

Pengembangan LKPD Berorientasi Kimia Hijau untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kreatif pada Materi Larutan Elektrolit dan Nonelektrolit

Development of Green Chemistry Worksheets to Train Creative Thinking Skills on Electrolyte and Non-Electrolyte Solution Topics

Sintia Nur Aeni^{1*} and Mitarlis¹

¹ Chemistry Education, Faculty of Mathematics and Natural Science, Universitas Negeri Surabaya, Jl. Ketintang, Ketintang, Gayungan, Surabaya, Indonesia. 60231.

* sintia580@gmail.com

Received on:

1st April 2024

Revised till:

27th June 2024

Accepted on:

28th June 2024

Publisher version

published on:

4th July 2024

ABSTRACT

This research aims to produce and determine the feasibility of a green chemistry-oriented LKPD that can train creative thinking skills on electrolyte and non-electrolyte solution materials. We conducted this research at SMA Muhammadiyah 2 Surabaya with class XI MIPA 9 students, who exhibited diverse abilities and received electrolyte and non-electrolyte solution materials. There are three green chemistry principles applied in the development of this student worksheet, namely green chemistry principles number 1, 7, and 12. The 4-D development model, comprising four stages: define, design, develop, and disseminate, serves as the research method. However, this research solely focuses on the development phase. The feasibility of student worksheets is reviewed based on the criteria of validity, practicality, and effectiveness. The validation results for the content validity criteria yielded a mode score of 5, while the construct validity received a mode score of 4, indicating its validity. The practicality of student worksheets was reviewed based on the results of student response questionnaires, student activities, and learning implementation, each of which received a percentage of 97.05%, 95.28%, and 92.59% in the very practical category. The N-gain value, with a score of 0.74 in the high category, demonstrates the effectiveness of the student worksheets. The results of the data analysis indicate that the student worksheet developed is feasible for use because it meets the criteria for validity, practicality, and effectiveness.

KEYWORDS

Student worksheets, green chemistry, creative thinking skills, electrolyte and nonelectrolyte

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan dan menentukan kelayakan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) berorientasi kimia hijau yang dapat meningkatkan keterampilan berpikir kreatif pada materi larutan elektrolit dan nonelektrolit. Penelitian ini dilakukan di SMA Muhammadiyah 2 Surabaya pada peserta didik kelas XI MIPA 9 yang memiliki kemampuan beragam dan telah menerima materi larutan elektrolit dan non-elektrolit. Terdapat tiga prinsip kimia hijau yang diterapkan pada pengembangan LKPD ini, yaitu prinsip kimia hijau nomor 1, 7, dan 12. Metode penelitian yang digunakan adalah model pengembangan 4-D (four D) yang terdiri dari empat tahap yaitu, pendefinisian, perancangan, pengembangan, dan penyebaran. Namun, penelitian ini dibatasi sampai tahap pengembangan. Kelayakan LKPD yang dikembangkan ditinjau dari kriteria kevalidan, kepraktisan, dan keefektifan. Hasil validitas isi memperoleh skor modus 5 dan validitas konstruk memperoleh skor modus 4, sehingga dinyatakan valid. Kepraktisan LKPD ditinjau dari hasil angket respon peserta didik, aktivitas peserta didik, dan keterlaksanaan pembelajaran yang masing-masing mendapatkan persentase sebesar 97.05%, 95.28%, dan 92.59% dengan kategori sangat praktis. Keefektifan LKPD ditinjau dari nilai N-gain yang memperoleh skor sebesar 0.74 dengan kategori tinggi. Hasil analisis data menunjukkan bahwa LKPD yang dikembangkan layak digunakan karena telah memenuhi kriteria kevalidan, kepraktisan, dan keefektifan.

KATA KUNCI

LKPD, kimia hijau, keterampilan berpikir kreatif, elektrolit dan nonelektrolit.



<https://doi.org/10.24036/ekj.v6.i2.a520>

1. PENDAHULUAN

Kualitas Sumber Daya Manusia (SDM) perlu diperhatikan terutama pada kemampuan kerja tim, kesadaran budaya, kemampuan komunikasi, literasi, memiliki minat dan motivasi belajar, rasa keingintahuan yang besar, berpikir kritis, dan kreativitas. Hal ini selaras terhadap tujuan pendidikan nasional yang tercantum dalam Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 20 Tahun 2003 Bab II Pasal 3 yang mengamanatkan adanya program-program untuk mempersiapkan SDM berkualitas, terampil, serta mampu menguasai keahlian pada abad ke-21^[1]. Sejalan dengan amanat UU tersebut, penerapan kurikulum 2013 diharapkan mampu menjadikan peserta didik untuk lebih kreatif, kritis, produktif, komunikatif, kolaboratif, afektif melalui penguatan pengetahuan, mandiri, serta kompetensi yang terintegrasi dengan nilai-nilai karakter diri^[2], salah satunya adalah dengan menggunakan LKPD.

Penggunaan LKPD dapat dijadikan solusi bagi pendidik, sehingga bisa menstimulasi peserta didik agar memiliki keaktifan pada proses pembelajaran^[3]. Penggunaan LKPD pada pelajaran kimia mendorong peserta didik untuk terlibat dan berpartisipasi aktif selama kegiatan pembelajaran. LKPD juga dapat membantu pendidik untuk mengarahkan peserta didik secara sistematis melalui berbagai rangkaian aktivitas atau kegiatan sehingga peserta didik memiliki ketertarikan dalam mempelajari kimia^[3]. Salah satu pendekatan yang relevan dalam hal ini adalah kimia hijau, yang tidak hanya meningkatkan keterlibatan peserta didik tetapi juga mengajarkan mereka tentang pentingnya keberlanjutan lingkungan.

Kimia hijau (*green chemistry*) bisa dijadikan salah satu opsi alternatif dalam merealisasikan pembelajaran kimia yang berwawasan lingkungan^[4]. Meskipun materi kimia hijau belum masuk dalam kurikulum 2013, pembelajaran kimia berorientasi kimia hijau dapat diaplikasikan pada proses belajar kimia di sekolah menengah di Indonesia^[5]. Sekolah menengah dan perguruan tinggi harus merancang proses belajar kimia yang terintegrasi prinsip-prinsip kimia hijau pada pembelajaran teoritis maupun kegiatan praktikum di laboratorium^[4]. Menerapkan prinsip-prinsip kimia hijau tidak hanya memberikan manfaat lingkungan tetapi juga membekali peserta didik dengan pemahaman mendalam tentang isu-isu keberlanjutan dan tanggung jawab lingkungan.

Menerapkan prinsip-prinsip kimia hijau pada pembelajaran kimia bisa dijadikan sebagai strategi yang signifikan untuk meningkatkan pengetahuan peserta didik mengenai persoalan dan isu lingkungan^[6]. Prinsip-prinsip ini juga membantu mengurangi limbah praktikum yang dihasilkan serta dapat memperkecil kemungkinan terjadinya kecelakaan kerja di laboratorium^[7], yang merupakan aspek penting dari pendidikan kimia yang bertanggung jawab. Dari 12 prinsip-prinsip kimia hijau, terdapat beberapa prinsip

kimia hijau yang dapat diintegrasikan dalam pembelajaran kimia, yaitu: mencegah timbulnya limbah (1), mendesain pemakaian energi yang efisien (6), menggunakan bahan baku terbarukan (7), mendesain bahan kimia dan produk yang mudah terdegradasi (10), menggunakan metode analisis secara langsung dalam mencegah polusi (11) dan selalu menciptakan situasi yang lebih aman saat menggunakan bahan kimia untuk menghindari kecelakaan kerja (12)^[8]. Peneliti memilih prinsip kimia hijau nomor 1, 7, dan 12 untuk diterapkan pada pengembangan LKPD ini, dengan harapan dapat membekali peserta didik dengan keterampilan dan pengetahuan yang diperlukan untuk menghadapi tantangan lingkungan masa depan.

