopacua, Barbara N, H. (2021). Pengaruh Model Siklus Belajar 5E Pada Praktikum Koloid Terhadap Hasil Belajar Siswa Kelas XI MIA SMA Negeri 2 Pontianak. *Angewandte Chemie International Edition*, 7(2), 2013–2015.
- Sudarmo, U. (2013). *Kimia untuk SMA/MA Kelas XI*. Bandung: Erlangga.
- Sugiyono. (2019). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Sugiyono. (2004). *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Sugiyono. (2013). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: alfabeta.
- Sumadji, S. (2015). Pengaruh Metode Pembelajaran Terhadap Hasil Belajar Mahasiswa. In *Jurnal Inspirasi Pendidikan* (Vol. 5, Nomor 2).
- Suprijono. (2013). *Cooperative Learning Teori & Aplikasi Paikem*. Badung: Pustaka Pelajar.
- Syukri, S. (1999). *KIMIA SMA Dasar 2*, halm 456. Institut Teknologi Bandung.
- Thiagarajan, Semmel, & Semmel. (1974). *Instructional Development For Training Teachers Of Exceptional Children*. Bloomington : Indiana University.
- Trianto. (2009). *Menseain Model Pembelajaran Inovatif-*

- Progresif: Konsep, Landasan, dan Implementasinya pada Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan (KTSP)*. Jakarta : Kencana.
- Trisnani, K. D., Subiki, & Astutik, S. (2011). Pengembangan Bahan Ajar E-LKPD Berbasis Pengeringan Ikan Asin Pada Materi Suhu Dan Kalor Fisika SMA. *jurnal pembelajaran fisika*.
- Ulfah, M., Rahayu, P., & Dewi, L. R. (2013). Konsep Pengetahuan Lingkungan Green Chemistry pada Program Studi Pendidikan Biologi. In *Proceeding Biology Education Conference: Biology, Science, Enviromental, and Learning*, 10(3), 61–65.
- Umiyati, N & Haryono. (2014). Kimia Peminatan Matematika dan Ilmu-Ilmu Alam SMA/MA KELAS xi. Surakarta: Mediatama.
- Utami, R. (2021). Desain Dan Uji Coba Lembar Kerja Peserta Didik Berbasis Learning Cycle 5E Pada Materi Larutan Penyangga. *Journal of edication and Teaching*, 2(1), 94–104.
- Venkataraman, B. (2009). Education for Sustainable Development. In *Environment* (Edita, Vol. 51, Nomor 2).
- Watoni, M. S. (2019). Analisis Faktor-faktor Penyebab Kesulitan Belajar pada Bidang Studi Akuntansi. *Jurnal Pendidikan Kimia Indonesia*, 1(1), 64–80.
- Widoyoko. (2010). *Evaluasi Program Pembelajaran*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Wijayanti, D., Saputro, S., & Nurhayati, N. (2015). Pengembangan Media Lembar Kerja Siswa (LKS) Berbasis Hierarki Konsep Untuk Pembelajaran Kimia Kelas X Pokok Bahasan Pereaksi Pembatas. *Jurnal Pendidikan Kimia Universitas Sebelas Maret*, 4(2), 15–22.
- Wirkusumo, Iskandar, & Usman, M. (2012). *Dasar-Dasar Pengembangan Kurikulum*. Jakarta: Bina Aksara.
- Yuliandriati, Y., Susilawati, S., & Rozalinda, R. (2019). Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik Berbasis Problem Based Learning Pada Materi Ikatan Kimia Kelas

X. *JTK (Jurnal Tadris Kimiya)*, 4(1), 105–120.

Zahroh, D. A., & Yuliani, Y. (2021). Pengembangan e-LKPD Berbasis Literasi Sains untuk Melatihkan Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik pada Materi Pertumbuhan dan Perkembangan. *Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi (BioEdu)*, 10(3), 605–616.

Zulfahrin. (2019). Pengembangan E-Modul Kimia Berbasis Problem Based Learning (PBL) Untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Siswa. *Natural Science*, 5, 766–774.

Lampiran 1 : Langkah-langkah Pembelajaran PBL

Fase	Indikator	Kegiatan Guru	Kegiatan Peserta Didik
1	Orientasi masalah	Menjelaskan tujuan pembelajaran Memotivasi peserta didik agar terlibat pada kegiatan <i>problem solving</i>	Mendengarkan arahan dari guru dan antusias dalam memulai pembelajaran
2	Mengorganisasikan peserta didik	Mengorganisasika tugas belajar yang berhubungan dengan masalah	Menentukan dan mengatur tugas belajar
3	Membimbing penyelidikan	Mendorong peserta didik untuk mengumpulkan informasi yang diperlukan dalam kegiatan eksperimen	Mengumpulkan informasi yang sesuai, dan bereksperimen untuk memecahkan masalah
4	Mengembangkan dan menyajikan hasil	Membantu peserta didik dalam menyusun dan menyajikan hasil seperti laporan yang kemudian dipresentasikan	Menyusun dan membuat hasil karya dan mempresentasikannya
5	Menganalisa dan mengevaluasi proses pemecahan masalah	Membantu peserta didik melakukan refleksi atau evaluasi terhadap proses penyelidikan	Melakukan refleksi dan evaluasi terhadap proses penyelidikan

Lampiran 2 : Tabel Kriteria Penilaian Validitas

No. of Items (n) or Raters (n)	Number of Rating Categories (c)													
	2		3		4		5		6		7			
	V	p	V	p	V	p	V	p	V	p	V	p		
2							1.00	.040	1.00	.028	1.00	.020		
3							1.00	.008	1.00	.005	1.00	.003		
3			1.00	.037	1.00	.016	.92	.032	.87	.046	.89	.029		
4					1.00	.004	.94	.008	.95	.004	.92	.006		
4			1.00	.012	.92	.020	.88	.024	.85	.027	.83	.029		
5			1.00	.004	.93	.006	.90	.007	.88	.007	.87	.007		
5	1.00	.031	.90	.025	.87	.021	.80	.040	.80	.032	.77	.047		
6			.92	.010	.89	.007	.88	.005	.83	.010	.83	.008		
6	1.00	.016	.83	.038	.78	.050	.79	.029	.77	.036	.75	.041		
7			.93	.004	.86	.007	.82	.010	.83	.006	.81	.008		
7	1.00	.008	.86	.016	.76	.045	.75	.041	.74	.038	.74	.036		
8	1.00	.004	.88	.007	.83	.007	.81	.008	.80	.007	.79	.007		
8	.88	.035	.81	.024	.75	.040	.75	.030	.72	.039	.71	.047		
9	1.00	.002	.89	.003	.81	.007	.81	.006	.78	.009	.78	.007		
9	.89	.020	.78	.032	.74	.036	.72	.038	.71	.039	.70	.040		
10	1.00	.001	.85	.005	.80	.007	.78	.008	.76	.009	.75	.010		
10	.90	.001	.75	.040	.73	.032	.70	.047	.70	.039	.68	.048		
11	.91	.006	.82	.007	.79	.007	.77	.006	.75	.010	.74	.009		
11	.82	.033	.73	.048	.73	.029	.70	.035	.69	.038	.68	.041		
12	.92	.003	.79	.010	.78	.006	.75	.009	.73	.010	.74	.008		
12	.83	.019	.75	.025	.69	.046	.69	.041	.68	.038	.67	.049		
13	.92	.002	.81	.005	.77	.006	.75	.006	.74	.007	.72	.010		
13	.77	.046	.73	.030	.69	.041	.67	.048	.68	.037	.67	.041		
14	.86	.006	.79	.006	.76	.005	.73	.008	.73	.007	.71	.009		
14	.79	.029	.71	.035	.69	.036	.68	.036	.66	.050	.66	.047		
15	.87	.004	.77	.008	.73	.010	.73	.006	.72	.007	.71	.008		
15	.80	.018	.70	.040	.69	.032	.67	.041	.65	.048	.66	.041		
16	.88	.002	.75	.010	.73	.009	.72	.008	.71	.007	.70	.010		
16	.75	.038	.69	.046	.67	.047	.66	.046	.65	.046	.65	.046		
17	.82	.006	.76	.005	.73	.008	.71	.010	.71	.007	.70	.009		
17	.76	.025	.71	.026	.67	.041	.66	.036	.65	.044	.65	.039		
18	.83	.004	.75	.006	.72	.007	.71	.007	.70	.007	.69	.010		
18	.72	.048	.69	.030	.67	.036	.65	.040	.64	.042	.64	.044		
19	.79	.010	.74	.008	.72	.006	.70	.009	.70	.007	.68	.009		
19	.74	.032	.68	.033	.65	.030	.64	.044	.64	.040	.63	.048		
20	.80	.006	.72	.009	.70	.010	.69	.010	.68	.010	.68	.008		
20	.75	.021	.68	.037	.65	.044	.64	.048	.64	.038	.63	.041		
21	.81	.004	.74	.005	.70	.010	.69	.008	.68	.010	.68	.009		
21	.71	.039	.67	.041	.65	.039	.64	.038	.63	.048	.63	.045		
22	.77	.008	.73	.006	.70	.008	.68	.009	.67	.010	.67	.008		
22	.73	.026	.66	.044	.65	.035	.64	.041	.63	.046	.62	.049		
23	.78	.005	.72	.007	.70	.007	.68	.007	.67	.010	.67	.009		
23	.70	.047	.65	.048	.64	.046	.63	.045	.63	.044	.62	.043		
24	.79	.003	.71	.008	.69	.006	.68	.008	.67	.010	.66	.010		
24	.71	.032	.67	.030	.64	.041	.64	.035	.62	.041	.62	.046		
25	.76	.007	.70	.009	.68	.010	.67	.009	.66	.009	.66	.009		
25	.72	.022	.66	.033	.64	.037	.63	.038	.62	.039	.61	.049		

Lampiran 3 : Angket Kebutuhan Peserta Didik**Angket Kebutuhan Peserta Didik**

Nama :

Kelas :

Sekolah : MAN 2 Kota Semarang

Petunjuk Pengisian:

1. Bacalah setiap pertanyaan di bawah ini dengan teliti
2. Berikan jawaban setiap pertanyaan sesuai pendapat Anda

Pertanyaan:

- A. Apa pendapat Anda mengenai pelajaran kimia ?
 - Sulit untuk dipelajari
 - Menyenangkan
 - Lainnya:.....
- B. Menurut anda materi apakah yang dianggap membosankan dalam pembelajaran?
 - Hakikat Ilmu kimia
 - Struktur atom
 - Sistem Koloid
- C. Metode pembelajaran apa yang sering duru gunakan dalam pembelajaran kimia ?
 - Ceramah
 - Praktikum
 - Diskusi
 - Lainnya:.....
- D. Apakah Anda mengalami kesulitan dalam menerima pelajaran dari guru?
 - Ya
 - Tidak
- E. Sumber/bahan ajar apa yang sring digunakan selama pembelajaran kimia?
 - Buku paket
 - LKPD
 - Modul

- Lainnya:.....
- F. Apakah materi dalam bahan ajar yang Anda miliki mudah untuk dipahami?
 - Sangat mudah
 - Sulit
 - Mudah
 - Sangat sulit
- G. Media apa yang sering digunakan guru dalam pembelajaran?
 - Media cetak
 - Media audio
 - Media elektronik
 - Lainnya:
- H. Apakah guru sering mengaitkan materi kimia dengan kehidupan sehari-hari?
 - Sangat sering
 - Jarang
 - Sering
 - Tidak pernah
- I. Anda akan lebih memahami pelajaran kimia dengan cara apa?
 - Mendengarkan penjelasan guru
 - Mencatat/merangkum materi
 - Membaca buku/referensi lain
 - Mencari informasi dari internet
- J. Pembelajaran seperti apa yang lebih Anda sukai?
 - Individu
 - Kelompok
- K. Gaya belajar seperti apa yang biasa Anda gunakan?
 - Audio
 - Audio-Visual
 - Visual
 - Kinestetik
- L. Seberapa sering Anda belajar kimia?
 - Setiap hari
 - Ketika akan ulangan saja
 - Ketika ada jam pelajaran kimia saja

- Tidak pernah
- M. Apakah Anda sering berlatih mengerjakan soal-soal yang ada pada buku/LKPD?
 - Sangat sering
 - Jarang
 - Sering
 - Tidak pernah
- N. Apakah guru sering menggunakan LKPD yang berbentuk pemecahan masalah?
 - Sangat sering
 - Jarang
 - Sering
 - Tidak pernah
- O. Selama kegiatan pembelajaran kimia, pernahkah Anda menggunakan LKS dalam bentuk elektronik?
 - Pernah
 - Tidak Pernah
- P. Apakah Anda tertarik apabila pembelajaran kimia menggunakan LKPD dalam bentuk elektronik?
 - Ya
 - Tidak

Lampiran 4: Hasil Angket Kebutuhan Peserta Didik

Hasil Angket Kebutuhan Peserta Didik

No.	Pertanyaan	Jawaban	Persentase
1.	Apa pendapat Anda mengenai pelajaran kimia?	Sulit untuk dipelajari	43.75%
		Kadang sulit, kadang mudah	25%
		Menyenangkan	21.25%
2.	Menurut Anda materi apa yang dianggap sulit dalam pembelajaran kimia?	Hakikat ilmu kimia	-
		Struktur atom	43.75%
		Larutan elektrolit dan nonelektrolit	56.25%
3.	Metode pembelajaran apa yang sering guru gunakan saat mengajar?	Ceramah	62.50%
		Diskusi	12.50%
		Praktikum	15.65%
		Lainnya	6.25%
4.	Apakah Anda mengalami kesulitan dalam menerima pelajaran dari guru	Ya	68.75%
		Tidak	31.25%
5.	Sumber/bahan ajar apa yang sering digunakan?	Buku paket	21.80%
		LKS	65.60%
		Modul	-
		Lainnya	6.25%
6.	Apakah materi dalam bahan ajar yang Anda miliki mudah untuk dipahami?	Sangat mudah	18.75%
		Mudah	75%
		Sulit	6.25%
		Sangat sulit	-
7.	Media apa yang sering digunakan guru dalam pembelajaran?	Cetak	81.25%
		Audio	15.60%