Observasi pra penelitian yang dihasilkan pada SMA Muhammadiyah 2 Surabaya memperlihatkan bahwa peserta didik belum paham terkait istilah kimia hijau (*green chemistry*) karena istilah ini relatif masih baru dalam materi pembelajaran. Berdasarkan hasil angket pra penelitian diperoleh data sebanyak 92.86% peserta didik tidak mengetahui istilah kimia hijau. Selain itu, terdapat 100% peserta didik menjawab bahwa LKPD yang dilengkapi dengan prinsip-prinsip kimia hijau belum pernah digunakan. Hal ini menunjukkan perlunya pengenalan dan integrasi kimia hijau dalam proses pembelajaran kimia di sekolah.

LKPD yang terintegrasi dengan kimia hijau dapat membuat peserta didik bersikap proaktif selama proses belajar serta dapat mengembangkan kompetensi atau kemampuan kreativitas yang dimiliki. Peserta didik diharap mampu merumuskan suatu permasalahan, bereksperimen atau melakukan uji coba, menganalisis data, serta membentuk suatu simpulan dalam menyelesaikan permasalahan^[9]. Ranah atau domain kompetensi dalam interpretasi data dan petunjuk ilmiah pada LKPD didukung oleh teori pembelajaran penemuan Bruner, yang menyatakan bahwa peserta didik sebaiknya belajar melalui eksperimen di laboratorium sehingga peserta didik dapat mengungkap atau menemukan prinsip, konsep, gagasan, atau ide baru^[10].

Peran laboratorium dalam pembelajaran kimia sangat penting, oleh sebab itu peserta didik harus memiliki kemampuan berpikir tingkat tinggi, salah satunya adalah keterampilan berpikir kreatif^[7]. Keterampilan berpikir kreatif sangat penting untuk dikuasai oleh peserta didik pada aspek kompetensi abad ke-21^[11]. Rosa dan Pujianti (2017) mengartikan bahwa dalam ilmu kimia, keterampilan berpikir kreatif mengacu kemampuan untuk menyampaikan pemikiran tentang konsep kimia melalui proses berpikir atau kemampuan mencari solusi dan memecahkan masalah mengenai tantangan kimia melalui berbagai cara yang kreatif dan inovatif^[12]. Ciri-ciri peserta didik yang memiliki keterampilan berpikir kreatif yaitu mempunyai kemampuan dalam menganalisis permasalahan dengan lancar, mengemukakan gagasan atau ide baru, dan mengorganisasikan informasi untuk

masalah melalui kegiatan praktikum di laboratorium sehingga dapat membantu peserta didik dalam menguji konsep pembelajaran yang telah dipelajari sebelumnya^[13].

Saat ini, fungsi laboratorium bukan hanya sekedar menggunakan peralatan dan bahan yang terdapat di laboratorium, tetapi juga mencakup kegiatan seperti merancang atau menyusun prosedur praktikum alternatif yang dapat diintegrasikan dengan prinsip kimia hijau^[7]. Pembelajaran kimia berbasis laboratorium kimia hijau dapat meningkatkan perhatian peserta didik terhadap lingkungan, yang kemudian dapat menumbuhkan kreativitas dan keterampilan berpikir kreatif peserta didik dalam merancang praktikum mandiri berbasis kimia hijau^[14]. Materi “Larutan Elektrolit dan Nonelektrolit” termasuk salah satu materi dalam pelajaran kimia yang dapat diterapkan dengan metode praktikum, hal ini bertujuan untuk mendorong peserta didik dalam mengembangkan keterampilan berpikirnya^[15].

Salah satu karakteristik materi ini adalah mengharuskan peserta didik untuk membentuk suatu prosedur dan melakukan percobaan guna menemukan konsep dari materi larutan elektrolit dan nonelektrolit. Hal ini memungkinkan peserta didik dapat mengklasifikasikan beberapa macam larutan sesuai dengan konduktivitas listriknya dan memahami sebab atau alasan terjadinya perbedaan kemampuan konduktivitas listrik pada beberapa macam larutan^[16].

Materi “Larutan Elektrolit dan Nonelektrolit” dapat diintegrasikan dengan prinsip-prinsip kimia hijau (*green chemistry*) karena alat uji yang digunakan dalam kegiatan praktikum merupakan alat yang sederhana, murah dan mudah didapatkan. Hal ini memungkinkan peserta didik untuk meningkatkan kreativitasnya dalam merakit atau merancang alat uji larutan elektrolit dan nonelektrolit^[15]. Disamping itu, bahan yang dipergunakan dalam praktikum ini termasuk bahan yang ramah lingkungan seperti larutan gula, larutan garam, dan larutan cuka^[15]. Aplikasi dari materi larutan elektrolit dan nonelektrolit sering kali menggunakan alat uji daya hantar listrik seperti baterai, yang tidak ramah lingkungan. Oleh karena itu, peserta didik perlu dibimbing untuk mengembangkan inovasi seperti penggunaan sumber energi yang berasal dari buah-buahan sebagai energi alternatif yang ramah lingkungan^[17].

Model pembelajaran berbasis proyek (PJBL) menjadi salah satu model belajar yang mampu menjadikan peserta didik memiliki kreativitas pada pembelajaran larutan elektrolit^[11]. Penelitian oleh Mítarlis dkk. (2022) menyimpulkan bahwa rancangan pembelajaran kimia berorientasi kimia hijau dapat diterapkan menggunakan metode praktikum dengan model pembelajaran berbasis masalah (PBL), pembelajaran berbasis proyek (PJBL), atau model pembelajaran kontekstual (CTL), serta model

pembelajaran inkuiri^[5]. Dengan demikian, peneliti memilih menerapkan model pembelajaran PJBL yang bertujuan untuk lebih menekankan kreativitas dan keaktifan peserta didik dalam proses pembelajaran.

Hasil penelitian dari Fahmi dan Wuryandini (2020) menunjukkan bahwa penerapan pembelajaran larutan elektrolit berbasis proyek di SMA dapat meningkatkan keterampilan berpikir kreatif peserta didik sebesar 8.8%, dengan indikator keberhasilan yang baik. Pada siklus 1, keterampilan berpikir kreatif peserta didik memperoleh persentase sebesar 77.9% (cukup) dan meningkat pada siklus 2 dengan persentase sebesar 86.8% (baik)^[11]. Peningkatan tersebut juga disertai dengan meningkatnya perilaku belajar menjadi lebih baik^[11]. Namun, penelitian tersebut belum menerapkan penggunaan LKPD yang terintegrasi dengan prinsip kimia hijau. Oleh karena itu, pengembangan LKPD ini bertujuan untuk menyempurnakan penelitian sebelumnya dengan menerapkan prinsip-prinsip kimia hijau pada materi larutan elektrolit dan nonelektrolit, untuk lebih meningkatkan keterampilan berpikir kreatif peserta didik.

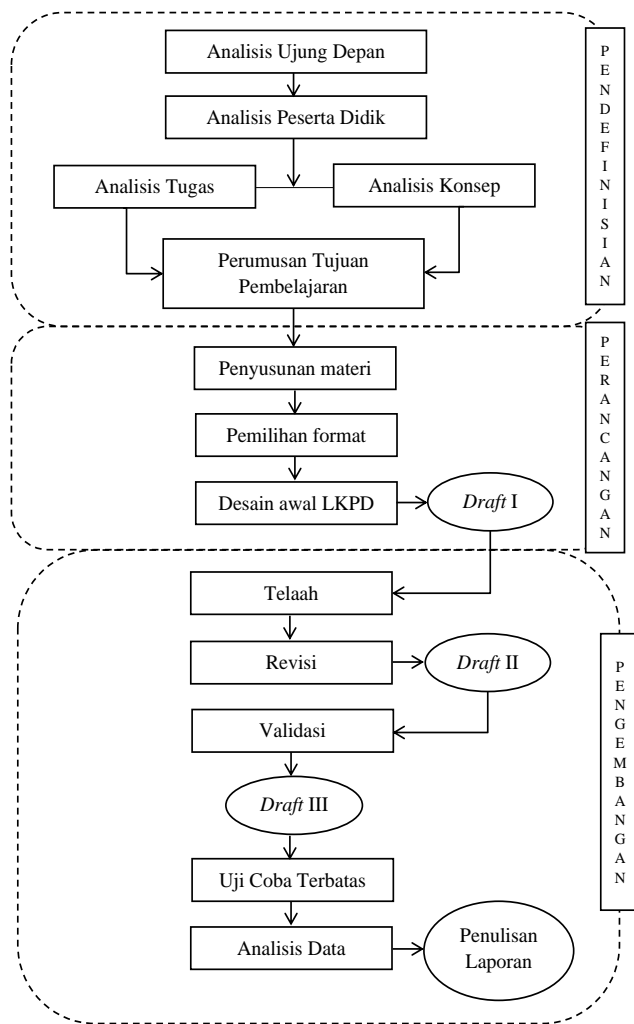
Berdasarkan permasalahan yang telah dijabarkan, maka tujuan penelitian ini adalah untuk mengembangkan dan menentukan kelayakan LKPD yang dapat meningkatkan keterampilan berpikir kreatif pada materi larutan elektrolit dan nonelektrolit.