		Elektronik	-
		Lainnya	3.10%
8.	Apakah guru sering mengaitkan materi kimia dengan kehidupan sehari-hari?	Sangat sering	25%
		Sering	68.75%
		Jarang	6.25%
		Tidak pernah	-
9.	Anda akan lebih mudah memahami pelajaran kimia dengan cara apa?	Mendengarkan penjelasan guru	34.40%
		Mencatat materi	21.80%
		Membaca buku	31.25%
		Mencari informasi dari internet	12.50%
10.	Pembelajaran seperti apa yang lebih Anda sukai?	Individu	37.50%
		Kelompok	62.50%
11.	Gaya belajar apa yang biasa kalian gunakan?	Audio	24%
		Visual	28%
		Audio-Visual	48%
		Kinestetik	-
12.	Seberapa sering Anda belajar kimia?	Setiap hari	3.10%
		Ketikan akan ulangan saja	18.75%
		Ketika ada jam pelajaran kimia saja	78.15%
		Tidak pernah	-
13.	Apakah Anda sering berlatih mengerjakan soal-soal yang ada pada buku/LKS?	Sangat sering	18.75%
		Sering	68.75%
		Jarang	12.50%
		Tidak pernah	-
14.	Apakah guru sering	Sangat sering	-

	menggunakan LKS berbentuk pemecahan masalah?	Sering	5.10%
		Jarang	27.60%
		Tidak pernah	67.30%
15.	Selama kegiatan pembelajaran kimia, pernahkah Anda menggunakan LKS dalam bentuk elektronik?	Pernah	7.30%
		Tidak pernah	92.70%
16.	Apakah Anda tertarik apabila pembelajaran kimia menggunakan LKS elektronik?	Ya	84.80%
		Tidak	15.20%

Lampiran 5 : Instrumen Validasi Ahli Materi

Angket Uji Kevalidan E-LKPD Sistem Koloid Berbasis *Problem Based Learning* (PBL) Terintegrasi *Green Chemistry* Untuk Ahli Materi Pembelajaran

Peneliti : Della Refni
Pembimbing : 1. Hanifah Setiowati, M.Pd
4. Sri Mulyanti, M.Pd

a. Identitas Validator

Ahli Materi :
Jabatan :
Instansi :

b. Petunjuk Pengisian

1. Mohon kesediaan Bapak/Ibu untuk memberikan penilaian terhadap e-LKPD berdasarkan aspek dan kriteria yang diberikan
2. Penilaian ini dilakukan dengan memberikan tanda ceklist (✓) pada kolom yang paling sesuai dengan penilaian Bapak/Ibu (pedoman penilaian terlampir).
3. Apabila ada yang tidak sesuai atau ada kekurangan, maka saran dan kritik dapat dituliskan pada kolom saran/komentar
4. Terima kasih saya ucapkan atas ketersediaan Bapak/Ibu untuk mengisi lembar instrumen penilaian ini.

c. Aspek Penilaian

No	Aspek dan Kriteria	Skor Penilaian				
		1	2	3	4	5
KELAYAKAN ISI						
1.	Kesesuaian dengan kompetensi inti (KI) dan Kompetensi Dasar (KD)					
2.	Keakuratan materi					
3.	Kemutakhiran materi					
4.	Kesesuaian dengan kebutuhan peserta didik					
5.	Manfaat untuk penambahan wawasan pengetahuan					
KELAYAKAN PENYAJIAN						
6.	Teknik penyajian					
7.	Penyajian pembelajaran					
8.	Pendukung penyajian					
KELAYAKAN BAHASA						
9.	Kejelasan informasi					
10.	Keterbacaan					
Tahapan PBL (<i>PROBLEM BASED LEARNING</i>)						
11.	Penyajian masalah sebagai basis pembelajaran					
12.	Pelaksanaan kegiatan pembelajaran PBL pada e-LKPD					
13.	Keterpaduan langkah-langkah pembelajaran PBL pada e-LKPD					
14.	Penerapan green chemistry dalam penggunaan bahan pada kegiatan percobaan yang aman bagi peserta didik					

d. Saran

Mohon menuliskan butir-butir revisi pada kolom saran berikut.

e. Kesimpulan

E-LKPD berbasis PBL terintegrasikan Green Chemistry ini dinyatakan*)

1. Layak diujicobakan di lapangan tanpa ada revisi.
2. Layak diujicobakan di lapangan dengan revisi.
3. Tidak layak diujicobakan di lapangan.

*) Lingkari salah satu angka sesuai simpulan Bapak/Ibu.

Semarang,2022

Validator,

NIP.

Lampiran 6: Indikator instrumen validasi Ahli materi

Indikator Instrument Validasi Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik Elektronik (E-LKPD) Sistem Koloid Berbasis *Problem Based Learning* (PBL) Terintegrasi *Green Chemsitry* Oleh Ahli Materi

No.	Aspek Penilaian	Skor	Indikator Penilaian
KELAYAKAN ISI			
1.	Kesesuaian dengan Kompetensi Inti (KI) dan Kompetensi Dasar (KD)	5	a. Tujuan pembelajaran sesuai dengan KI dan KD yang harus dicapai oleh peserta didik b. Materi yang disajikan sesuai dengan KI dan KD c. Uraian kegiatan pembelajaran mendukung pencapaian KI dan KD d. Soal-soal pada e-LKPD sesuai dengan tujuan pembelajaran yang akan dicapai
		4	Jika memenuhi tiga poin yang disebutkan di atas
		3	Jika memenuhi dua poin yang disebutkan di atas
		2	Jika memenuhi satu poin yang disebutkan di atas
		1	Tidak memenuhi semua poin yang disebutkan di atas
No.	Aspek	Skor	Indikator Penilaian

	Penilaian		
2.	Keakuratan Materi	5	<p>a. Materi yang tersaji sesuai dengan perkembangan ilmu kimia dan tidak menimbulkan banyak tafsir</p> <p>b. Fenomena yang disajikan sesuai dengan kehidupan sehari-hari</p> <p>c. Soal-soal latihan sesuai dengan konsep dan efektif untuk meningkatkan kompetensi peserta didik</p> <p>d. Notasi, simbol, dan rumus kimia disajikan dengan benar menurut kelaziman dalam bidang kimia Gambar dan ilustrasi sesuai dengan materi yang disajikan</p>
		4	Jika memenuhi tiga poin yang disebutkan di atas
		3	Jika memenuhi dua poin yang disebutkan di atas
		2	Jika memenuhi satu poin yang disebutkan di atas
		1	Tidak memenuhi semuapoin yang disebutkan di atas
3.	Kemutakhiran Materi		<p>a. Materi yang disajikan sesuai dengan perkembangan keilmuan kimia</p> <p>b. Gambar dan ilustrasi yang digunakan bersifat aktual</p> <p>c. Contoh dan fenomena yang disajikan sesuai dengan kehidupan nyata yang berhubungan dengan materi sistem koloid</p> <p>d. Pustaka dipilih dari sumber yang mutakhir</p>
No	Aspek Penilaian	Skor	Indikator Penilaian

			e. Pustaka dipilih dari sumber yang mutakhir
4	Kesesuaian dengan kebutuhan peserta didik	5	<p>a. Sesuai dengan karakteristik dan gaya belajar peserta didik</p> <p>b. Menambah wawasan pengetahuan peserta didik</p> <p>c. Melatih peserta didik untuk memecahkan permasalahan sesuai dengan materi</p> <p>d. Mempermudah peserta didik dalam memahami materi sistem koloid</p>
		4	Jika memenuhi tiga poin yang disebutkan di atas
		3	Jika memenuhi dua poin yang disebutkan di atas
		2	Jika memenuhi satu poin yang disebutkan di atas
		1	Tidak memenuhi semua poin yang disebutkan di atas
5.	Manfaat untuk penambahan wawasan pengetahuan	5	<p>a. Contoh kasus dan latihan soal yang disajikan mendorong peserta didik untuk mengerjakan lebih jauh dan menumbuhkan kreativitas</p> <p>b. Uraian kegiatan pembelajaran memotivasi peserta didik untuk belajar dan memahami materi</p> <p>c. Mendorong keingintahuan peserta didik untuk mencari informasi lebih jauh</p> <p>d. Meningkatkan kompetensi peserta didik</p>
No.	Aspek Penilaian	Skor	Indikator Penilaian

		4	Jika memenuhi tiga poin yang disebutkan di atas
		3	Jika memenuhi dua poin yang disebutkan di atas
		2	Jika memenuhi satu poin yang disebutkan di atas
		1	Tidak memenuhi semua poin yang disebutkan di atas
KELAYAKAN PENYAJIAN			
6	Teknik Penyajian	5	<ul style="list-style-type: none"> a. Penyajian e-LKPD disusun secara sistematis dan sederhana b. Format isi e-LKPD disusun secara runtut dan saling berkaitan c. Jenis dan ukuran huruf yang digunakan jelas dan mudah dibaca d. Tataletak naskah, gambar, dan ilustrasi memudahkan pengguna untuk memahami materi
		4	Jika memenuhi tiga poin yang disebutkan di atas
		3	Jika memenuhi dua poin yang disebutkan di atas
		2	Jika memenuhi satu poin yang disebutkan di atas
		1	Tidak memenuhi semua poin yang disebutkan di atas
No.	Aspek Penilaian	Skor	Indikator Penilaian

7.	Penyajian Pembelajaran	5	<p>a. Penyajian e-LKPD sesuai dengan model pembelajaran PBL(<i>Problem Based Learning</i>)</p> <p>b. Merangsang keterlibatan dan partisipasi peserta didik untuk belajar mandiri</p> <p>c. Penyajian materi sesuai dengan taraf berpikir peserta didik Penyajian materi dapat menciptakan daya tarikpeserta didik</p>
		4	d. Jika memenuhi tiga poin yang disebutkan di atas
		3	e. Jika memenuhi dua poin yang disebutkan di atas
		2	f. Jika memenuhi satu poin yang disebutkan di atas
		1	g. Tidak memenuhi semua poin yang disebutkan di atas
8.	Pendukung Penyajian	5	<p>a. Terdapat indikator dan tujuan pembelajaran yang jelas</p> <p>b. Terdapat informasi tentang langkah pembelajaran model PBL</p> <p>c. Terdapat informasi tentang materi Sistem Koloid dalam pembelajaran kimia Terdapat daftar pustaka sebagai sumber informasi</p>
		4	Jika memenuhi tiga poin yang disebutkan di atas

No.	Aspek Penilaian	Skor	Indikator Penilaian
		3	Jika memenuhi dua poin yang disebutkan di atas
		2	Jika memenuhi satu poin yang disebutkan di atas
		1	Tidak memenuhi semua poin yang disebutkan di atas
KELAYAKAN BAHASA			
9.	Kejelasan Informasi		<p>a. Bahasa yang digunakan jelas dan sesuai dengan perkembangan peserta didik</p> <p>b. Penulisan struktur kata/kalimat sesuai dengan kaidah Bahasa Indonesia</p> <p>c. Kalimat yang digunakan mewakili isi pesan atau informasi bagi peserta didik Kalimat perintah/petunjuk jelas</p>
		4	Jika memenuhi tiga poin yang disebutkan di atas
		3	Jika memenuhi dua poin yang disebutkan di atas
		2	Jika memenuhi satu poin yang disebutkan di atas
		1	Tidak memenuhi semua poin yang disebutkan di atas
10.	Keterbacaan	5	<p>a. Kalimat yang digunakan sesuai dengan kaidah Bahasa Indonesia</p> <p>b. Penggunaan ejaan Bahasa Indonesia secara benar</p> <p>c. Kalimat yang digunakan tidak memiliki makna ganda</p> <p>d. Istilah kosakata yang digunakan tepat dan konsisten</p>
		4	Jika memenuhi tiga poin yang disebutkan di atas
		3	Jika memenuhi dua poin yang disebutkan di atas
		2	Jika memenuhi satu poin yang disebutkan

			di atas
		1	Tidak memenuhi semua poin yang disebutkan di atas
TAHAPAN PBL (<i>Problem Based Learning</i>)			
11.	Penyajian masalah sebagai basis pembelajaran	5	a. Penyajian permasalahan yang ada di kehidupan sehari-hari b. Permasalahan yang disajikan sesuai dengan materi Sistem Koloid c. Masalah yang disajikan menarik Wacana permasalahan disajikan dengan jelas dan mudah dipahami
		4	Jika memenuhi tiga poin yang disebutkan di atas
		3	Jika memenuhi dua poin yang disebutkan di atas
		2	Jika memenuhi satu poin yang disebutkan di atas
		1	Tidak memenuhi semua poin yang disebutkan di atas
12.	Pelaksanaan kegiatan pembelajaran PBL pada e-LKPD	5	a. E-LKPD menyajikan langkah pembelajaran sesuai dengan model PBL (orientasi masalah, organisasi belajar, penyelidikan, penyajian hasil, dan evaluasi) b. Menuntun peserta didik untuk mengemukakan pendapat dan menanggapi suatu permasalahan c. Terdapat kegiatan diskusi kelompok yang membantu peserta didik melakukan penyelidikan dan menemukan konsep d. Terdapat kegiatan analisis dan evaluasi yang membantu peserta didik menguatkan pemahaman

No.	Aspek Penilaian	Skor	Indikator Penilaian
		4	Jika memenuhi tiga poin yang disebutkan di atas
		3	Jika memenuhi dua poin yang disebutkan di atas
		2	Jika memenuhi satu poin yang disebutkan di atas
		1	Tidak memenuhi semua poin yang disebutkan di atas
13.	Keterpaduan langkah-langkah pembelajaran PBL pada e-LKPD	5	<ul style="list-style-type: none"> a. Pembelajaran dimulai dari orientasi masalah, organisasi belajar, penyelidikan, penyajian hasil, dan evaluasi b. Langkah pembelajaran tersusun saling berkaitan c. Kegiatan pada setiap langkah pembelajaran sudah sesuai d. Mengarah pada ketercapaian pembelajaran
		4	Jika memenuhi tiga poin yang disebutkan di atas
		3	Jika memenuhi dua poin yang disebutkan di atas
		2	Jika memenuhi satu poin yang disebutkan di atas
		1	Tidak memenuhi semua poin yang disebutkan di atas
14.	Penerapan <i>Green Chemistry</i> dalam penggunaan bahan pada kegiatan percobaan yang aman bagi peserta didik	5	<ul style="list-style-type: none"> a. Penggunaan bahan yang ramah lingkungan b. Bahan percobaan terdapat di dalam dan di lingkungan sekitar c. Tidak menggunakan bahan percobaan yang bersifat derivatif d. Bahan percobaan bersifat terbarukan bagi peserta didik
		4	Jika memenuhi tiga poin yang

No.	Aspek Penilaian	Skor	Indikator Penilaian
			disebutkan di atas
		3	Jika memenuhi dua poin yang disebutkan di atas
		2	Jika memenuhi satu poin yang disebutkan di atas
		1	Tidak memenuhi satu poin yang disebutkan di atas

Lampiran 7 : Instrumen Validasi Ahli Media

Angket Uji Kevalidan E-LKPD Sistem Koloid Berbasis *Problem Based Learning* (PBL) Terintegrasi *Green Chemistry*
Untuk Ahli Media Pembelajaran

Peneliti : Della Refni
Pembimbing : 1.Hanifah Setiowati,M.Pd
2.Sri Mulyanti, M.Pd

A. Identitas Validator

Ahli Media :
Jabatan :
Instansi :

B. Petunjuk Pengisian

1. Mohon kesediaan Bapak/Ibu untuk memberikan penilaian terhadap e-LKPD berdasarkan aspek dan kriteria yang diberikan
2. Penilaian ini dilakukan dengan memberikan tanda ceklist (✓) pada kolom yang paling sesuai dengan penilaian Bapak/Ibu (pedoman penilaian terlampir).
3. Apabila ada yang tidak sesuai atau ada kekurangan, maka saran dan kritik dapat dituliskan pada kolom saran/komentar
4. Terima kasih saya ucapkan atas ketersediaan Bapak/Ibu untuk mengisi lembar instrumen penilaian ini.

C. Aspek Penilaian

No	Aspek dan Kriteria	Skor Penilaian				
		1	2	3	4	5
1.	Penyajian e-LKPD					
2.	Kelayakan Keagrafikan					
	a. Desain sampul (cover) e-LKPD					
	a1 Tata letak sampul e-LKPD					
	a2. Tipografi sampul e-LKPD					
	a3. Ilustrasi sampul e-LKPD					
	b. Desain isi e-LKPD					
	b1. tata letak isi e-lkpd					
	b2. tipografi isi e-lkpd					
3.	Gambar,Ilustrasi, dan Video					
4.	Kualitas, Tampilan e-LKPD					
5.	Aspek Rekayasa Perangkat Lunak					
	a. Penggunaan dan Pengoperasian e-LKPD					

D. Saran

Mohon menuliskan butir-butir revisi pada kolom saran berikut.

E. Kesimpulan

E-LKPD berbasis PBL terintegasi Green Chemistry ini dinyatakan : *)

1. Layak diujicobakan di lapangan tanpa ada revisi.
2. Layak diujicobakan di lapangan dengan revisi.
3. Tidak layak diujicobakan di lapangan.

*) Lingkari salah satu angka sesuai simpulan Bapak/Ibu.

Semarang,2022
Validator,

NIP

Lampiran 8 : Indikator instrumen validasi Ahli media

Indikator instrumen validasi pengembangan lembar kerja peserta didik elektronik (e-LKPD) Sistem Koloid Berbasis *Problem Based Learning* (PBL) Terintegrasi *Green Chemistry* oleh ahli media

No.	Aspek Penilaian	Skor	Indikator Penilaian
1.	Penyajian e- LKPD	5	<ul style="list-style-type: none"> a. Penyajian e-LKPD sudah proporsional dan sesuai dengan kebutuhan peserta didik b. Sistematika penyajian dalam setiap kegiatan belajar terdiri atas pendahuluan, isi, dan penutup c. Isi e-LKPD disusun dan diurutkan dengan sistematis d. Terdapat langkahkegiatan belajar untuk membantu peserta didik memahami materi e. Terdapat soal dan latihan kemampuan peserta didik
		4	Jika memenuhi empat poin yang disebutkan di atas
		3	Jika memenuhi tiga poin yang disebutkan di atas
		2	Jika memenuhi dua poin yang disebutkan diatas
		1	Tidak memenuhi semua poin yang disebutkan diatas
2.	Kelayakan Kegrafikan		
	a. Desain Sampul (<i>cover</i>) e-LKPD		
	a1. Tata letak sampul	5	<ul style="list-style-type: none"> a. Desain sampul muka dan belakang merupakan satu kesatuan yang utuh b. Penampilan unsur letak pada sampul muka dan belakang secara harmonis

No.	Aspek Penilaian	Skor	Indikator Penilaian
			<p>memiliki irama dan kesatuan</p> <p>c. Penempatan dan ukuran tata letak (judul, penyusun, logo, ilustrasi, dll) proporsional dan seimbang dengan tata letak isi</p> <p>d. Memperhatikan tampilan warna secara keseluruhan yang dapat memberikan nuansa tertentu sesuai materi isi buku</p>
		4	Jika memenuhi tiga poin yang disebutkan di atas
		3	Jika memenuhi dua poin yang disebutkan di atas
		2	Jika memenuhi satu poin yang disebutkan di atas
		1	Tidak memenuhi semua poin yang disebutkan di atas
	a2. Tipografi sampul	5	<p>a. Judul buku dapat memberikan informasi secara komunikatif tentang materi isi buku berdasarkan bidang studi tertentu</p> <p>b. Warna judul buku ditampilkan lebih menonjol daripada warna latar belakangnya</p> <p>c. Tidak terlalu banyak menggunakan kombinasi jenis huruf yang dapat mengganggu tampilan unsur kata</p> <p>d. Tidak menggunakan huruf hias/dekorasi yang dapat mengurangi tingkat keterbacaan dan kejelasan informasi yang disampaikan</p>
		4	Jika memenuhi tiga poin yang disebutkan di atas

No.	Aspek Penilaian	Skor	Indikator Penilaian
		3	Jika memenuhi dua poin yang disebutkan di atas
		2	Jika memenuhi satu poin yang disebutkan di atas
		1	Tidak memenuhi semua poin yang disebutkan di atas
3.	Gambar, ilustrasi dan video	5	<ul style="list-style-type: none"> a. Gambar, ilustrasi, dan video yang ditampilkan sesuai dengan materi b. Gambar dan ilustrasi yang ditampilkan jelas dan berwarna c. Kualitas video (audio dan visual) yang ditampilkan baik dan jelas d. Penampakan gambar, ilustrasi, dan video tidak mengganggu tata letak isi
		4	Jika memenuhi tiga poin yang disebutkan di atas
		3	Jika memenuhi dua poin yang disebutkan di atas
		2	Jika memenuhi satu poin yang disebutkan di atas
		1	Tidak memenuhi semua poin yang disebutkan di atas
4.	Kualitas Tampilan	5	<ul style="list-style-type: none"> a. Desain keseluruhan e-LKPD menarik b. Elemen warna, ilustrasi, dan tipografi ditampilkan secara harmonis c. Tampilan dan penyajian pada e-LKPD konsisten dan sederhana d. Kejelasan tulisan, gambar, dan ilustrasi
		4	Jika memenuhi tiga poin yang disebutkan di atas
		3	Jika memenuhi dua poin yang disebutkan diatas
		2	Jika memenuhi satu poin yang disebutkan di atas

No.	Aspek Penilaian	Skor	Indikator Penilaian
		1	Tidak memenuhi semua poin yang disebutkan di atas
5.	Aspek Rekayasa Perangkat Lunak		
	a. Penggunaan dan Pengoperasian e-LKPD		<ul style="list-style-type: none"> b. e-LKPD dapat dikelola dengan mudah c. Penggunaan dan pengoperasian e-LKPD mudah dan sederhana d. e-LKPD dikembangkan dengan spesifikasi yang dapat dijangkau sekolah, pendidik, dan peserta didik e. e-LKPD memudahkan peserta didik belajar secara mandiri
4		Jika memenuhi tiga poin yang disebutkan di atas	
3		Jika memenuhi dua poin yang disebutkan di atas	
2		Jika memenuhi satu poin yang disebutkan di atas	
1		Tidak memenuhi semua poin yang disebutkan di atas	

Lampiran 9 : Hasil Validasi Ahli Materi I

Hasil Validasi Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik Elektronik (e-LKPD) Sistem Koloid Berbasis Problem Based Learning (PBL) Terintegrasi Green Chemistry Oleh Ahli Materi I

A. Identitas Validator

Ahli Materi : **Mar'attus Solihah, M.Pd.**
Jabatan : Dosen Kimia
Instansi : UIN Walisongo Semarang

B. Petunjuk Pengisian

1. Mohon kesediaan Bapak/Ibu untuk memberikan penilaian terhadap e-LKPD berdasarkan aspek dan kriteria yang diberikan
2. Penilaian ini dilakukan dengan memberikan tanda ceklist (✓) pada kolom yang paling sesuai dengan penilaian Bapak/Ibu (pedoman penilaian terlampir).
3. Apabila ada yang tidak sesuai atau ada kekurangan, maka saran dan kritik dapat dituliskan pada kolom saran/komentar
4. Terima kasih saya ucapkan atas ketersediaan Bapak/Ibu untuk mengisi lembar instrumen penilaian ini.

C. Aspek Penilaian

No	Aspek dan Kriteria	Skor Penilaian				
		1	2	3	4	5
KELAYAKAN ISI						
	Kesesuaian dengan kompetensi inti (KI) dan Kompetensi Dasar (KD)				√	
	Keakuratan materi					√
	Kemutakhiran materi				√	
	Kesesuaian dengan kebutuhan peserta didik				√	
	Manfaat untuk penambahan wawasan pengetahuan				√	
KELAYAKAN PENYAJIAN						
	Teknik penyajian					√
	Penyajian pembelajaran				√	
	Pendukung penyajian					√
KELAYAKAN BAHASA						
	Kejelasan informasi				√	
	Keterbacaan				√	
Tahapan PBL (<i>PROBLEM BASED LEARNING</i>)						
	Penyajian masalah sebagai basis pembelajaran				√	
	Pelaksanaan kegiatan pembelajaran PBL pada e-LKPD					√

	Keterpaduan langkah-langkah pembelajaran PBL pada e-LKPD				√	
	Penerapan green chemistry dalam penggunaan bahan pada kegiatan percobaan yang aman bagi peserta didik					√

D. Saran

Mohon menuliskan butir-butir revisi pada kolom saran berikut.

Perbaiki beberapa kalimat perintah

E. Kesimpulan

E-LKPD berbasis PBL terintegasi Green Chemistry ini dinyatakan*)

1. Layak diujicobakan di lapangan tanpa ada revisi.
2. Layak diujicobakan di lapangan dengan revisi.
3. Tidak layak diujicobakan di lapangan.

*) Lingkari salah satu angka sesuai simpulan Bapak/Ibu.

Semarang, 20 Oktober 2022

Validator,



Mar'attus Sholihah

NIP.198908262019032009

Lampiran10: Hasil Validasi Ahli Materi II**Hasil Validasi Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik Elektronik (e-LKPD) Sistem Koloid Berbasis Problem Based Learning (PBL) Terintegrasi Green Chemistry Oleh Ahli Materi II****A. Identitas Validator**

Ahli Materi : Julia Mardhiya, M.Pd.
Jabatan : Dosen Kimia
Instansi : UIN Walisongo Semarang

B. Petunjuk Pengisian

1. Mohon kesediaan Bapak/Ibu untuk memberikan penilaian terhadap e-LKPD berdasarkan aspek dan kriteria yang diberikan
2. Penilaian ini dilakukan dengan memberikan tanda ceklist (✓) pada kolom yang paling sesuai dengan penilaian Bapak/Ibu (pedoman penilaian terlampir).
3. Apabila ada yang tidak sesuai atau ada kekurangan, maka saran dan kritik dapat dituliskan pada kolom saran/komentar
4. Terima kasih saya ucapkan atas ketersediaan Bapak/Ibu untuk mengisi lembar instrumen penilaian ini.

C. Aspek Penilaian

No	Aspek dan Kriteria	Skor Penilaian				
		1	2	3	4	5
KELAYAKAN ISI						
	Kesesuaian dengan kompetensi inti (KI) dan Kompetensi Dasar (KD)				√	
	Keakuratan materi				√	
	Kemutakhiran materi			√		
	Kesesuaian dengan kebutuhan peserta didik			√		
	Manfaat untuk penambahan wawasan pengetahuan			√		
KELAYAKAN PENYAJIAN						
	Teknik penyajian				√	
	Penyajian pembelajaran				√	
	Pendukung penyajian					√
KELAYAKAN BAHASA						
	Kejelasan informasi				√	
	Keterbacaan					√
Tahapan PBL (<i>PROBLEM BASED LEARNING</i>)						
	Penyajian masalah sebagai basis pembelajaran			√		
	Pelaksanaan kegiatan pembelajaran PBL pada e-LKPD				√	

	Keterpaduan langkah-langkah pembelajaran PBL pada e-LKPD					√
	Penerapan green chemistry dalam penggunaan bahan pada kegiatan percobaan yang aman bagi peserta didik				√	

D. Saran

Mohon menuliskan butir-butir revisi pada kolom saran berikut.

Gunakan aplikasi yang dapat diisi langsung oleh siswa

E. Kesimpulan

E-LKPD berbasis PBL terintegrasikan Green Chemistry ini dinyatakan*)

1. Layak diujicobakan di lapangan tanpa ada revisi.
- ② Layak diujicobakan di lapangan dengan revisi.
3. Tidak layak diujicobakan di lapangan.

*) Lingkari salah satu angka sesuai simpulan Bapak/Ibu.

Semarang, 7 Oktober 2022

Validator,



Julia Mardhiya, M. Pd

NIP.199310202019032014

Lampiran 11: Hasil Validasi Ahli Materi III

Hasil Validasi Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik Elektronik (e-LKPD) Sistem Koloid Berbasis Problem Based Learning (PBL) Terintegrasi Green Chemistry Oleh Ahli Materi III

A. Identitas Validator

Ahli Materi : Mohammad Agus Paryitno, M.Pd.
Jabatan : Dosen Kimia
Instansi : UIN Walisongo Semarang

B. Petunjuk Pengisian

1. Mohon kesediaan Bapak/Ibu untuk memberikan penilaian terhadap e-LKPD berdasarkan aspek dan kriteria yang diberikan
2. Penilaian ini dilakukan dengan memberikan tanda ceklist (✓) pada kolom yang paling sesuai dengan penilaian Bapak/Ibu (pedoman penilaian terlampir).
3. Apabila ada yang tidak sesuai atau ada kekurangan, maka saran dan kritik dapat dituliskan pada kolom saran/komentar
4. Terima kasih saya ucapkan atas ketersediaan Bapak/Ibu untuk mengisi lembar instrumen penilaian ini.