2. METODE

2.1 Desain Penelitian

Jenis penelitian ini merupakan penelitian pengembangan pada bidang pendidikan melalui penggunaan desain pengembangan 4-D (*Four D Models*) yaitu desain yang diterapkan untuk mengembangkan suatu model pembelajaran. Desain pengembangan 4-D diuraikan dalam 4 tahapan penting yakni: *Define* (pendefinisian), *Design* (perancangan), *Develop* (pengembangan) dan *Disseminate* (penyebaran). Namun, penggunaan desain tersebut hanya dibatasi hingga tahapan pengembangan.

Penerapan langkah utama dalam penelitian ini tidak hanya menurut versi asli tetapi disesuaikan dengan karakteristik subjek, tempat asal dan kebutuhan pengembangan di lapangan. Alasan peneliti memilih model pengembangan 4-D dikarenakan tahapannya tersusun secara terprogram, sederhana, mudah dipahami dan implementasinya lebih sistematis. Selain itu, model pengembangan ini biasanya digunakan untuk pengembangan buku atau bahan ajar. Desain penelitian pengembangan LKPD ini mengacu pada desain pengembangan 4-D yang disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Tahapan Desain Pengembangan 4-D (Four D Models) dari S. Thiagarajan yang dimodifikasi oleh Ibrahim^[18].

2.2 Subjek/objek Penelitian

Subjek dalam penelitian ini yaitu peserta didik kelas XI MIPA 9 di SMA Muhammadiyah 2 Surabaya pada semester genap tahun ajaran 2023/2024. Target dari pelaksanaan penelitian ini yaitu model pembelajaran yang pengembangannya dilakukan melalui Lembar Kerja Peserta Didik Berorientasi Kimia Hijau untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kreatif pada Materi Larutan Elektrolit dan Nonelektrolit sebagai penunjang pembelajaran kimia.

2.3 Instrumen Penelitian

Kelayakan pada pengembangan LKPD berorientasi kimia hijau dipertimbangkan dari segi kevalidan, kepraktisan, serta keefektifan. Penelitian ini menerapkan beberapa instrumen penelitian, antara lain: lembar validasi, angket respon peserta didik, lembar observasi aktivitas peserta didik, lembar observasi keterlaksanaan pembelajaran, serta lembar tes keterampilan berpikir kreatif. Penggunaan lembar validasi bertujuan mendapatkan data penilaian dari para validator terkait kevalidan dari pengembangan LKPD yang dipertimbangkan pada kriteria validitas isi dan validitas konstruk. Penggunaan lembar angket respon

peserta didik bertujuan menilai layak tidaknya LKPD tersebut yang dipertimbangkan dari segi keefektifan. Isi dari lembaran ini yaitu tanggapan atau penilaian peserta didik setelah penerapan LKPD yang dikembangkan. Lembar observasi peserta didik adalah instrumen penelitian yang berfungsi untuk mengetahui kegiatan atau aktivitas peserta didik saat proses pembelajaran. Lembar observasi keterlaksanaan pembelajaran merupakan alat ukur yang dipergunakan dengan tujuan mengamati pelaksanaan pengelolaan proses belajar mengajar oleh guru yang disesuaikan dengan fase/sintaks terhadap desain pembelajaran yang diterapkan selama kegiatan belajar. Kedua lembar observasi tersebut diterapkan sebagai bentuk mendukung keefektifan dari pengembangan LKPD. Sedangkan, instrumen lembar tes keterampilan berpikir kreatif berfungsi untuk memperoleh data keefektifan penggunaan LKPD berorientasi kimia hijau terhadap keterampilan berpikir kreatif berupa soal *pretest* dan *posttest* pada materi larutan elektrolit dan nonelektrolit.

2.4 Analisis Data Penelitian

Jika telah mencapai 3 aspek, yakni kevalidan, kepraktisan, serta keefektifan, maka pengembangan dari LKPD yang dilakukan layak untuk digunakan.

2.4.1 Analisis Data Validasi

Kevalidan LKPD diperoleh berdasarkan lembar validasi yang sesuai dengan skor penilaian dari 2 dosen pendidikan kimia yang merupakan validator ahli materi dan 1 guru kimia SMA Muhammadiyah 2 Surabaya yang merupakan validator ahli praktisi. Validitas LKPD dipertimbangkan dari segi validitas isi dan validitas konstruk yang mencakup beberapa kriteria yaitu: kriteria kebahasaan, penyajian, dan kegrafikaan. Validitas LKPD didasarkan pada perhitungan skor skala *Likert* yang disajikan pada Tabel 1^[19].

Tabel 1. Skor skala *Likert*

| Penilaian | Nilai Skala |
|-----------|--------------------|
| 1 | Kurang baik sekali |
| 2 | Kurang baik |
| 3 | Cukup |
| 4 | Baik |
| 5 | Sangat baik |

Validasi yang dihasilkan memperlihatkan data ordinal yang selanjutnya data tersebut dikaji dengan cara menentukan modus pada setiap aspek^[20]. Penilaian yang diberikan validator pada masing-masing aspek disesuaikan pada ketentuan berikut ini. Jika aspek yang dinilai mendapatkan modus skor ≥ 4 dengan kategori baik, maka aspek tersebut dinyatakan valid. Sedangkan, jika aspek yang dinilai mendapatkan modus skor < 4

maka aspek tersebut dinyatakan tidak valid^[20]. Jika terdapat aspek yang belum memenuhi persyaratan valid, maka harus dilakukan perbaikan (revisi) dan selanjutnya dilakukan validasi ulang hingga mencapai kriteria yang ditentukan^[20].

2.4.2 Analisis Data Kepraktisan

Angket respon peserta didik yang dihasilkan dan didukung dari observasi kegiatan peserta didik yang dihasilkan, serta data hasil observasi keterlaksanaan pembelajaran merupakan bentuk penilaian dari kepraktisan LKPD. Penyusunan angket respon diliputi atas pertanyaan positif (+) dan negatif (-) terhadap model pemilihan respon jawaban “Ya” atau “Tidak”. Penilaiannya dihitung dengan skala *Guttman* yang ditampilkan dalam Tabel 2^[19].

Tabel 2. Kriteria skala *Guttman*

| Jawaban | Skor Pertanyaan Positif (+) | Skor Pertanyaan Negatif (-) |
|---------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| Ya | 1 | 0 |
| Tidak | 0 | 1 |

Hasil rekapitulasi berdasarkan skor kriteria skala *Guttman* tersebut kemudian dihitung menggunakan rumus berikut.

$$P = \frac{f}{N} \times 100\%$$

Keterangan:

P = Persentase respon peserta didik

F = Jumlah peserta didik yang merespon pertanyaan positif (+) dengan jawaban “Ya” atau jumlah peserta didik yang merespon pertanyaan negatif (-) dengan jawaban “Tidak”.

N = Jumlah keseluruhan peserta didik

Hasil persentase yang didapatkan dari respon peserta didik dikategorikan dalam kriteria skor skala *Likert* pada Tabel 3^[19].