C. Aspek Penilaian

No	Aspek dan Kriteria	Skor Penilaian				
		1	2	3	4	5
KELAYAKAN ISI						
	Kesesuaian dengan kompetensi inti (KI) dan Kompetensi Dasar (KD)					√
	Keakuratan materi					√
	Kemutakhiran materi				√	
	Kesesuaian dengan kebutuhan peserta didik					√
	Manfaat untuk penambahan wawasan pengetahuan					√
KELAYAKAN PENYAJIAN						
	Teknik penyajian				√	
	Penyajian pembelajaran				√	
	Pendukung penyajian					√
KELAYAKAN BAHASA						
	Kejelasan informasi					√
	Keterbacaan				√	
Tahapan PBL (<i>PROBLEM BASED LEARNING</i>)						
	Penyajian masalah sebagai basis pembelajaran					√
	Pelaksanaan kegiatan pembelajaran PBL pada e-LKPD					√

	Keterpaduan langkah-langkah pembelajaran PBL pada e-LKPD				√	
	Penerapan green chemistry dalam penggunaan bahan pada kegiatan percobaan yang aman bagi peserta didik					√

D. Saran

Mohon menuliskan butir-butir revisi pada kolom saran berikut.

--

E. Kesimpulan

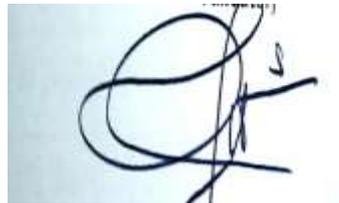
E-LKPD berbasis PBL terintegrasikan Green Chemistry ini dinyatakan*)

- ① Layak diujicobakan di lapangan tanpa ada revisi.
2. Layak diujicobakan di lapangan dengan revisi.
3. Tidak layak diujicobakan di lapangan.

*) Lingkari salah satu angka sesuai simpulan Bapak/Ibu.

Semarang, 8 September 2022

Validator,



Mohammad Agus P., M.Pd

NIP. 198505022019031008

Lampiran 12: Hasil Validasi Ahli Materi IV

Hasil Validasi Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik Elektronik (e-LKPD) Sistem Koloid Berbasis Problem Based Learning (PBL) Terintegrasi Green Chemistry Oleh Ahli Materi IV

A. Identitas Validator

Ahli Materi : Sri Rahmania, M.Pd.
Jabatan : Dosen Kimia
Instansi : UIN Walisongo Semarang

B. Petunjuk Pengisian

1. Mohon kesediaan Bapak/Ibu untuk memberikan penilaian terhadap e-LKPD berdasarkan aspek dan kriteria yang diberikan
2. Penilaian ini dilakukan dengan memberikan tanda ceklist (✓) pada kolom yang paling sesuai dengan penilaian Bapak/Ibu (pedoman penilaian terlampir).
3. Apabila ada yang tidak sesuai atau ada kekurangan, maka saran dan kritik dapat dituliskan pada kolom saran/komentar
4. Terima kasih saya ucapkan atas ketersediaan Bapak/Ibu untuk mengisi lembar instrumen penilaian ini.

C. Aspek Penilaian

No	Aspek dan Kriteria	Skor Penilaian				
		1	2	3	4	5
KELAYAKAN ISI						
	Kesesuaian dengan kompetensi inti (KI) dan Kompetensi Dasar (KD)					√
	Keakuratan materi					√
	Kemutakhiran materi				√	
	Kesesuaian dengan kebutuhan peserta didik					√
	Manfaat untuk penambahan wawasan pengetahuan					√
KELAYAKAN PENYAJIAN						
	Teknik penyajian					√
	Penyajian pembelajaran					√
	Pendukung penyajian					√
KELAYAKAN BAHASA						
	Kejelasan informasi					√
	Keterbacaan					√
Tahapan PBL (<i>PROBLEM BASED LEARNING</i>)						
	Penyajian masalah sebagai basis pembelajaran					√
	Pelaksanaan kegiatan pembelajaran PBL pada e-LKPD					√

	Keterpaduan langkah-langkah pembelajaran PBL pada e-LKPD					√
	Penerapan green chemistry dalam penggunaan bahan pada kegiatan percobaan yang aman bagi peserta didik				√	

D. Saran

Mohon menuliskan butir-butir revisi pada kolom saran berikut.

Beberapa perbaikan sudah dilakukan. Saran terakhir dari validator untuk menambahkan sumber terbaru dari hasil penelitian sebagai contoh untuk menjawab point yang kurang

E. Kesimpulan

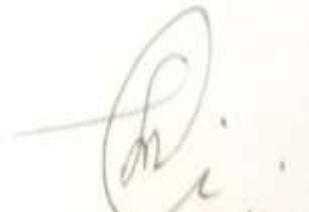
E-LKPD berbasis PBL terintegrasikan Green Chemistry ini dinyatakan*)

1. Layak diujicobakan di lapangan tanpa ada revisi.
- ② Layak diujicobakan di lapangan dengan revisi.
3. Tidak layak diujicobakan di lapangan.

*) Lingkari salah satu angka sesuai simpulan Bapak/Ibu.

Semarang, 20 Oktober 2022

Validator,



Sri Rahmania, M.Pd.

NIP. 199301162019032017

Lampiran 13: Hasil Validasi Ahli Materi V**Hasil Validasi Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik Elektronik (e-LKPD) Sistem Koloid Berbasis Problem Based Learning (PBL) Terintegrasi Green Chemistry Oleh Ahli Materi V****A. Identitas Validator**

Ahli Materi : Deni Ebit Nugroho, M.Pd.
Jabatan : Dosen Kimia
Instansi : UIN Walisong Semarang

B. Petunjuk Pengisian

1. Mohon kesediaan Bapak/Ibu untuk memberikan penilaian terhadap e-LKPD berdasarkan aspek dan kriteria yang diberikan
2. Penilaian ini dilakukan dengan memberikan tanda ceklist (✓) pada kolom yang paling sesuai dengan penilaian Bapak/Ibu (pedoman penilaian terlampir).
3. Apabila ada yang tidak sesuai atau ada kekurangan, maka saran dan kritik dapat dituliskan pada kolom saran/komentar
4. Terima kasih saya ucapkan atas ketersediaan Bapak/Ibu untuk mengisi lembar instrumen penilaian ini.

C. Aspek Penilaian

No	Aspek dan Kriteria	Skor Penilaian				
		1	2	3	4	5
KELAYAKAN ISI						
	Kesesuaian dengan kompetensi inti (KI) dan Kompetensi Dasar (KD)					√
	Keakuratan materi			√		
	Kemutakhiran materi				√	
	Kesesuaian dengan kebutuhan peserta didik				√	
	Manfaat untuk penambahan wawasan pengetahuan				√	
KELAYAKAN PENYAJIAN						
	Teknik penyajian				√	
	Penyajian pembelajaran				√	
	Pendukung penyajian				√	
KELAYAKAN BAHASA						
	Kejelasan informasi			√		
	Keterbacaan			√		
Tahapan PBL (<i>PROBLEM BASED LEARNING</i>)						
	Penyajian masalah sebagai basis pembelajaran				√	
	Pelaksanaan kegiatan pembelajaran				√	

	PBL pada e-LKPD					
	Keterpaduan langkah-langkah pembelajaran PBL pada e-LKPD				√	
	Penerapan green chemistry dalam penggunaan bahan pada kegiatan percobaan yang aman bagi peserta didik				√	

D. Saran

Mohon menuliskan butir-butir revisi pada kolom saran berikut.

1. Revisi pengertian larutan sejati, koloid dan suspensi
2. Revisi sifat-sifat koloid
3. Menggunakan referensi dalam penulisan materi dan mencantumkan sitasinya.

E. Kesimpulan

E-LKPD berbasis PBL terintegrasikan Green Chemistry ini dinyatakan*)

1. Layak diujicobakan di lapangan tanpa ada revisi.
2. Layak diujicobakan di lapangan dengan revisi.
3. Tidak layak diujicobakan di lapangan.

*) Lingkari salah satu angka sesuai simpulan Bapak/Ibu.

Semarang, 23 September 2022

Validator,

A photograph of a handwritten signature in black ink on a light blue background. The signature is stylized and appears to be 'Deni Ebit Nugroho'.

Deni Ebit Nugroho, M.Pd.

NIP.198507202019031007

Lampiran 14 : Hasil Validasi Ahli Materi VI**Hasil Validasi Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik Elektronik (e-LKPD) Sistem Koloid Berbasis Problem Based Learning (PBL) Terintegrasi Green Chemistry Oleh Ahli Materi VI****A. Identitas Validator**

Ahli Materi : Anisah Tjakrawati, S.Pd.
Jabatan : Guru Kimia
Instansi : MAN 2 Kota Semarang

B. Petunjuk Pengisian

1. Mohon kesediaan Bapak/Ibu untuk memberikan penilaian terhadap e-LKPD berdasarkan aspek dan kriteria yang diberikan
2. Penilaian ini dilakukan dengan memberikan tanda ceklist (✓) pada kolom yang paling sesuai dengan penilaian Bapak/Ibu (pedoman penilaian terlampir).
3. Apabila ada yang tidak sesuai atau ada kekurangan, maka saran dan kritik dapat dituliskan pada kolom saran/komentar
4. Terima kasih saya ucapkan atas ketersediaan Bapak/Ibu untuk mengisi lembar instrumen penilaian ini.

C. Aspek Penilaian

No	Aspek dan Kriteria	Skor Penilaian				
		1	2	3	4	5
KELAYAKAN ISI						
	Kesesuaian dengan kompetensi inti (KI) dan Kompetensi Dasar (KD)					√
	Keakuratan materi					√
	Kemutakhiran materi					√
	Kesesuaian dengan kebutuhan peserta didik					√
	Manfaat untuk penambahan wawasan pengetahuan					√
KELAYAKAN PENYAJIAN						
	Teknik penyajian					√
	Penyajian pembelajaran					√
	Pendukung penyajian					√
KELAYAKAN BAHASA						
	Kejelasan informasi				√	
	Keterbacaan				√	
Tahapan PBL (<i>PROBLEM BASED LEARNING</i>)						
	Penyajian masalah sebagai basis pembelajaran					√
	Pelaksanaan kegiatan pembelajaran PBL pada e-LKPD					√

	Keterpaduan langkah-langkah pembelajaran PBL pada e-LKPD				√	
	Penerapan green chemistry dalam penggunaan bahan pada kegiatan percobaan yang aman bagi peserta didik					√

D. Saran

Mohon menuliskan butir-butir revisi pada kolom saran berikut.

--

E. Kesimpulan

E-LKPD berbasis PBL terintegrasikan Green Chemistry ini dinyatakan*)

- ① Layak diujicobakan di lapangan tanpa ada revisi.
2. Layak diujicobakan di lapangan dengan revisi.
3. Tidak layak diujicobakan di lapangan.

*) Lingkari salah satu angka sesuai simpulan Bapak/Ibu.

Semarang, 25 Oktober 2022

Validator,



Anisah Tjakrawati, S.Pd.

Lampiran 15: Hasil Validasi Ahli Materi VII**Hasil Validasi Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik Elektronik (e-LKPD) Sistem Koloid Berbasis Problem Based Learning (PBL) Terintegrasi Green Chemistry Oleh Ahli Materi VII****A. Identitas Validator**

Ahli Materi : Ghina Aenun N, S.Pd.

Jabatan : Guru Kimia

Instansi : MA Ma'arif Brebes

B. Petunjuk Pengisian

1. Mohon kesediaan Bapak/Ibu untuk memberikan penilaian terhadap e-LKPD berdasarkan aspek dan kriteria yang diberikan
2. Penilaian ini dilakukan dengan memberikan tanda ceklist (✓) pada kolom yang paling sesuai dengan penilaian Bapak/Ibu (pedoman penilaian terlampir).
3. Apabila ada yang tidak sesuai atau ada kekurangan, maka saran dan kritik dapat dituliskan pada kolom saran/komentar
4. Terima kasih saya ucapkan atas ketersediaan Bapak/Ibu untuk mengisi lembar instrumen penilaian ini.

C. Aspek Penilaian

No	Aspek dan Kriteria	Skor Penilaian				
		1	2	3	4	5
KELAYAKAN ISI						
	Kesesuaian dengan kompetensi inti (KI) dan Kompetensi Dasar (KD)					√
	Keakuratan materi					√
	Kemutakhiran materi					√
	Kesesuaian dengan kebutuhan peserta didik					√
	Manfaat untuk penambahan wawasan pengetahuan					√
KELAYAKAN PENYAJIAN						
	Teknik penyajian					√
	Penyajian pembelajaran					√
	Pendukung penyajian					√
KELAYAKAN BAHASA						
	Kejelasan informasi					√
	Keterbacaan					√
Tahapan PBL (<i>PROBLEM BASED LEARNING</i>)						
	Penyajian masalah sebagai basis pembelajaran					√
	Pelaksanaan kegiatan pembelajaran PBL pada e-LKPD					√

	Keterpaduan langkah-langkah pembelajaran PBL pada e-LKPD					√
	Penerapan green chemistry dalam penggunaan bahan pada kegiatan percobaan yang aman bagi peserta didik					√

D. Saran

Mohon menuliskan butir-butir revisi pada kolom saran berikut.

--

E. Kesimpulan

E-LKPD berbasis PBL terintegrasikan Green Chemistry ini dinyatakan*)

1. Layak diujicobakan di lapangan tanpa ada revisi.
2. Layak diujicobakan di lapangan dengan revisi.
3. Tidak layak diujicobakan di lapangan.

*) Lingkari salah satu angka sesuai simpulan Bapak/Ibu.

Semarang, 19 Oktober 2022

Validator,



Ghina Aeni N, S. Pd

Lampiran 16: Hasil Validasi Ahli Materi VIII**Hasil Validasi Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik Elektronik (e-LKPD) Sistem Koloid Berbasis Problem Based Learning (PBL) Terintegrasi Green Chemistry Oleh Ahli Materi VIII****A. Identitas Validator**

Ahli Materi : Catur Purnomo, S.Pd.
Jabatan : Guru Kimia
Instansi : SMA N 9 Bengkulu Utara

B. Petunjuk Pengisian

1. Mohon kesediaan Bapak/Ibu untuk memberikan penilaian terhadap e-LKPD berdasarkan aspek dan kriteria yang diberikan
2. Penilaian ini dilakukan dengan memberikan tanda ceklist (✓) pada kolom yang paling sesuai dengan penilaian Bapak/Ibu (pedoman penilaian terlampir).
3. Apabila ada yang tidak sesuai atau ada kekurangan, maka saran dan kritik dapat dituliskan pada kolom saran/komentar
4. Terima kasih saya ucapkan atas ketersediaan Bapak/Ibu untuk mengisi lembar instrumen penilaian ini.

C. Aspek Penilaian

No	Aspek dan Kriteria	Skor Penilaian				
		1	2	3	4	5
KELAYAKAN ISI						
	Kesesuaian dengan kompetensi inti (KI) dan Kompetensi Dasar (KD)				√	
	Keakuratan materi				√	
	Kemutakhiran materi					√
	Kesesuaian dengan kebutuhan peserta didik					√
	Manfaat untuk penambahan wawasan pengetahuan					√
KELAYAKAN PENYAJIAN						
	Teknik penyajian				√	
	Penyajian pembelajaran					√
	Pendukung penyajian					√
KELAYAKAN BAHASA						
	Kejelasan informasi				√	
	Keterbacaan				√	
Tahapan PBL (<i>PROBLEM BASED LEARNING</i>)						
	Penyajian masalah sebagai basis pembelajaran					√
	Pelaksanaan kegiatan pembelajaran PBL pada e-LKPD				√	

	Keterpaduan langkah-langkah pembelajaran PBL pada e-LKPD				√	
	Penerapan green chemistry dalam penggunaan bahan pada kegiatan percobaan yang aman bagi peserta didik					√

D. Saran

Mohon menuliskan butir-butir revisi pada kolom saran berikut.

--

E. Kesimpulan

E-LKPD berbasis PBL terintegrasikan Green Chemistry ini dinyatakan*)

1. Layak diujicobakan di lapangan tanpa ada revisi.
2. Layak diujicobakan di lapangan dengan revisi.
3. Tidak layak diujicobakan di lapangan.

*) Lingkari salah satu angka sesuai simpulan Bapak/Ibu.

Semarang, 25 Oktober 2022

Validator,

A rectangular box containing a handwritten signature in black ink. The signature is cursive and appears to read 'Catur Purnomo'.

Catur Purnomo, S.Pd

Lampiran 17: Hasil Validasi Ahli Media I**Hasil Validasi Pengembangan E-Lkpd Sistem Koloid
Berbasis *Problem Based Learning* (PBL) Terintegrasi
Green Chemistry Oleh Ahli Media I****A. Identitas Validator**

Ahli Media : Mar'attus Sholihah, M.Pd.
Jabatan : Dosen Kimia
Instansi : UIN Waalisongo Semarang

B. Petunjuk Pengisian

1. Mohon kesediaan Bapak/Ibu untuk memberikan penilaian terhadap e-LKPD berdasarkan aspek dan kriteria yang diberikan
2. Penilaian ini dilakukan dengan memberikan tanda ceklist (✓) pada kolom yang paling sesuai dengan penilaian Bapak/Ibu (pedoman penilaian terlampir).
3. Apabila ada yang tidak sesuai atau ada kekurangan, maka saran dan kritik dapat dituliskan pada kolom saran/komentar
4. Terima kasih saya ucapkan atas ketersediaan Bapak/Ibu untuk mengisi lembar instrumen penilaian ini.

C. Aspek Penilaian

No	Aspek dan Kriteria	Skor Penilaian				
		1	2	3	4	5
1	Penyajian e-LKPD				√	
2	Kelayakan Kegrafikan					
	a. Desain sampul (cover) e-LKPD					
	a1. Tata letak sampul e-LKPD				√	
	a2. Tipografi sampul e-LKPD					√
	a3. Ilustrasi sampul e-LKPD					√
	b. Desain isi e-LKPD					
	b1. Tata letak isi e-LKPD					√
	b2. Tipografi isi e-LKPD					√
3	Gambar, Ilustrasi, dan Video				√	
4	Kualitas, Tampilan e-LKPD					√
5	Aspek Rekayasa Perangkat Lunak					
	a. Penggunaan Pengoperasian e-LKPD					√

D. Saran

Mohon menuliskan butir-butir revisi pada kolom saran berikut.

Pembuatan video sendiri

E. Kesimpulan

E-LKPD berbasis PBL terintegrasikan Green Chemistry ini dinyatakan : *)

1. Layak diujicobakan di lapangan tanpa ada revisi.
2. Layak diujicobakan di lapangan dengan revisi.
3. Tidak layak diujicobakan di lapangan.

*) Lingkari salah satu angka sesuai simpulan Bapak/Ibu.

Semarang, 2022

Validator,



Mar'attus Solihah, M. Pd

NIP. 198908262019032009

Lampiran18: Hasil Validasi Ahli Media II

**Hasil Validasi Pengembangan E-Lkpd Sistem Koloid
Berbasis *Problem Based Learning* (PBL) Terintegrasi
Green Chemistry Oleh Ahli Media II**

A. Identitas Validator

Ahli Media : Julia Mardhiya, M.Pd.
Jabatan : Dosen Kimia
Instansi : UIN Walisongo Semarang

B. Petunjuk Pengisian

1. Mohon kesediaan Bapak/Ibu untuk memberikan penilaian terhadap e-LKPD berdasarkan aspek dan kriteria yang diberikan
2. Penilaian ini dilakukan dengan memberikan tanda ceklist (✓) pada kolom yang paling sesuai dengan penilaian Bapak/Ibu (pedoman penilaian terlampir).
3. Apabila ada yang tidak sesuai atau ada kekurangan, maka saran dan kritik dapat dituliskan pada kolom saran/komentar
4. Terima kasih saya ucapkan atas ketersediaan Bapak/Ibu untuk mengisi lembar instrumen penilaian ini.

C. Aspek Penilaian

No	Aspek dan Kriteria	Skor Penilaian				
		1	2	3	4	5
1	Penyajian e-LKPD				√	
2	Kelayakan Kegrafikan					
	a. Desain sampul (cover) e-LKPD					
	a1. Tata letak sampul e-LKPD		√			
	a2. Tipografi sampul e-LKPD			√		
	a3. Ilustrasi sampul e-LKPD				√	
	b. Desain isi e-LKPD					
	b1. Tata letak isi e-LKPD			√		
	b2. Tipografi isi e-LKPD				√	
3	Gambar, Ilustrasi, dan Video			√		
4	Kualitas, Tampilan e-LKPD			√		
5	Aspek Rekayasa Perangkat Lunak					
	a. Penggunaan dan Pengoperasian e-LKPD				√	

D. Saran

Mohon menuliskan butir-butir revisi pada kolom saran berikut.

Gunakan aplikasi yang dapat diisi langsung oleh siswa

E. Kesimpulan

E-LKPD berbasis PBL terintegasi Green Chemistry ini dinyatakan : *)

1. Layak diujicobakan di lapangan tanpa ada revisi.
2. Layak diujicobakan di lapangan dengan revisi.
3. Tidak layak diujicobakan di lapangan.

*) Lingkari salah satu angka sesuai simpulan Bapak/Ibu.

Semarang, 2022

Validator,



Julia Mardhiya, M. Pd

NIP. 199310202019032014

Lampiran19: Hasil Validasi Ahli Media III

**Hasil Validasi Pengembangan E-Lkpd Sistem Koloid
Berbasis *Problem Based Learning* (PBL) Terintegrasi
Green Chemistry Oleh Ahli Media III**

A. Identitas Validator

Ahli Media : Mohammad Agus Prayitno, M.Pd.
Jabatan : Dosen Kimia
Instansi : UIN Walisongo Semarang

B. Petunjuk Pengisian

1. Mohon kesediaan Bapak/Ibu untuk memberikan penilaian terhadap e-LKPD berdasarkan aspek dan kriteria yang diberikan
2. Penilaian ini dilakukan dengan memberikan tanda ceklist (✓) pada kolom yang paling sesuai dengan penilaian Bapak/Ibu (pedoman penilaian terlampir).
3. Apabila ada yang tidak sesuai atau ada kekurangan, maka saran dan kritik dapat dituliskan pada kolom saran/komentar
4. Terima kasih saya ucapkan atas ketersediaan Bapak/Ibu untuk mengisi lembar instrumen penilaian ini.

C. Aspek Penilaian

No	Aspek dan Kriteria	Skor Penilaian				
		1	2	3	4	5
1	Penyajian e-LKPD				√	
2	Kelayakan Kegrafikan					
	a. Desain sampul (cover) e-LKPD					
	a1. Tata letak sampul e-LKPD					√
	a2. Tipografi sampul e-LKPD				√	
	a3. Ilustrasi sampul e-LKPD				√	
	b. Desain isi e-LKPD					
	b1. Tata letak isi e-LKPD					√
	b2. Tipografi isi e-LKPD				√	
3	Gambar, Ilustrasi, dan Video				√	
4	Kualitas, Tampilan e-LKPD				√	
5	Aspek Rekayasa Perangkat Lunak					
	a. Penggunaan dan Pengoperasian e-LKPD				√	

D. Saran

Mohon menuliskan butir-butir revisi pada kolom saran berikut.

--

E. Kesimpulan

E-LKPD berbasis PBL terintegasi Green Chemistry ini dinyatakan : *)

- ① Layak diujicobakan di lapangan tanpa ada revisi.
2. Layak diujicobakan di lapangan dengan revisi.
3. Tidak layak diujicobakan di lapangan.

*) Lingkari salah satu angka sesuai simpulan Bapak/Ibu.

Semarang, 2022

Validator,



Mohammad Agus Prayitno, M.Pd.

NIP.198505022019031008

Lampiran 20: Hasil Validasi Ahli Media IV**Hasil Validasi Pengembangan E-Lkpd Sistem Koloid
Berbasis *Problem Based Learning* (PBL) Terintegrasi
Green Chemistry Oleh Ahli Media IV****A. Identitas Validator**

Ahli Media : Sri Rahmania, M.Pd.
Jabatan : Dosen Kimia
Instansi : UIN Walisongo Semarang

B. Petunjuk Pengisian

1. Mohon kesediaan Bapak/Ibu untuk memberikan penilaian terhadap e-LKPD berdasarkan aspek dan kriteria yang diberikan
2. Penilaian ini dilakukan dengan memberikan tanda ceklist (✓) pada kolom yang paling sesuai dengan penilaian Bapak/Ibu (pedoman penilaian terlampir).
3. Apabila ada yang tidak sesuai atau ada kekurangan, maka saran dan kritik dapat dituliskan pada kolom saran/komentar
4. Terima kasih saya ucapkan atas ketersediaan Bapak/Ibu untuk mengisi lembar instrumen penilaian ini.

C. Aspek Penilaian

No	Aspek dan Kriteria	Skor Penilaian				
		1	2	3	4	5
1	Penyajian e-LKPD					√
2	Kelayakan Kegrafikan					
	a. Desain sampul (cover) e-LKPD					
	a1. Tata letak sampul e-LKPD					√
	a2. Tipografi sampul e-LKPD				√	
	a3. Ilustrasi sampul e-LKPD					√
	b. Desain isi e-LKPD					
	b1. Tata letak isi e-LKPD					√
	b2. Tipografi isi e-LKPD					√
3	Gambar, Ilustrasi, dan Video					√
4	Kualitas, Tampilan e-LKPD					√
5	Aspek Rekayasa Perangkat Lunak					
	a. Penggunaan dan Pengoperasian e-LKPD					√

D. Saran

Mohon menuliskan butir-butir revisi pada kolom saran berikut.

Revisi telah dilakukan

E. Kesimpulan

E-LKPD berbasis PBL terintegrasikan Green Chemistry ini dinyatakan : *)

1. Layak diujicobakan di lapangan tanpa ada revisi.
- ② Layak diujicobakan di lapangan dengan revisi.
3. Tidak layak diujicobakan di lapangan.

*) Lingkari salah satu angka sesuai simpulan Bapak/Ibu.

Semarang, 2022

Validator,



Sri Rahmania, M.Pd.

NIP. 199301162019032017

Lampiran 21: Hasil Validasi Ahli Media V**Hasil Validasi Pengembangan E-Lkpd Sistem Koloid
Berbasis *Problem Based Learning* (PBL) Terintegrasi
Green Chemistry Oleh Ahli Media V****A. Identitas Validator**

Ahli Media : Deni Ebit Nugroho, M.Pd.
Jabatan : Dosen Kimia
Instansi : UIN Walisongo Semarang

B. Petunjuk Pengisian

1. Mohon kesediaan Bapak/Ibu untuk memberikan penilaian terhadap e-LKPD berdasarkan aspek dan kriteria yang diberikan
2. Penilaian ini dilakukan dengan memberikan tanda ceklist (✓) pada kolom yang paling sesuai dengan penilaian Bapak/Ibu (pedoman penilaian terlampir).
3. Apabila ada yang tidak sesuai atau ada kekurangan, maka saran dan kritik dapat dituliskan pada kolom saran/komentar
4. Terima kasih saya ucapkan atas ketersediaan Bapak/Ibu untuk mengisi lembar instrumen penilaian ini.

C. Aspek Penilaian

No	Aspek dan Kriteria	Skor Penilaian				
		1	2	3	4	5
1	Penyajian e-LKPD				√	
2	Kelayakan Kegrafikan				√	
	a. Desain sampul (cover) e-LKPD					
	a1. Tata letak sampul e-LKPD				√	
	a2. Tipografi sampul e-LKPD				√	
	a3. Ilustrasi sampul e-LKPD				√	
	b. Desain isi e-LKPD					
	b1. Tata letak isi e-LKPD				√	
	b2. Tipografi isi e-LKPD				√	
3	Gambar, Ilustrasi, dan Video				√	
4	Kualitas, Tampilan e-LKPD				√	
5	Aspek Rekayasa Perangkat Lunak					
	a. Penggunaan Pengoperasian e-LKPD				√	

D. Saran

Mohon menuliskan butir-butir revisi pada kolom saran berikut.

Merevisi pengertian koloid, suspensi, dan larutan sejati Merevisi sifat-sifat koloid Mencantumkan sitasi
--

E. Kesimpulan

E-LKPD berbasis PBL terintegrasikan Green Chemistry ini dinyatakan : *)

1. Layak diujicobakan di lapangan tanpa ada revisi.
2. Layak diujicobakan di lapangan dengan revisi.
3. Tidak layak diujicobakan di lapangan.