Tabel 3. Kriteria skor skala *Likert*

| Persentase (%) | Kategori |
|----------------|----------------|
| 0 – 20 | Tidak praktis |
| 21 – 40 | Kurang praktis |
| 41 – 60 | Cukup praktis |
| 61 – 80 | Praktis |
| 81 – 100 | Sangat praktis |

Sesuai dengan kriteria skor skala *Guttman* dalam Tabel 3, maka pengembangan LKPD yang dilakukan dinilai praktis jika hasil persentase dari respon peserta didik yang diperoleh mencapai $\geq 61\%$ dengan kategori praktis.

Data hasil observasi aktivitas peserta didik diperoleh dari uji coba terbatas saat peserta didik menggunakan LKPD berorientasi kimia hijau yang dilakukan selama pembelajaran kemudian dianalisis menggunakan rumus berikut.

$$\% \text{Aktivitas} = \frac{\sum \text{frekuensi aktivitas yang muncul}}{\sum \text{aktivitas keseluruhan}} \times 100$$

Aktivitas peserta didik dapat dinyatakan tercapai dengan baik serta dapat menunjang data kepraktisan LKPD untuk meningkatkan keterampilan berpikir kreatif apabila hasil presentase aktivitas peserta didik yang relevan lebih besar dari pada hasil presentase aktivitas peserta didik yang tidak relevan^[19].

Data yang didapatkan dari hasil observasi keterlaksanaan pembelajaran dipergunakan dalam meninjau pengelolaan pembelajaran yang dijalankan pendidik pada setiap tahapan atau fase pembelajaran. Model pembelajaran yang diterapkan pada penelitian ini yakni pembelajaran berbasis proyek (PjBL), data yang dihasilkan pada setiap tahapan atau fase pembelajaran tersebut dapat dianalisis menggunakan rumus berikut.

$$\% \text{Keterlaksanaan} = \frac{\sum \text{skor aspek yang diamati}}{\sum \text{skor keseluruhan}} \times 100$$

Persentase hasil observasi aktivitas peserta didik dan persentase keterlaksanaan pembelajaran yang dihasilkan, kemudian dikategorikan pada kriteria skor skala *Likert* dalam Tabel 4^[19].

Tabel 4. Kriteria skor skala *Likert*

| Persentase (%) | Kategori |
|----------------|--------------------|
| 0 – 20 | Kurang baik sekali |
| 21 – 40 | Kurang baik |
| 41 – 60 | Cukup baik |
| 61 – 80 | Baik |
| 81 – 100 | Sangat baik |

Sesuai dengan kriteria skor skala *Guttman* dalam Tabel 4, maka data observasi aktivitas peserta didik serta data observasi keterlaksanaan pembelajaran yang diperoleh dinyatakan dapat mendukung kepraktisan LKPD yang dikembangkan

apabila persentase skor yang diperoleh mencapai $\geq 61\%$ dengan kategori baik.

2.4.3 Analisis Data Keefektifan

Keefektifan LKPD dinilai berdasarkan perolehan tes pada keterampilan berpikir kreatif yaitu *pretest* dan *posttest* terkait dengan LKPD yang dikembangkan. Indikator keterampilan berpikir kreatif pada penelitian ini ialah orisinalitas (*originality*), kelancaran (*fluency*), keluwesan (*flexibility*), serta elaborasi (*elaboration*)^[21]. Setiap komponen keterampilan berpikir kreatif dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\% \text{ Indikator KBK} = \frac{\text{skor yang diperoleh}}{\text{skor maksimal}} \times 100$$

Peningkatan keterampilan berpikir kreatif dari *pretest* dan *posttest* bisa dianalisis menggunakan rumusan *N-gain score*. Analisis ini dilakukan untuk mengetahui bagaimana penggunaan LKPD dapat mempengaruhi kemampuan berpikir secara kreatif yang dimiliki peserta didik. Peningkatan yang dihasilkan dari keterampilan berpikir kreatif bisa dihitung menggunakan rumus sebagai berikut.

$$\langle g \rangle = \frac{S_{\text{posttest}} - S_{\text{pretest}}}{S_{\text{maks}} - S_{\text{pretest}}}$$

Keterangan:

$\langle g \rangle$ = Nilai *N-gain score* atau peningkatan keterampilan berpikir kreatif.

S_{posttest} = Skor *posttest*

S_{pretest} = Skor *pretest*

S_{maks} = Skor maksimum (100)

Rumus tersebut dapat diaplikasikan jika data yang diperoleh berdistribusi normal. Nilai *N-gain score* yang diperoleh kemudian diinterpretasikan ke dalam Tabel 5^[22].

Tabel 5. Kriteria *N-gain Score*

| Nilai $\langle g \rangle$ | Kriteria |
|---------------------------|----------|
| $g > 0.7$ | Tinggi |
| $0.7 > g \geq 0.3$ | Sedang |
| $g < 0.3$ | Rendah |

Sesuai dengan kriteria nilai *N-gain score* dalam Tabel 5, maka LKPD berorientasi kimia hijau untuk meningkatkan keterampilan berpikir kreatif pada materi larutan elektrolit dan nonelektrolit dapat dinyatakan efektif apabila diperoleh nilai *N-gain*

$score > 0.7$ dengan kriteria tinggi atau diperoleh nilai $0.7 > N\text{-gain score} \geq 0.3$ dengan kriteria sedang.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengembangan LKPD ini menggunakan desain pengembangan 4-D (*four D*) yang mencakup 4 tahapan utama, yakni: *Define* (pendefinisian), *Design* (perancangan), *Develop* (pengembangan) dan *Disseminate* (penyebaran). Pada penelitian yang dilaksanakan diberikan batasan hingga tahapan pengembangan. Berikut akan diuraikan mengenai hasil dan pembahasan dari tahapan model pengembangan 4-D.

3.1 Tahap Pendefinisian (*define*)

Tahapan pendefinisian dilakukan dengan tujuan menentukan atau mengidentifikasi berbagai keperluan selama kegiatan proses belajar mengajar berlangsung dan menghimpun beragam informasi terkait LKPD sebagai hasil produk pengembangan. Terdapat lima bagian utama pada pembahasan tahap pendefinisian, yakni analisis ujung depan, analisis peserta didik, analisis tugas, analisis konsep, dan perumusan tujuan pembelajaran. Berikut penjelasan terkait lima langkah pokok bahasan dari tahapan pendefinisian.

3.1.1 Analisis Ujung Depan

Melalui analisis ujung depan akan didapatkan informasi faktual, harapan, dan solusi terhadap permasalahan mendasar pada LKPD yang akan dikembangkan. Fakta-fakta yang diperoleh dari hasil angket antara lain, 71.43% peserta didik menginginkan LKPD yang berisikan kegiatan eksperimen/ praktikum, 92.86% peserta didik yang tidak memahami istilah kimia hijau (*green chemistry*). Terdapat 100% peserta didik menjawab bahwa LKPD yang dilengkapi dengan prinsip-prinsip kimia hijau belum pernah digunakan.

Berdasarkan fakta hasil angket peserta didik yang telah dilakukan di SMA Muhammadiyah 2 Surabaya maka perlu dilakukan penelitian pengembangan LKPD berorientasi kimia hijau (*green chemistry*) yang bertujuan meningkatkan keterampilan berpikir kreatif terhadap materi larutan elektrolit dan nonelektrolit. Hal ini didukung dengan penelitian Putri (2019) yang mengungkapkan bahwa sekolah menengah perlu merancang kurikulum pada pembelajaran kimia yang menggabungkan antara pembelajaran berbasis teori dan pembelajaran berbasis praktik di laboratorium dengan menerapkan konsep kimia ramah lingkungan atau prinsip-prinsip kimia hijau^[4].