*) Lingkari salah satu angka sesuai simpulan Bapak/Ibu.

Semarang, 2022

Validator,



Deni Ebit Nugroho, M.Pd

NIP. 198507202019031007

Lampiran 22: Hasil Validasi Ahli Media VI**Hasil Validasi Pengembangan E-Lkpd Sistem Koloid
Berbasis *Problem Based Learning* (PBL) Terintegrasi
Green Chemistry Oleh Ahli Media VI****A. Identitas Validator**

Ahli Media : Anisah Tjakrawati, S.Pd.
Jabatan : Guru Kimia
Instansi : MAN 2 Kota Semarang

B. Petunjuk Pengisian

1. Mohon kesediaan Bapak/Ibu untuk memberikan penilaian terhadap e-LKPD berdasarkan aspek dan kriteria yang diberikan
2. Penilaian ini dilakukan dengan memberikan tanda ceklist (✓) pada kolom yang paling sesuai dengan penilaian Bapak/Ibu (pedoman penilaian terlampir).
3. Apabila ada yang tidak sesuai atau ada kekurangan, maka saran dan kritik dapat dituliskan pada kolom saran/komentar
4. Terima kasih saya ucapkan atas ketersediaan Bapak/Ibu untuk mengisi lembar instrumen penilaian ini.

C. Aspek Penilaian

No	Aspek dan Kriteria	Skor Penilaian				
		1	2	3	4	5
1	Penyajian e-LKPD				√	
2	Kelayakan Kegrafikan					
	a. Desain sampul (cover) e-LKPD					
	a1. Tata letak sampul e-LKPD				√	
	a2. Tipografi sampul e-LKPD				√	
	a3. Ilustrasi sampul e-LKPD				√	
	b. Desain isi e-LKPD					
	b1. Tata letak isi e-LKPD				√	
	b2. Tipografi isi e-LKPD				√	
3	Gambar, Ilustrasi, dan Video				√	
4	Kualitas, Tampilan e-LKPD				√	
5	Aspek Rekayasa Perangkat Lunak					
	a. Penggunaan Pengoperasian e-LKPD				√	

D. Saran

Mohon menuliskan butir-butir revisi pada kolom saran berikut.

--

E. Kesimpulan

E-LKPD berbasis PBL terintegrasikan Green Chemistry ini dinyatakan : *)

- ① Layak diujicobakan di lapangan tanpa ada revisi.
2. Layak diujicobakan di lapangan dengan revisi.
3. Tidak layak diujicobakan di lapangan.

*) Lingkari salah satu angka sesuai simpulan Bapak/Ibu.

Semarang, 2022

Validator,



Anisah Tjakrawati, S. Pd

Lampiran 23: Hasil Validasi Ahli Media VII**Hasil Validasi Pengembangan E-Lkpd Sistem Koloid
Berbasis *Problem Based Learning* (PBL) Terintegrasi
Green Chemistry Oleh Ahli Media VII****A. Identitas Validator**

Ahli Media : Ghina Aeni N, S.Pd.
Jabatan : Guru Kimia
Instansi : Ma Ma'arief Brebes

B. Petunjuk Pengisian

1. Mohon kesediaan Bapak/Ibu untuk memberikan penilaian terhadap e-LKPD berdasarkan aspek dan kriteria yang diberikan
2. Penilaian ini dilakukan dengan memberikan tanda ceklist (✓) pada kolom yang paling sesuai dengan penilaian Bapak/Ibu (pedoman penilaian terlampir).
3. Apabila ada yang tidak sesuai atau ada kekurangan, maka saran dan kritik dapat dituliskan pada kolom saran/komentar
4. Terima kasih saya ucapkan atas ketersediaan Bapak/Ibu untuk mengisi lembar instrumen penilaian ini.

C. Aspek Penilaian

No	Aspek dan Kriteria	Skor Penilaian				
		1	2	3	4	5
1	Penyajian e-LKPD					√
2	Kelayakan Kegrafikan					
	a. Desain sampul (cover) e-LKPD					
	a1. Tata letak sampul e-LKPD					√
	a2. Tipografi sampul e-LKPD					√
	a3. Ilustrasi sampul e-LKPD					√
	b. Desain isi e-LKPD					
	b1. Tata letak isi e-LKPD					√
	b2. Tipografi isi e-LKPD					√
3	Gambar, Ilustrasi, dan Video					√
4	Kualitas, Tampilan e-LKPD					√
5	Aspek Rekayasa Perangkat Lunak					
	a. Penggunaan dan Pengoperasian e-LKPD					√

D. Saran

Mohon menuliskan butir-butir revisi pada kolom saran berikut.

--

E. Kesimpulan

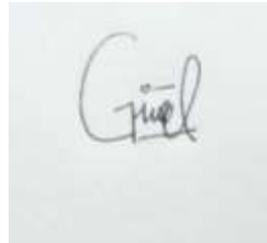
E-LKPD berbasis PBL terintegasi Green Chemistry ini dinyatakan : *)

- ① Layak diujicobakan di lapangan tanpa ada revisi.
2. Layak diujicobakan di lapangan dengan revisi.
3. Tidak layak diujicobakan di lapangan.

*) Lingkari salah satu angka sesuai simpulan Bapak/Ibu.

Semarang, 2022

Validator,

A square box containing a handwritten signature in black ink. The signature appears to be 'Ghina' written in a cursive style.

Ghina Aeni N, S.Pd.

Lampiran 24: Hasil Validasi Ahli Media VIII**Hasil Validasi Pengembangan E-Lkpd Sistem Koloid
Berbasis *Problem Based Learning* (PBL) Terintegrasi
Green Chemistry Oleh Ahli Media VIII****A. Identitas Validator**

Ahli Media : Catur Purnomo
Jabatan : Guru Kimia
Instansi : SMA N 9 Bengkulu Utara

B. Petunjuk Pengisian

1. Mohon kesediaan Bapak/Ibu untuk memberikan penilaian terhadap e-LKPD berdasarkan aspek dan kriteria yang diberikan
2. Penilaian ini dilakukan dengan memberikan tanda ceklist (✓) pada kolom yang paling sesuai dengan penilaian Bapak/Ibu (pedoman penilaian terlampir).
3. Apabila ada yang tidak sesuai atau ada kekurangan, maka saran dan kritik dapat dituliskan pada kolom saran/komentar
4. Terima kasih saya ucapkan atas ketersediaan Bapak/Ibu untuk mengisi lembar instrumen penilaian ini.

C. Aspek Penilaian

No	Aspek dan Kriteria	Skor Penilaian				
		1	2	3	4	5
1	Penyajian e-LKPD				√	
2	Kelayakan Kegrafikan					
	a. Desain sampul (cover) e-LKPD					
	a1. Tata letak sampul e-LKPD					√
	a2. Tipografi sampul e-LKPD				√	
	a3. Ilustrasi sampul e-LKPD					√
	b. Desain isi e-LKPD					
	b1. Tata letak isi e-LKPD				√	
	b2. Tipografi isi e-LKPD				√	
3	Gambar, Ilustrasi, dan Video					√
4	Kualitas, Tampilan e-LKPD				√	
5	Aspek Rekayasa Perangkat Lunak					
	a. Penggunaan dan Pengoperasian e-LKPD				√	

D. Saran

Mohon menuliskan butir-butir revisi pada kolom saran berikut.

--

E. Kesimpulan

E-LKPD berbasis PBL terintegasi Green Chemistry ini dinyatakan : *)

1. Layak diujicobakan di lapangan tanpa ada revisi.
2. Layak diujicobakan di lapangan dengan revisi.
3. Tidak layak diujicobakan di lapangan.

*) Lingkari salah satu angka sesuai simpulan Bapak/Ibu.

Semarang, 2022

Validator,

A photograph of a handwritten signature in black ink on a white background. The signature is cursive and appears to read 'Catur Purnomo'. The signature is written on a piece of paper that has a vertical line drawn down the center, possibly a separator for a signature line.

Catur Purnomo, S. Pd

Lampiran 25: Analisa Hasil Validasi Ahli Materi

Analisis Hasil Validasi Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik Elektronik (e-LKPD) Sistem Koloid Berbasis Problem Based Learning (PBL) Terintegrasi Green Chemistry Oleh Ahli Materi

No	Aspek dan Kriteria	Validator																ΣS	V	
		I		II		III		IV		V		VI		VII		VIII				
		skor	S	skor	S	skor	S	skor	S	skor	S	Skor	S	Skor	S	Skor	S			
Kelayakan isi																				
1.	Kesesuaian dengan Kompetensi Inti (KI) dan Kompetensi Dasar (KD)	4	3	4	3	5	4	5	4	5	4	5	4	5	4	4	4		29	0.91
2.	Keakuratan materi	4	3	5	4	3	2	5	4	5	4	5	4	5	4	4	3	3	28	0.88
3.	Kemutakhiran materi	3	2	4	3	4	3	4	3	4	3	5	4	5	4	5	4	4	26	0.81
4.	Kesesuaian dengan kebutuhan	3	2	4	3	4	3	5	4	5	4	5	4	5	4	5	4	4	28	0.88
5.	Manfaat untuk penambahan	3	2	4	3	4	3	5	4	5	4	5	4	5	4	5	4	4	28	0.88
Rata-rata																			0.87	
Kelayakan Penyajian																				
6.	Teknik penyajian	4	3	5	4	4	3	4	3	5	4	5	4	5	4	4	4	3	28	0.88
7.	Penyajian pembelajaran	4	3	4	3	4	3	4	3	5	4	5	4	5	4	5	4	4	28	0.88
8.	Pendukung penyajian	5	4	5	4	4	3	5	4	5	4	5	4	5	4	5	4	4	31	0.97
Rata - rata																			0.91	
Kelayakan Bahasa																				
9.	Kejelasan informasi	4	3	4	3	3	2	5	4	5	4	4	3	5	4	4	3	3	26	0.81
10.	Keterbacaan	5	4	4	3	3	2	4	3	5	4	4	3	5	4	4	3	3	26	0.81
Rata-rata																			0.81	
Tahapan PBL																				
11.	Penyajian masalah seba	3	2	4	3	4	3	5	4	5	4	5	4	5	4	5	4	4	28	0.88
12.	Pelaksanaan kegiatan pe	4	3	5	4	4	3	5	4	5	4	5	4	5	4	4	3	3	29	0.91
13.	Keterpaduan langkah-la	5	4	4	3	3	2	4	3	5	4	4	3	5	4	4	3	3	26	0.81
14.	naan bahan pada kegiatan	4	3	5	4	4	3	5	4	4	3	5	4	5	4	5	4	4	29	0.91
Rata-rata																			0.88	
Rata-rata Keseluruhan																			0.00	

Hasil skor yang diperoleh dianalisis menggunakan rumus Aiken's V

$$V = \frac{\Sigma S}{n(C-1)}$$

Keterangan:

V = Indeks validitas isi

S = r - I₀

r = Skor dari validator

I₀ = Skor penilaian terendah (pada penelitian ini yaitu 1)

n = Jumlah validator

C = Skor penilaian tertinggi (pada penelitian ini yaitu 5)

Nilai V yang diperoleh kemudian dikonsultasikan dengan kriteria validitas ketetapan nilai Aiken's V (Adaptasi Utari, et al., 2020). Kriteria hasil uji e-LKPD berbasis PBL layak untuk digunakan jika hasil indeks validitas isi $\geq 0,80$ dengan kriteria valid

A. Aspek Kelayakan Isi

1. Kesesuaian dengan Kompetensi Inti (KI) dan Kompetensi Dasar (KD)

$$I_0 = 1$$

$$C = 5$$

$$n = 8$$

$$\Sigma S = 29$$

$$V = \frac{\Sigma S}{n(C-1)}$$

$$= \frac{29}{8(5-1)}$$

$$= 0.91 \text{ (valid)}$$

2. Keakuratan materi

$$I_0 = 1$$

$$C = 5$$

$$n = 8$$

$$\Sigma S = 28$$

$$V = \frac{\Sigma S}{n(C-1)}$$

$$= \frac{28}{8(5-1)}$$

$$= 0.88 \text{ (valid)}$$

3. Kemutakhiran materi

$$\begin{aligned}
 I_0 &= 1 & C &= 5 \\
 n &= 8 & \Sigma S &= 26 \\
 V &= \frac{\Sigma S}{n(C-1)} \\
 &= \frac{26}{8(5-1)} \\
 &= 0.81 \text{ (valid)}
 \end{aligned}$$

4. Kesesuaian dengan kebutuhan peserta didik

$$\begin{aligned}
 I_0 &= 1 & C &= 5 \\
 n &= 8 & \Sigma S &= 28 \\
 V &= \frac{\Sigma S}{n(C-1)} \\
 &= \frac{28}{8(5-1)} \\
 &= 0.88 \text{ (valid)}
 \end{aligned}$$

5. Manfaat untuk penambahan wawasan pengetahuan

$$\begin{aligned}
 I_0 &= 1 & C &= 5 \\
 n &= 8 & \Sigma S &= 28 \\
 V &= \frac{\Sigma S}{n(C-1)} \\
 &= \frac{28}{8(5-1)} \\
 &= 0.88 \text{ (valid)}
 \end{aligned}$$

B. Kelayakan Penyajian

6. Teknik penyajian

$$\begin{aligned}
 I_0 &= 1 & C &= 5 \\
 n &= 8 & \Sigma S &= 28 \\
 V &= \frac{\Sigma S}{n(C-1)} \\
 &= \frac{28}{8(5-1)} \\
 &= 0.88 \text{ (valid)}
 \end{aligned}$$

7. Penyajian pembelajaran

$$\begin{aligned}
 I_0 &= 1 & C &= 5 \\
 n &= 8 & \Sigma S &= 28 \\
 V &= \frac{\Sigma S}{n(C-1)} \\
 &= \frac{28}{8(5-1)} \\
 &= 0.88 \text{ (valid)}
 \end{aligned}$$

8. Pendukung penyajian

$$\begin{aligned}
 I_0 &= 1 & C &= 5 \\
 n &= 8 & \Sigma S &= 31 \\
 V &= \frac{\Sigma S}{n(C-1)} \\
 &= \frac{31}{8(5-1)} \\
 &= 0.97 \text{ (valid)}
 \end{aligned}$$

C. Kelayakan Bahasa

9. Kejelasan Informasi

$$\begin{aligned}
 I_0 &= 1 & C &= 5 \\
 n &= 8 & \Sigma S &= 26 \\
 V &= \frac{\Sigma S}{n(C-1)} \\
 &= \frac{26}{8(5-1)} \\
 &= 0.81 \text{ (valid)}
 \end{aligned}$$

10. Keterbacaan

$$\begin{aligned}
 I_0 &= 1 & C &= 5 \\
 n &= 8 & \Sigma S &= 26 \\
 V &= \frac{\Sigma S}{n(C-1)} \\
 &= \frac{26}{8(5-1)} \\
 &= 0.81 \text{ (valid)}
 \end{aligned}$$

D. Tahapan PBL (*Problem Based Learning*)

11. Penyajian masalah sebagai basis pembelajaran

$$\begin{aligned}
 I_0 &= 1 & C &= 5 \\
 n &= 8 & \Sigma S &= 28 \\
 V &= \frac{\Sigma S}{n(C-1)} \\
 &= \frac{28}{8(5-1)} \\
 &= 0.88 \text{ (valid)}
 \end{aligned}$$

12. Pelaksanaan kegiatan pembelajaran PBL pada e-LKPD

$$\begin{aligned}
 I_0 &= 1 & C &= 5 \\
 n &= 8 & \Sigma S &= 29 \\
 V &= \frac{\Sigma S}{n(C-1)} \\
 &= \frac{29}{8(5-1)} \\
 &= 0.91 \text{ (valid)}
 \end{aligned}$$

13. Keterpaduan langkah-langkah pembelajaran PBL pada e-LKPD

$$\begin{aligned}
 I_0 &= 1 & C &= 5 \\
 n &= 8 & \Sigma S &= 26 \\
 V &= \frac{\Sigma S}{n(C-1)} \\
 &= \frac{26}{8(5-1)} \\
 &= 0.81 \text{ (valid)}
 \end{aligned}$$

14. Penerapan *green chemistry* dalam penggunaan bahan pada kegiatan percobaan yang aman bagi peserta didik

$$\begin{aligned}
 I_0 &= 1 & C &= 5 \\
 n &= 8 & \Sigma S &= 29 \\
 V &= \frac{\Sigma S}{n(C-1)} \\
 &= \frac{29}{8(5-1)} \\
 &= 0,91 \text{ (valid)}
 \end{aligned}$$

Lampiran 26: Analisis Hasil Validasi Ahli Media

**Analisis Hasil Validasi Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik Elektronik (e-LKPD)
Sistem Koloid Berbasis Problem Based Learning (PBL) Terintegrasi Green Chemistry Oleh
Ahli Media**

No	Aspek dan Kriteria	Validator																ΣS	v
		I		II		III		IV		V		VI		VII		VIII			
		skor	S	skor	S	skor	S	skor	S	skor	S	skor	S	skor	S	skor	S		
1.	Penyajian e-LKPD	4	3	4	3	4	3	4	3	5	4	4	3	5	4	4	3	26	0.81
Rata - rata																			0.81
No	Kelayakan Kegrafikan																		
a. Desain sampul (cover) e-LKPD																			
2.	a1. tata letak sampul	2	1	4	3	4	3	5	4	5	4	4	3	5	4	5	4	26	0.81
	a2. tipografi sampul	3	2	5	4	4	3	4	3	4	3	4	3	5	4	4	3	25	0.78
	a3. ilustrasi sampul	4	3	5	4	4	3	4	3	5	4	4	3	5	4	5	4	28	0.88
	b. Desain isi e-LKPD																		
	b1. tata letak isi e-LK	3	2	5	4	4	3	5	4	5	4	4	3	5	4	4	3	27	0.84
	b2. tipografi isi e-LK	4	3	5	4	4	3	4	3	5	4	4	3	5	4	4	3	27	0.84
Rata - rata																			0.84
No	Gambar ,Ilustrasi, dan Video																		
3.		3	2	4	3	4	3	4	3	5	4	4	3	5	4	4	3	25	0.78
Rata-rata																			0.78
No	Kualitas tampilan e-LKPD																		
4		3	2	5	4	4	3	4	3	5	4	4	3	5	4	5	4	27	0.84
Rata-rata																			0.84
No	Aspek Rekayasa Perangkat Lunak																		
5	a. Penggunaan dan Pe	4	3	5	4	4	3	4	4	5	4	4	3	5	4	4	3	28	0.88
Rata-rata																			0.88

Hasil skor yang diperoleh dianalisis menggunakan rumus Aiken's V

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

Keterangan:

V = Indeks validitas isi

S = r - I₀

r = Skor dari validator

I₀ = Skor penilaian terendah (pada penelitian ini yaitu 1)

n = Jumlah validator

C = Skor penilaian tertinggi (pada penelitian ini yaitu 5)

Nilai V yang diperoleh kemudian dikonsultasikan dengan kriteria validitas ketetapan nilai Aiken's V (Adaptasi Utari, et al., 2020). Kriteria hasil uji e-LKPD berbasis PBL layak untuk digunakan jika hasil indeks validitas isi $\geq 0,80$ dengan kriteria valid

A. Penyajian e-LKPD

$$I_0 = 1$$

$$C = 5$$

$$n = 8$$

$$\sum S = 26$$

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

$$= \frac{26}{8(5-1)}$$

$$= 0,81 \text{ (valid)}$$

B. Kelayakan Kegrafikan

a. Desain sampul (cover) e-LKPD

A1. Tata letak sampul e-LKPD

$$I_0 = 1$$

$$C = 5$$

$$n = 8$$

$$\sum S = 26$$

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

$$= \frac{26}{8(5-1)}$$

$$= 0,81 \text{ (valid)}$$

A2. Tipografi sampul e-LKPD

$$I_0 = 1$$

$$C = 5$$

$$n = 8$$

$$\sum S = 25$$

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

$$\begin{aligned}
 &= \frac{25}{8(5-1)} \\
 &= 0,78 \text{ (valid)}
 \end{aligned}$$

A3. Ilustrasi sampul e-LKPD

$$\begin{aligned}
 I_0 &= 1 & C &= 5 \\
 n &= 8 & \Sigma S &= 28 \\
 V &= \frac{\Sigma S}{n(C-1)} \\
 &= \frac{28}{8(5-1)} \\
 &= 0,88 \text{ (valid)}
 \end{aligned}$$

b. Desain isi e-LKPD

B1. Tata letak isi e-LKPD

$$\begin{aligned}
 I_0 &= 1 & C &= 5 \\
 n &= 8 & \Sigma S &= 27 \\
 V &= \frac{\Sigma S}{n(C-1)} \\
 &= \frac{27}{8(5-1)} \\
 &= 0,84 \text{ (valid)}
 \end{aligned}$$

B2. Tipografi isi e-LKPD

$$\begin{aligned}
 I_0 &= 1 & C &= 5 \\
 n &= 8 & \Sigma S &= 27 \\
 V &= \frac{\Sigma S}{n(C-1)} \\
 &= \frac{27}{8(5-1)} \\
 &= 0,84 \text{ (valid)}
 \end{aligned}$$

C. Gambar, Ilustrasi, dan Video

$$I_0 = 1$$

$$C = 5$$

$$n = 8$$

$$\Sigma S = 25$$

$$\begin{aligned} V &= \frac{\Sigma S}{n(C-1)} \\ &= \frac{25}{8(5-1)} \\ &= 0,78 \text{ (valid)} \end{aligned}$$

D. Kualitas Tampilan e-LKPD

$$I_0 = 1$$

$$C = 5$$

$$n = 8$$

$$\Sigma S = 27$$

$$\begin{aligned} V &= \frac{\Sigma S}{n(C-1)} \\ &= \frac{27}{8(5-1)} \\ &= 0,84 \text{ (valid)} \end{aligned}$$

E. Aspek Rekayasa Perangkat Lunak

a. Penggunaan dan Pengoperasian e-LKPD

$$I_0 = 1$$

$$C = 5$$

$$n = 8$$

$$\Sigma S = 28$$

$$\begin{aligned} V &= \frac{\Sigma S}{n(C-1)} \\ &= \frac{28}{8(5-1)} \\ &= 0,88 \text{ (valid)} \end{aligned}$$

Lampiran 27: Lembar Angket Respon Peserta Didik

Lembar Angket Respon Peserta Didik Pada E-LKPD) Sistem Koloid Berbasis Problem Based Learning (PBL) Terintegrasi Green Chemistry

A. Identitas

Nama :

Kelas :

Instansi/Lembaga :

B. Petunjuk pengisian:

1. Bacalah baik-baik setiap pernyataan yang diberikan
2. Berilah tanda ceklist (✓) pada kolom respon yang tersedia
3. Isilah semua item dengan jujur, karena ini tidak akan memengaruhi nilai kalian.

Keterangan respon:

STS : Sangat Tidak Setuju

S : Setuju

TS : Tidak Setuju

SS : Sangat Setuju

KS : Kurang Setuju

No	Pernyataan	Respon				
		STS	TS	KS	S	SS
1	Materi larutan elektrolit dan nonelektrolit yang disajikan dalam e-LKPD mudah dipahami					
2	Penyajian materi dikaitkan dengan fenomena di kehidupan sehari-hari yang menarik					
3	Langkah-langkah kegiatan belajar membantu saya menemukan konsep sistem koloid					
4	Adanya menghubungkan materi dengan lingkungan sekitar membuat saya lebih mengenal sistem koloid di lingkungan sekitar					
5	Saya kurang memahami materi sistem koloid yang disajikan dalam e-LKPD					

6	Langkah-langkah kegiatan belajar yang terdapat dalam eLKPD membingungkan					
7	Tampilan e-LKPD sangat menarik					
8	Jenis dan ukuran huruf yang digunakan jelas dan mudah dibaca					
9	Bahasa yang digunakan sederhana mudah untuk dipahami					
10	Video yang disajikan jelas dan membantu saya dalam memahami materi					
11	Kombinasi dan tata letak tulisan, gambar dan video kurang menarik dan membosankan					
12	e-LKPD membantu saya untuk belajar kapan saja dan dimana saja					
13	e-LKPD sangat memberikan manfaat dan wawasan pengetahuan bagi saya					
14	e-LKPD berbasis PBL meningkatkan minat saya untuk mempelajari sistem koloid					
15	Saya tertarik apabila e-LKPD berbasis PBL bermuatan digunakan dalam pembelajaran					
16	e-LKPD membuat saya malas belajar karena ada pertanyaan yang perlu diselesaikan					
17	Saya merasa jenuh belajar menggunakan e-LKPD berbasis PBL					
18	Saya dapat mengoperasikan eLKPD dengan mudah					
19	e-LKPD dapat dioperasikan dengan baik melalui smartphone, laptop atau komputer					
20	Saya merasa kesulitan dalam mengoperasikan e-LKPD					

Lampiran 28: Kisi-kisi Angket Respon Peserta Didik**Kisi-kisi Angket Respon Peserta Didik**

No	Aspek Penilaian	Pernyataan		No. Item
1.	Kualitas isi	(+) Materi Sistem Koloid yang disajikan dalam e-LKPD mudah dipahami		1
		(+) Penyajian materi dikaitkan dengan fenomena di kehidupan sehari-hari yang menarik		2
		(+) Langkah-langkah kegiatan belajar membantu saya menemukan konsep Sistem Koloid		3
		(+) Adanya menghubungkan materi dengan lingkungan sekitar membuat saya lebih mengenal Sistem Koloid di lingkungan sekitar		4
		(-) Saya kurang memahami materi Sistem Koloid disajikan dalam e-LKPD		5
		(-) Langkah-langkah kegiatan belajar yang terdapat dalam e-LKPD membingungkan		6
2.	Tampilan	(+) Tampilan e-LKPD sangat menarik		7
		(+) Jenis dan ukuran huruf yang digunakan jelas dan mudah dibaca		8
		(+) Bahasa yang digunakan sederhana mudah untuk dipahami		9

		(+)	Video yang disajikan jelas dan membantu saya dalam memahami materi	10
		(-)	Kombinasi dan tata letak tulisan, gambar, dan video kurang menarik dan membosankan	11
3.	Kebermanfaatan	(+)	e-LKPD membantu saya untuk belajar kapan saja dan dimana saja	12
		(+)	e-LKPD sangat memberikan manfaat dan wawasan pengetahuan bagi saya	13
4.	Minat Belajar	(+)	e-LKPD berbasis PBL meningkatkan minat saya untuk mempelajari Sistem Koloid	14
		(+)	Saya tertarik apabila e-LKPD berbasis PBL digunakan dalam pembelajaran	15
		(-)	e-LKPD membuat saya malas belajar karena banyak latihan soal yang perlu diselesaikan	16
		(-)	Saya merasa jenuh belajar menggunakan e-LKPD berbasis PBL	17
5.	Penggunaan	(+)	Saya dapat mengoperasikan eLKPD dengan mudah	18
		(+)	e-LKPD dapat dioperasikan dengan baik melalui <i>smartphone</i> , laptop atau komputer	19
		(-)	Saya merasa kesulitan dalam mengoperasikan e-LKPD	20

Keterangan Respon:

No	Pernyataan	Jawaban	Skor
1	Positif	Sangat setuju	
		Setuju	
		Kurang setuju	
		Tidak setuju	
		Sangat tidak setuju	
2	Negatif	Sangat setuju	
		Setuju	
		Kurang setuju	
		Tidak setuju	
		Sangat tidak setuju	