3.1.2 Analisis Peserta Didik

Analisis peserta didik diterapkan dengan tujuan mengerti setiap karakter dan perilaku awal peserta didik sehingga pengembangan LKPD bisa disesuaikan dengan keterampilan mereka. Analisis peserta didik ini meliputi usia dan perkembangan kognitif peserta didik,

serta kemampuan akademik. Materi larutan elektrolit dan nonelektrolit diberikan pada peserta didik kelas X Sekolah Menengah Atas (SMA) dengan usia rata-rata 15-16 tahun, sehingga dapat dikatakan bahwa peserta didik telah memasuki fase operasional formal yang diketahui dari keterampilan dalam berpikir secara imajiner, penalaran yang rasional, serta menyimpulkan sebuah informasi yang ada^[23]. Peserta didik yang mengikuti uji coba terbatas memiliki kemampuan akademik heterogen dan belum pernah menggunakan LKPD berorientasi kimia hijau untuk meningkatkan keterampilan berpikir kreatif peserta didik.

3.1.3 Analisis Tugas

Analisis tugas diterapkan dengan tujuan melakukan identifikasi berbagai penugasan yang perlu diselesaikan peserta didik selama berlangsungnya aktivitas pembelajaran. Tugas yang akan diberikan pada peserta didik disajikan dalam LKPD yang dikembangkan sesuai dengan konsep kimia ramah lingkungan atau prinsip-prinsip kimia hijau untuk meningkatkan keterampilan berpikir kreatif peserta didik.

Analisis tugas dibagi menjadi 3 aspek yaitu analisis struktur isi, analisis prosedural, dan analisis informasi. Hal yang harus diperhatikan dalam struktur isi yaitu kesesuaian isi kompetensi dasar pada LKPD yang selaras dengan kurikulum 2013 revisi. Tujuan dari analisis prosedural yaitu untuk mengetahui tahapan dalam penyelesaian tugas sesuai dengan LKPD yang dikembangkan. Tujuan dari analisis informasi yaitu untuk mengorganisasikan berbagai tugas yang akan dilakukan peserta didik tiap pertemuan.

3.1.4 Analisis Konsep

Analisis konsep bertujuan mengidentifikasi berbagai konsep penting yang dapat diajarkan pendidik pada peserta didik, analisis konsep yang dihasilkan akan disajikan dalam bentuk peta konsep. Hasil analisis konsep yang telah dirangkum menjadi peta konsep digunakan untuk menunjang perencanaan rangkaian pembelajaran serta kemampuan dalam penguasaan konsep yang harus dicapai oleh peserta didik^[24]. Melalui peta konsep, peserta didik dapat mengetahui materi larutan elektrolit dan nonelektrolit secara garis besar sehingga dapat memahami materi dengan mudah.

3.1.5 Perumusan Tujuan Pembelajaran

Perumusan tujuan pembelajaran bertujuan merencanakan kegiatan belajar mengajar yang disesuaikan dengan Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK) yang telah dibentuk dari analisis konsep dan tugas yang dihasilkan. Melalui tahapan ini, pendidik bisa memonitor kemampuan peserta didik berdasarkan tujuan dan tuntutan kurikulum 2013 revisi.

Berdasarkan rangkaian hasil analisis yang telah dilakukan pada berbagai tahap pendefinisian, maka peneliti melakukan pengembangan LKPD yang

berorientasi kimia hijau sebagai alternatif untuk meningkatkan keterampilan berpikir kreatif peserta didik pada materi larutan elektrolit dan nonelektrolit.

3.2 Tahap Perancangan (*design*)

Tujuan penerapan tahapan perancangan yaitu menyusun bahan ajar berupa LKPD berorientasi kimia hijau dalam meningkatkan keterampilan berpikir kreatif terhadap materi larutan elektrolit dan nonelektrolit. Terdapat tiga bagian utama pada pembahasan tahap perancangan, yakni penyusunan materi, pemilihan format, dan desain awal LKPD. Berikut penjelasan terkait tiga langkah pokok bahasan dari tahap perancangan.

3.2.1 Penyusunan Materi

LKPD sebagai produk bahan ajar yang dikembangkan harus disusun dengan menyesuaikan antara materi dan tujuan pembelajaran yang telah dirumuskan sebelumnya, hal ini bertujuan supaya Kompetensi Dasar (KD) yang menjadi acuan dapat dicapai oleh peserta didik^[17]. Media cetak seperti LKPD dipilih dengan tujuan supaya kegiatan pembelajaran terasa lebih bermakna bagi peserta didik, materi pembelajaran lebih mudah dipahami oleh peserta didik, dan peserta didik dapat menerapkan prinsip-prinsip kimia hijau^[17].

3.2.2 Pemilihan Format

Pemilihan format dimaksudkan dengan tujuan untuk melakukan penyusunan sumber belajar, konteks pembelajaran, penentuan strategi/ metode/ model pembelajaran, serta pendekatan yang diselaraskan dengan karakteristik materi maupun karakteristik peserta didik. Format yang ditampilkan pada LKPD merupakan format yang memiliki struktur menarik, tidak membosankan, penuh dengan warna, simbol atau gambar yang dapat membantu dan menjadikan peserta didik lebih mudah untuk memahami materi pembelajaran yang disajikan pada LKPD. Pemilihan format dalam pengembangan LKPD dapat merujuk pada ketentuan Depdiknas tahun 2008 tentang struktur penyusunan LKPD^[17].

3.2.3 Desain Awal LKPD

Langkah akhir dari tahap perancangan yaitu membuat desain awal LKPD yang disebut sebagai *draft* I.

1) Cover LKPD

Tampilan awal LKPD yang disebut dengan sampul atau *cover* harus merepresentasikan isi dari LKPD yang dikembangkan. Berikut disajikan *cover* LKPD yang ditampilkan dalam Gambar 2.

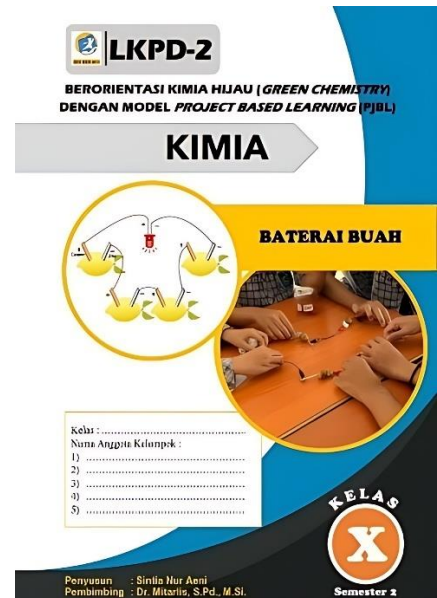


Gambar 2. Tampilan awal LKPD

LKPD ini terdiri dari 2 sub judul, yaitu LKPD-1 dengan judul Uji Daya Hantar Listrik dan LKPD-2 dengan judul Baterai Buah. Berikut disajikan tampilan cover LKPD 1 dan LKPD 2 dalam Gambar 3.



Gambar 3(a). Cover LKPD-1 Uji Daya Hantar Listrik



Gambar 3(b). Cover LKPD-2 Baterai Buah

2) Aspek Kimia Hijau (*Green Chemistry*)

LKPD juga dilengkapi dengan prinsip-prinsip kimia hijau. Prinsip kimia hijau ke-1 yaitu mencegah timbulnya limbah dan prinsip kimia hijau ke-7 yakni penggunaan bahan baku terbarukan diaplikasikan pada saat peserta didik menuliskan alat dan bahan. Sedangkan prinsip kimia hijau ke-12 yaitu mencegah terjadinya kecelakaan kerja diaplikasikan pada saat merancang prosedur percobaan. Contoh aplikasi prinsip kimia hijau pada LKPD disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4. Contoh aplikasi prinsip-prinsip kimia hijau dalam LKPD.

3) Aspek Keterampilan Berpikir Kreatif

LKPD juga dilengkapi dengan fitur keterampilan berpikir kreatif. Contoh fitur keterampilan berpikir kreatif dalam LKPD disajikan pada Gambar 5.



Gambar 5. Contoh fitur keterampilan berpikir kreatif dalam LKPD

3.3 Tahap Pengembangan (*develop*)

Tahap pengembangan dimaksudkan dengan tujuan untuk menghasilkan suatu produk bahan ajar berupa LKPD yang siap untuk diuji coba terbatas pada peserta didik setelah melewati berbagai tahapan.

3.3.1 Tela'ah LKPD

Desain awal LKPD disebut dengan *draft I* kemudian ditelaah oleh satu ahli materi yang merupakan dosen pendidikan kimia FMIPA Universitas Negeri Surabaya. Instrumen lembar telaah berisi petunjuk pengisian dan kriteria komponen LKPD, yaitu kriteria isi, kebahasaan, penyajian, kegrafikaan, dan prinsip kimia hijau. Hasil telaah LKPD berupa saran, komentar, dan masukan akan dijadikan acuan dalam memperbaiki atau merevisi LKPD agar layak digunakan.

Desain awal LKPD atau disebut *draft I* yang telah ditelaah selanjutnya diperbaiki sesuai dengan saran, komentar, atau masukan dari penelaah. Hasil perbaikan atau revisi LKPD *draft I* disebut dengan *draft II* yang selanjutnya akan dilakukan penilaian uji kevalidan LKPD.

3.3.1 Uji Kevalidan LKPD

Uji Kevalidan LKPD dilakukan oleh 3 orang validator yang terdiri dari 2 dosen pendidikan kimia Universitas Negeri Surabaya yang merupakan validator ahli dan 1 guru kimia di SMA Muhammadiyah 2 Surabaya yang merupakan validator praktisi. Validator melakukan penilaian LKPD dengan memberi tanda ceklis pada pilihan kolom skala penilaian antara 1-5 yang telah disediakan pada lembar validasi. Data validasi yang diperoleh merupakan data ordinal, artinya tidak dapat dilakukan (penjumlahan, pengurangan, perkalian, dan pembagian) pada operasi matematika, maka dalam mengolah data hasil validasi dilakukan dengan cara menentukan modus^[20].

Produk pengembangan bahan ajar (LKPD) kemudian dilakukan uji kevalidan yang dipertimbangkan dari kriteria validitas isi (*content validity*) dan validitas konstruk (*construct validity*)^[17]. Validitas isi memuat lima aspek yang dinilai, yaitu

kesamaan konteks LKPD terhadap KD dan indikator yang akan dicapai melalui kurikulum 2013, kesesuaian materi LKPD dengan indikator dan tujuan pembelajaran, ketepatan fenomena/ permasalahan pada LKPD dengan materi pembelajaran, kesesuaian isi LKPD dengan prinsip-prinsip kimia hijau, dan kesesuaian isi LKPD dengan kriteria keterampilan berpikir kreatif. Rekapitulasi hasil dari kriteria validitas konstruk pada pengembangan LKPD yang ditampilkan dalam Tabel 6.

Tabel 6. Rekapitulasi hasil validitas isi

| No | Aspek yang dinilai | Penilaian | | | Modus | Kategori |
|----|--|-----------|----|----|-------|-------------|
| | | V1 | V2 | V3 | | |
| 1 | Kesesuaian isi LKPD dengan KD dan indikator yang akan dicapai dengan kurikulum 2013. | 4 | 4 | 5 | 4 | Baik |
| 2 | Kesesuaian materi LKPD dengan indikator dan tujuan pembelajaran. | 4 | 4 | 5 | 4 | Baik |
| 3 | Ketepatan fenomena/ permasalahan pada LKPD dengan materi pembelajaran. | 4 | 5 | 5 | 5 | Sangat baik |
| 4 | Kesesuaian isi LKPD dengan prinsip-prinsip kimia hijau. | 5 | 5 | 5 | 5 | Sangat baik |
| 5 | Kesesuaian isi LKPD dengan kriteria keterampilan berpikir kreatif. | 3 | 5 | 5 | 5 | Sangat baik |

Keterangan:

V1 = Validator 1 (dosen pendidikan kimia)

V2 = Validator 2 (dosen pendidikan kimia)

V3 = Validator 3 (guru kimia SMA)

Ringkasan penilaian dari validasi yang dihasilkan pada aspek validitas isi diperoleh modus skor 5 kategori sangat baik. Sehingga, pengembangan dari LKPD yang dilakukan dapat dinyatakan sudah mencapai kriteria validitas isi dengan penilaian berdasarkan modus dinyatakan valid sehingga tidak perlu dilakukan revisi atau perbaikan^[20].

Validitas konstruk dibagi menjadi beberapa aspek, yaitu aspek kebahasaan, penyajian, kegrafikaan, dan kimia hijau. Rekapitulasi hasil dari kriteria validitas

konstruk pada pengembangan LKPD yang ditampilkan dalam Tabel 7.

Tabel 7. Rekapitulasi hasil validitas konstruk

| No | Aspek yang dinilai | Penilaian | | | Modus | Kategori |
|----|--------------------|-----------|----|----|-------|-------------|
| | | V1 | V2 | V3 | | |
| 1 | Kebahasaan | 4 | 5 | 5 | 5 | Sangat baik |
| 2 | Penyajian | 4 | 4 | 5 | 4 | Baik |
| 3 | Kegrafikaan | 4 | 4 | 4 | 4 | Baik |

Keterangan:

V1 = Validator 1 (dosen pendidikan kimia)

V2 = Validator 2 (dosen pendidikan kimia)

V3 = Validator 3 (guru kimia SMA)

Ringkasan penilaian dari validasi yang dihasilkan pada aspek validitas konstruk diperoleh modus skor 4 dengan kategori baik. Sehingga, pengembangan dari LKPD yang dilakukan dapat dinyatakan sudah mencapai kriteria validitas konstruk pada aspek kebahasaan, penyajian, dan kegrafikaan dengan penilaian berdasarkan modus dinyatakan valid sehingga tidak perlu dilakukan revisi atau perbaikan^[20].

Berdasarkan data hasil penilaian dari lembar validasi yang didapatkan, maka kesimpulannya yaitu produk LKPD yang dikembangkan dinilai layak digunakan dikarenakan mampu memenuhi kriteria validitas isi dan validitas konstruk. Hal ini relevan dengan hasil penelitian sebelumnya bahwa LKPD berorientasi kimia hijau pada materi laju reaksi telah memenuhi kriteria validitas isi dan validitas konstruk yang masing-masing memperoleh modus skor 5 dengan kategori sangat baik^[25].

Pada langkah ini LKPD *draft* II yang telah divalidasi mendapatkan skor atau penilaian, selain itu juga mendapatkan komentar, saran, dan masukan untuk dilakukan perbaikan atau revisi pada LKPD. Hasil perbaikan atau revisi LKPD *draft* II disebut dengan *draft* III yang selanjutnya akan dilakukan uji coba terbatas.

3.3.2 Uji Kepraktisan LKPD

Uji kepraktisan dilakukan pada pengembangan LKPD disesuaikan dengan angket respon peserta didik, selain itu terdapat data penunjang lainnya yaitu lembar observasi aktivitas peserta didik dan lembar keterlaksanaan pembelajaran.

Angket respon peserta didik yang dihasilkan berupa pendapat atau tanggapan dari 34 peserta didik setelah dilakukannya coba terbatas menggunakan produk bahan ajar yang telah dikembangkan yaitu LKPD berorientasi kimia hijau untuk meningkatkan keterampilan berpikir kreatif. Angket respon memiliki

27 pertanyaan yang mencakup pertanyaan positif (+) berjumlah 27 dan pertanyaan negatif (-) berjumlah 3. Hal ini merupakan upaya untuk memastikan bahwa peserta didik membaca dan mengisi angket respon dengan sungguh-sungguh.

Terdapat respon positif peserta didik setelah menggunakan LKPD pada materi larutan elektrolit dan nonelektrolit, yaitu peserta didik merasa bahwa kegiatan pembelajaran lebih bermakna dikarenakan peserta didik dapat mengetahui penerapan materi larutan elektrolit dan nonelektrolit dalam kehidupan nyata. Respon positif tersebut ditunjukkan melalui kegiatan percobaan yang terdapat pada LKPD, peserta didik dapat melakukan proses pemecahan masalah yang terdapat di sekitar, contohnya menggunakan buah-buahan sebagai alternatif pengganti baterai^[17].

Pengembangan dari LKPD dinyatakan memiliki kepraktisan untuk digunakan jika persentase respon yang dihasilkan mencapai $\geq 61\%$ ^[19]. Rekapitulasi hasil dari angket respon peserta didik disajikan dalam Tabel 8.

Tabel 8. Rekapitulasi hasil angket respon peserta didik

| No | Kriteria yang dinilai | Persentase (%) | Kategori |
|------------------|-----------------------|----------------|--------------------|
| 1 | Isi | 100 | Sangat baik |
| 2 | Kebahasaan | 94.80 | Sangat baik |
| 3 | Penyajian | 98.12 | Sangat baik |
| 4 | Kegrafikaan | 95.31 | Sangat baik |
| Rata-rata | | 97.05 | Sangat baik |

Hasil rata-rata angket respon peserta didik sebanyak 97.05% sesuai dengan tabel di atas, maka dikategorikan sangat baik. Persentase yang dihasilkan kemudian diinterpretasikan pada kriteria skor skala *Likert* dan mendapatkan kategori sangat praktis^[19]. Oleh karena itu, pengembangan dari LKPD yang dilakukan dinyatakan sudah mencapai kriteria isi, kriteria kebahasaan, penyajian, dan kegrafikaan. Sehingga, dapat ditarik kesimpulan bahwa peserta didik sangat merespon dan juga dapat dideskripsikan bahwa LKPD yang telah dikembangkan sudah praktis secara empiris.

Uji kepraktisan pada pengembangan LKPD juga ditunjang dengan data aktivitas peserta didik pada saat dilakukan pengujian terbatas. Rekapitulasi data yang dihasilkan pada observasi aktivitas peserta didik saat pengujian terbatas pada pertemuan 1 menggunakan LKPD-1 Uji Daya Hantar Listrik dan pertemuan 2 menggunakan LKPD-2 Baterai Buah ditampilkan dalam Tabel 9.

Tabel 9. Rekapitulasi hasil observasi aktivitas peserta didik

| Pertemuan | Persentase (%) | Kategori |
|-----------|----------------|-------------|
| 1 | 95.00 | Sangat baik |
| 2 | 95.56 | Sangat baik |
| Rata-rata | 95.28 | Sangat baik |

Aktivitas peserta didik yang diamati meliputi kegiatan membaca dan menentukan rumusan masalah sesuai dengan fenomena yang disajikan pada LKPD, merumuskan hipotesis, mengidentifikasi variable percobaan, dan menuliskan prosedur percobaan. Selanjutnya, peserta didik melakukan kegiatan praktikum dengan mengaplikasikan prinsip kimia hijau, prinsip kimia hijau ke-1 yaitu mencegah timbulnya limbah, prinsip kimia hijau ke-7 yakni penggunaan bahan baku terbarukan, serta prinsip kimia hijau ke-12 yaitu mencegah terjadinya kecelakaan kerja. Hal ini didukung dengan pernyataan Nurbaity (2011) bahwa dalam kegiatan pembelajaran kimia berbasis praktikum di laboratorium dapat diterapkan dengan mengaplikasikan 12 prinsip kimia hijau dengan cara meminimalisir atau mengganti penggunaan bahan kimia berbahaya pada sintesis senyawa kimia atau reaksi kimia yang dapat menghasilkan limbah berbahaya dan berdampak buruk pada lingkungan^[7]. Kegiatan berikutnya adalah peserta didik menuliskan hasil pengamatan pada tempat yang telah disediakan di LKPD, kemudian peserta didik berdiskusi untuk melakukan analisis data percobaan, dan menarik kesimpulan sehingga peserta didik dapat mengkaitkan hasil percobaan dengan fenomena yang disajikan dalam LKPD.

Kegiatan peserta didik dapat dikatakan menunjang kepraktisan LKPD apabila hasil persentase yang diperoleh sebesar $\geq 61\%$. Hasil rata-rata observasi aktivitas peserta didik sebanyak 95.28% sesuai dengan tabel di atas, maka dikategorikan sangat baik. Persentase yang dihasilkan, kemudian diinterpretasikan pada kriteria skor skala *Likert* yang dikategorikan sangat praktis^[19]. Melalui hasil yang didapatkan pada observasi aktivitas peserta didik, maka kesimpulannya yaitu aktivitas peserta didik dapat menunjang kepraktisan LKPD sehingga dapat dinyatakan bahwa LKPD yang dikembangkan sudah praktis secara empiris.

Kepraktisan LKPD yang dikembangkan juga didukung dengan data keterlaksanaan pembelajaran pada saat uji coba terbatas. Lembar keterlaksanaan pembelajaran dinilai berdasarkan kesesuaian antara kegiatan pembelajaran dengan sintaks atau fase model pembelajaran yang terdapat pada RPP. Kegiatan pembelajaran pada saat uji coba terbatas dilakukan

dengan dua kali pertemuan melalui penerapan model pembelajaran berbasis proyek (PjBL). Terdapat 6 sintaks atau fase pada model pembelajaran *project based learning* (PjBL)^[26]. Rangkuman hasil dari observasi keterlaksanaan PjBL ditampilkan dalam Tabel 10.

Tabel 10. Rekapitulasi hasil observasi keterlaksanaan pembelajaran

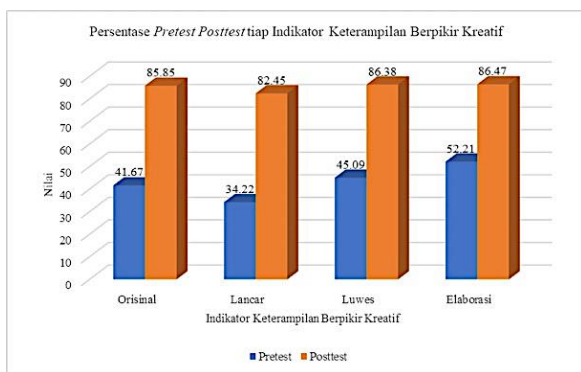
| Fase Pembelajaran | Persentase Pertemuan 1 (%) | Persentase Pertemuan 2 (%) |
|---|----------------------------|----------------------------|
| Fase 1: Orientasi Masalah/ Pertanyaan Mendasar | 96.43 | 82.14 |
| Fase 2: Mendesain Perencanaan Proyek | 91.67 | 94.44 |
| Fase 3: Menyusun Jadwal Perencanaan Proyek | 100 | 100 |
| Fase 4: Melaksanakan dan Memonitor Kegiatan dan Perkembangan Proyek | 82.14 | 89.29 |
| Fase 5: Penilaian Hasil Proyek | 83.33 | 91.67 |
| Fase 6: Evaluasi Pengalaman | 100 | 100 |
| Rata-rata | 92.26 | 92.92 |

Berdasarkan Tabel 9 tersebut dapat diketahui bahwa keterlaksanaan pembelajaran pada pertemuan 1 menggunakan LKPD-1 Uji Daya Hantar Listrik mendapatkan persentase sebesar 92.26% maka dikategorikan sangat baik, kemudian dalam keterlaksanaan pembelajaran pada pertemuan 2 menggunakan LKPD-2 Baterai Buah mendapatkan persentase sebesar 92.92% maka dikategorikan sangat baik. Dengan demikian dapat ditarik kesimpulan bahwa kegiatan pembelajaran pada saat uji coba terbatas yang dilaksanakan melalui penerapan model PjBL sudah berjalan dengan baik sesuai sintaks atau fase model pembelajaran yang telah disusun pada RPP, dan lembar observasi keterlaksanaan pembelajaran dapat menunjang kepraktisan LKPD sehingga dapat dinyatakan bahwa LKPD yang dikembangkan sudah praktis secara empiris.

Berdasarkan penelitian sebelumnya diperoleh hasil bahwa kepraktisan modul ajar ditinjau dari keterlaksanaan pembelajaran, aktivitas peserta didik, dan respon peserta didik yang masing-masing didapatkan hasil persentase secara berurutan sebesar 98.91%; 92.41%; dan 96.42% dengan kriteria sangat praktis^[9].

3.3.3 Uji Keefektifan LKPD

Pengembangan LKPD dilakukan dengan uji keefektifan yang diamati dari hasil tes kemampuan berpikir peserta didik sesudah pelaksanaan percobaan terbatas melalui penggunaan produk yang telah dibuat yaitu LKPD berorientasi kimia hijau untuk meningkatkan keterampilan berpikir kreatif. Data keterampilan berpikir kreatif peserta didik didapatkan dari instrumen penelitian yakni lembar sebelum dan setelah perlakuan berupa soal uraian. Sebelum menerapkan produk hasil pengembangan LKPD, keterampilan berpikir kreatif peserta didik dinilai dari lembar *pretest* pada awal proses pembelajaran. Setelah menerapkan produk hasil pengembangan LKPD, keterampilan berpikir kreatif peserta didik dapat dinilai dari lembar *posttest* pada akhir proses pembelajaran. Tes keterampilan berpikir kreatif disesuaikan dengan fokus penelitian pada indikator keterampilan berpikir kreatif, antara lain keterampilan berpikir orisinalitas (*originality*), kelancaran (*fluency*), keluwesan (*flexibility*), serta elaborasi (*elaboration*)^[21]. Perbandingan nilai hasil *pretest* dan *posttest* keterampilan berpikir kreatif peserta didik ditampilkan dalam Gambar 5.



Gambar 5. Perbandingan nilai hasil *pretest* dan *posttest* keterampilan berpikir kreatif peserta didik

Melalui Gambar 5, maka diketahui bahwa setelah pelaksanaan pembelajaran menggunakan produk hasil pengembangan LKPD, terjadi peningkatan nilai *pretest posttest* pada masing-masing indikator keterampilan berpikir kreatif. Peserta didik yang sebelumnya masih belum terlatih terhadap soal keterampilan berpikir kreatif, kemudian setelah diterapkan pembelajaran menggunakan produk hasil pengembangan LKPD maka menjadikan peserta didik lebih terlatih dalam memberikan ide/gagasan/jawaban untuk menyelesaikan fenomena atau permasalahan yang disajikan berdasarkan pengalaman peserta didik selama merancang kegiatan proyek. Peserta didik juga memiliki kesempatan untuk mengonstruksi pengetahuannya melalui interaksi aktif dengan teman sebayanya dalam pemecahan masalah.

Perbandingan peningkatan hasil keterampilan berpikir kreatif dari *pretest posttest* melalui penggunaan produk hasil pengembangan LKPD dapat dianalisis melalui perhitungan *N-gain score*. Analisis *N-gain*

score yang dihasilkan mampu meningkatkan kreativitas peserta didik sebanyak 0.74, sehingga dikategorikan dalam kriteria tinggi.

Menurut penelitian sebelumnya terkait pengembangan modul ajar berorientasi kimia hijau untuk meningkatkan keterampilan berpikir kreatif mengungkapkan bahwa nilai *pretest-posttest* dapat diperkuat dengan melakukan analisis menggunakan *N-gain score*^[9]. Hasil analisis *N-gain score* pada nilai *pretest-posttest* peserta didik membuktikan adanya peningkatan hasil belajar sebesar 0.89 dengan kategori tinggi^[9]. Sehingga, didapatkan hasil yang menunjukkan bahwa penggunaan modul ajar berbasis kimia hijau yang dikembangkan dikatakan efektif dapat meningkatkan hasil belajar dan keterampilan berpikir kreatif peserta didik^[9].

Dari data hasil penelitian yang diperoleh, dapat ditarik kesimpulan bahwa LKPD berorientasi kimia hijau diterapkan dengan tujuan meningkatkan keterampilan berpikir kreatif terhadap materi larutan elektrolit dan nonelektrolit yang dikembangkan layak diterapkan pada proses pembelajaran karena sudah mencapai kriteria valid, praktis, serta efektif.

4. KESIMPULAN

4.1 Kesimpulan

LKPD berorientasi kimia hijau untuk melatih keterampilan berpikir kreatif pada materi larutan elektrolit dan nonelektrolit yang dikembangkan dapat memenuhi kriteria kelayakan produk yang ditinjau dari kriteria kevalidan, kepraktisan, dan keefektifan. Hasil validasi pada kriteria validitas isi memperoleh skor modus 5, sedangkan validitas konstruk memperoleh skor modus 4 sehingga dinyatakan valid. Kepraktisan LKPD ditinjau dari hasil angket respon peserta didik, aktivitas peserta didik, dan keterlaksanaan pembelajaran yang masing-masing mendapatkan persentase sebesar 97,05%; 95,28%; dan 92,59% dengan kategori sangat praktis. Keefektifan LKPD ditinjau dari nilai *N-gain* yang memperoleh skor sebesar 0,74 dengan kategori tinggi. Hasil ini menunjukkan bahwa LKPD yang dikembangkan layak digunakan karena telah memenuhi kriteria kevalidan, kepraktisan, dan keefektifan sehingga dapat digunakan untuk melatih keterampilan berpikir kreatif peserta didik. Berdasarkan hasil yang telah diperoleh dari penelitian pengembangan ini, dapat dikemukakan beberapa saran sebagai berikut.

4.2 Kesimpulan

- 1) Pengembangan LKPD ini hanya menerapkan 3 prinsip-prinsip kimia hijau, yaitu prinsip nomor 1, 7, dan 12. Oleh karena itu, penelitian lebih lanjut dapat dilakukan dengan menerapkan 12 prinsip-prinsip kimia hijau yang sesuai untuk kegiatan pembelajaran kimia.

- 2) LKPD berorientasi kimia hijau untuk melatih keterampilan berpikir kreatif dapat dikembangkan pada materi pembelajaran kimia lainnya sehingga keterampilan berpikir kreatif peserta didik dapat terlatih dengan baik.
- 3) Pengembangan LKPD ini menggunakan metode pengembangan 4-D (*four D models*) hanya dilakukan sampai tahap pengembangan (*develop*) saja. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian sampai tahap penyebaran (*disseminate*) agar LKPD yang dikembangkan dapat bermanfaat dan berdaya guna bagi seluruh peserta didik.

REFERENSI

- [1] Redhana IW, Mengembangkan Keterampilan Abad Ke-21 dalam Pembelajaran Kimia. *J Inov Pendidikan Kimia*; 2019.
- [2] Rizkia N, Sabarni S, Azhar A, Elita E, Fitri RD, Analisis Evaluasi Kurikulum 2013 Revisi 2018 Terhadap Pembelajaran Kimia SMA. *Lantanida J*; 2021.
- [3] Rizalini R, Sofyan H. Pengembangan lembar kerja peserta didik kimia berbasis inkuiri terbimbing untuk kelas XI IPA SMA/MA. *J Inov Teknologil Pendidikan*; 2018.
- [4] Putri AC. Pengaplikasian prinsip-prinsip green chemistry dalam pelaksanaan pembelajaran kimia sebagai pendekatan untuk pencegahan pencemaran akibat bahan-bahan kimia dalam kegiatan praktikum di laboratorium. *J Creat Student*; 2019
- [5] Mitarlis M, Azizah U, Yonata B. Adaptation of Basic Chemistry Learning with Green Chemistry Oriented. *J-PEK. Jurnal Pembelajaran Kim*; 2022.
- [6] Chen M, Jeronen E, Wang A. What lies behind teaching and learning green chemistry to promote sustainability education? A literature review. *Int J Environ Res Public Health*; 2020.
- [7] Nurbaity N. Pendekatan Green Chemistry Suatu Inovasi Dalam Pembelajaran Kimia Berwawasan Lingkungan. *JRPK J RIS Pendidik Kim*; 2011,
- [8] Mitarlis M, Azizah U, Yonata B. *Alternative Lesson Design of Basic Chemistry Learning to Integrate Green Chemistry Principles as View of Scientific Character Values*; 2018.
- [9] Aisah S, Mitarlis. Development of Teaching Modules with Green Chemistry Oriented to Improve Creative Thinking Skills on Acid-Base Materials. *J Pendidik dan Pembelajaran