Lampiran 29: Hasil Angket Peserta Didik

Uraian	Skor Responden																						
	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	R13	R14	R15	R16	R17	R18	R19	R20	R21	R22	R23
1	5	5	5	5	4	4	4	5	4	4	4	5	4	4	4	5	5	5	4	4	5	5	3
2	5	5	5	5	4	4	5	5	5	4	4	5	4	4	4	5	4	5	4	4	5	5	4
3	4	4	4	4	4	5	4	5	5	4	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	5	5	4
4	4	2	4	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4	5	5	5	4	4	4	4	4
5	5	5	4	4	3	5	3	3	5	3	4	4	4	4	4	4	3	2	2	3	3	3	2
6	2	2	5	5	3	5	4	4	5	2	4	5	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3
7	5	5	4	4	5	4	5	5	5	4	5	4	5	5	5	5	4	4	5	4	4	4	4
8	4	4	5	5	5	4	5	4	5	5	4	5	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4
9	5	5	4	4	5	4	5	5	4	5	4	4	4	4	4	5	5	3	5	4	4	4	4
10	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	4	5	4	4	4	5	4	3	4	4	4	4	3
11	2	4	5	5	4	4	5	5	5	4	4	5	4	4	4	4	3	4	5	3	3	3	2
12	4	4	4	4	5	4	4	5	5	4	4	4	5	5	5	5	4	4	5	4	4	4	4
13	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	4	4	4	4	4	5	4	5	4	4	4	4	3
14	4	4	4	4	4	4	3	4	4	5	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4	3
15	2	4	4	4	4	5	4	4	5	5	4	4	4	4	4	5	4	5	5	4	4	4	4
16	5	5	4	4	4	4	3	4	5	5	4	4	4	4	4	4	3	3	4	3	3	3	2
17	2	4	5	5	4	4	3	4	5	5	4	5	4	4	4	4	3	4	4	3	3	3	4
18	5	5	4	4	5	3	3	4	4	5	4	5	4	4	4	5	4	3	5	4	4	4	2
19	4	4	5	5	5	4	5	5	5	5	4	5	4	4	4	5	5	5	4	4	4	4	4
20	5	5	5	5	5	3	5	5	5	5	5	5	4	4	4	5	3	4	5	2	3	5	5
Umlah Sko	81	85	89	89	86	83	83	89	95	88	82	90	82	82	82	95	79	79	84	73	77	79	68

Lampiran 30: Hasil Analisis Respon Peserta Didik

A. Perhitungan Skor Penilaian Keseluruhan

Jumlah indikator	: 20 butir
Skor tertinggi	: $5 \times 20 = 100$
Skor terendah	: $1 \times 20 = 20$
X_i	: $\frac{1}{2} (100 + 20) = 60$
S_{bi}	: $\frac{1}{6} (100 - 20) = 13,3$
X	: 83,48

$$X_i + 1,8 S_{bi} = 60 + 1,8 (13,3) = 83,94$$

$$X_i + 0,6 S_{bi} = 60 + 0,6 (13,3) = 67,98$$

$$X_i - 1,8 S_{bi} = 60 - 0,6 (13,3) = 52,02$$

$$X_i - 0,6 S_{bi} = 60 - 1,8 (13,3) = 36,06$$

Tabel Perhitungan Kriteria Penilaian Kualitas

Rentang Skor (i)	Kategori Kualitas
$\bar{X} > 83,94$	Sangat Baik (SB)
$67,98 < \bar{X} \leq 83,99$	Baik (B)
$52,02 < \bar{X} \leq 67,98$	Cukup (C)
$36,06 < \bar{X} \leq 52,02$	Kurang (K)
$\bar{X} \leq 36,06$	Sangat Kurang (SK)

Kategori kualitas : Baik (B)

$$\% \text{Hasil Keseluruhan Aspek} = \frac{\text{skor rata-rata keseluruhan}}{\text{skor maksimal seluruh aspek}} \times 100\%$$

$$\frac{83,48}{100} \times 100\% = 83,4\%$$

B.Perhitungan Skor Penilaian tiap aspek

1. Aspek kualitas isi

Jumlah indikator	: 6 butir
Skor tertinggi	: $5 \times 6 = 30$
Skor terendah	: $1 \times 6 = 6$
\bar{X}_i	: $\frac{1}{2} (30+6) = 18$
S_{bi}	: $\frac{1}{6} (30-6) = 4$
\bar{X}	: 24,52

$$\bar{X}_i + 1,8 S_{bi} = 18 + 1,8 (4) = 25,2$$

$$\bar{X}_i + 0,6 S_{bi} = 18 + 0,6 (4) = 20,4$$

$$\bar{X}_i - 1,8 S_{bi} = 18 - 0,6 (4) = 15,6$$

$$\bar{X}_i - 0,6 S_{bi} = 18 - 1,8 (4) = 10,8$$

Rentang Skor (i)	Kategori Kualitas
$\bar{X} > 25,2$	Sangat Baik (SB)
$20,4 < \bar{X} \leq 25,2$	Baik (B)
$15,6 < \bar{X} \leq 20,4$	Cukup (C)
$10,8 < \bar{X} \leq 15,6$	Kurang (K)
$\bar{X} \leq 10,8$	Sangat Kurang (SK)

Kategori kualitas : Baik (B)

$$\% \text{ Hasil Penilaian Tiap Aspek} = \frac{\text{skor rata-rata keseluruhan}}{\text{skor maksimal seluruh aspek}} \times 100\%$$

$$= \frac{24,52}{30} \times 100\% = 81,7\%$$

2. Aspek tampilan

Jumlah indikator	: 5 butir
Skor tertinggi	: $5 \times 5 = 25$
Skor terendah	: $1 \times 5 = 5$
\bar{X}_i	: $\frac{1}{2} (25 + 5) = 15$
S_{bi}	: $\frac{1}{6} (25 - 5) = 3,33$
\bar{X}	: 21,57

$$\bar{X}_i + 1,8 S_{bi} = 15 + 1,8 (3,33) = 20,99$$

$$\bar{X}_i + 0,6 S_{bi} = 15 + 0,6 (3,33) = 16,99$$

$$X_i - 1,8 S_{bi} = 15 - 0,6 (3,33) = 13,00$$

$$X_i - 0,6 S_{bi} = 15 - 1,8 (3,33) = 9,00$$

Rentang Skor (i)	Kategori Kualitas
$\bar{X} > 20,99$	Sangat Baik (SB)
$16,99 < \bar{X} \leq 20,99$	Baik (B)
$13,00 < \bar{X} \leq 16,99$	Cukup (C)
$9,00 < \bar{X} \leq 13,00$	Kurang (K)
$\bar{X} \leq 9,00$	Sangat Kurang (SK)

Kategori kualitas : Sangat Baik (SB)

$$\% \text{ Hasil Penilaian Tiap Aspek} = \frac{\text{skor rata-rata keseluruhan}}{\text{skor maksimal seluruh aspek}} \times 100\%$$

$$\frac{21,57}{25} \times 100\% = 86,28\%$$

3. Aspek kebermanfaatan

Jumlah indikator	: 2
Skor tertinggi	: $5 \times 2 = 10$
Skor terendah	: $1 \times 2 = 2$
X_i	: $\frac{1}{2} (5+2) = 3,5$
S_{bi}	: $\frac{1}{6} (5-2) = 1,5$
\bar{X}	: 8,48

$$X_i + 1,8 S_{bi} = 3,5 + 1,8 (1,5) = 6,2$$

$$X_i + 0,6 S_{bi} = 3,5 + 0,6 (1,5) = 4,4$$

$$X_i - 1,8 S_{bi} = 3,5 - 0,6 (1,5) = 2,6$$

$$X_i - 0,6 S_{bi} = 3,5 - 1,8 (1,5) = 0,8$$

Rentang Skor (i)	Kategori Kualitas
$\bar{X} > 6,2$	Sangat Baik (SB)
$4,4 < \bar{X} \leq 6,2$	Baik (B)
$2,6 < \bar{X} \leq 4,4$	Cukup (C)
$0,8 < \bar{X} \leq 2,6$	Kurang (K)
$\bar{X} \leq 0,8$	Sangat Kurang (SK)

Kategori kualitas : Sangat Baik (SB)

$$\% \text{ Hasil Penilaian Tiap Aspek} = \frac{\text{skor rata-rata keseluruhan}}{\text{skor maksimal seluruh aspek}} \times 100\%$$

$$\frac{8,48}{10} \times 100\% = 8,48\%$$

4. Aspek minat belajar

Jumlah indikator	: 4 butir
Skor tertinggi	: $5 \times 4 = 20$
Skor terendah	: $1 \times 4 = 4$
X_i	: $\frac{1}{2} (20+4) = 12$
S_{bi}	: $\frac{1}{6} (20-4) = 2,67$
\bar{X}	: 15,91

$X_i + 1,8 S_{bi}$	$= 12 + 1,8 (2,67) = 16,80$
$X_i + 0,6 S_{bi}$	$= 12 + 0,6 (2,67) = 13,60$
$X_i - 1,8 S_{bi}$	$= 12 - 0,6 (2,67) = 10,4$
$X_i - 0,6 S_{bi}$	$= 12 - 1,8 (2,67) = 7,2$

Rentang Skor (i)	Kategori Kualitas
$\bar{X} > 16,80$	Sangat Baik (SB)
$13,60 < \bar{X} \leq 16,80$	Baik (B)
$10,4 < \bar{X} \leq 13,60$	Cukup (C)
$7,2 < \bar{X} \leq 10,4$	Kurang (K)
$\bar{X} \leq 7,2$	Sangat Kurang (SK)

Kategori kualitas : Baik (B)

$$\% \text{ Hasil Penilaian Tiap Aspek} = \frac{\text{skor rata-rata keseluruhan}}{\text{skor maksimal seluruh aspek}} \times 100\%$$

$$\frac{15,91}{20} \times 100\% = 79,55\%$$

5. Aspek penggunaan

Jumlah indikator : 3 butir

$$\text{Skor tertinggi} : 5 \times 3 = 15$$

$$\text{Skor terendah} : 1 \times 3 = 3$$

$$X_i : \frac{1}{2} (15 + 3) = 9$$

$$S_{bi} : \frac{1}{6} (15 - 3) = 2$$

$$\bar{X} : 13$$

$$X_i + 1,8 S_{bi} = 9 + 1,8 (2) = 12,6$$

$$X_i + 0,6 S_{bi} = 9 + 0,6 (2) = 10,2$$

$$X_i - 1,8 S_{bi} = 9 - 0,6 (2) = 7,8$$

$$X_i - 0,6 S_{bi} = 9 - 1,8 (2) = 5,4$$

Rentang Skor (<i>i</i>)	Kategori Kualitas
$\bar{X} > 12,6$	Sangat Baik (SB)
$10,2 < \bar{X} \leq 12,6$	Baik (B)
$7,8 < \bar{X} \leq 10,2$	Cukup (C)
$5,4 < \bar{X} \leq 7,8$	Kurang (K)
$\bar{X} \leq 5,4$	Sangat Kurang (SK)

Kategori kualitas : Sangat Baik (B)

$$\% \text{ Hasil Penilaian Tiap Aspek} : \frac{\text{skor rata-rata keseluruhan}}{\text{skor maksimal seluruh aspek}} \times 100\%$$

$$\frac{13}{15} \times 100\% = 86,6\%$$

Lampiran 31 : Surat Permohonan Izin Riset



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

Alamat: Jl. Prof. Dr. Hamka Km. 1 Semarang Telo. 024 76413366 Semarang 50185
 E-mail: is@walisongo.ac.id Web: <http://fsi.walisongo.ac.id>

Nomor : B.7188/Un.10.8/K/SP.01.08/10/2022 Semarang, 24 Oktober 2022
 Hal : Permohonan Izin Riset
 Lamp : Proposal Skripsi

Kepada Yth,
 Kepala Sekolah MAN 2 Kota Semarang
 di tempat

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Diberitahukan dengan hormat dalam rangka penulisan skripsi Prodi Pendidikan Kimia pada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang, bersama ini kami sampaikan saudara :

Nama : Della Refni
 NIM : 1808076008
 Fakultas/Jurusan : Sains dan Teknologi/ Pendidikan Kimia.
 Judul Skripsi : Pengembangan E-LKPD Sistem Koloid Berbasis Problem Based Learning (PBL) Terintegrasi Green Chemistry.
 Dosen Pembimbing : 1. Hanifah Setiowati, M.Pd
 2. Sri Mulyanti, M.Pd

Untuk melaksanakan riset di sekolah Bapak/Ibu pimpin yang akan dilaksanakan tanggal 25 Oktober – 4 November 2022, maka kami mohon berkenan diijinkan mahasiswa dimaksud. Demikian atas perhatian dan kerjasamanya disampaikan terima kasih.
 Wassalamu'alaikum Wr. Wb.



Dekan
 Fakultas Sains dan Teknologi
 UIN Walisongo Semarang
 Widy. Kharis, SH., MH
 NIP. 196910171994031002

Tembusan Yth:
 1. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo (sebagai laporan)
 2. Arsip

Lampiran 32 : Surat Telah Melalukan Riset



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
KANTOR KEMENTERIAN AGAMA KOTA SEMARANG
MADRASAH ALIYAH NEGERI 2
 Jalan Banglanyu Raya Dukuh Semarang
 Telpok (024) 6995440 Faksimil (024) 6995440
 e-mail man2@nmg2@man2.sch.id Website www.man2nmg.sch.id



SURAT KETERANGAN

Nomor : 2071/Ma.11.33.02/TL.00/10/2022

Berdasarkan surat permohonan izin riset dari UIN Walsongo Semarang,
 Nomor : B.7185/Un.10.8/K/SP.01.08/10/2022, Tanggal : 24 Oktober 2022, Kepala MAN 2
 Kota Semarang :

Nama	Drs. H. Junaedi, M.Pd
Jabatan	Kepala Madrasah
Pangkat / Golongan	Pembina Tingkat I / IV b
Unit Kerja	MAN 2 Kota Semarang

Menerangkan bahwa mahasiswa atas :

Nama	Della Refni
NPM	1606076008
Universitas	UIN Walsongo Semarang
Prodi	S1 Pendidikan Kimia

Telah melaksanakan Penelitian sesuai dengan prosedur untuk keperluan penulisan
 Skripsi di MAN 2 Kota Semarang mulai tanggal 25 Oktober 2022 sampai dengan 29
 Oktober 2022 dengan judul :

**"PENGEMBANGAN E-LKPD SISTEM KOLLOID BERBASIS PROBLEM BASED
 LEARNING (PBL) TERINTEGRASI GREEN CHEMISTRY"**

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Semarang, 29 Oktober 2022
 Kepala,



Drs. Junaedi, M.Pd
 196508021996031001

Lampiran 33: Dokumentasi Pembelajaran Tatap Muka

Riwayat Hidup

i. Identitas Diri

Nama : Della Refni
TTL : Piladang, 7 Maret 1999
Alamat Rumah : Piladang. Kec. Akabiluru. Kab. Lima
Puluh Kota. Sumatera Barat
Hp : 085758430746
E-mail : dellarefni0703@gmail.com
Instagram : Della Refni

ii. Riwayat Pendidikan

- a. TK Tunas Harapan Piladang
- b. Madrasah Ibtidaiyah Swasta Piladang
- c. SMP N 3 Kecamatan Akabiluru
- d. SMA N 1 Kecamatan Akabiluru
- e. UIN Walisongo Semarang

Semarang, Desember 2022



Della Refni
NIM : 1808076008

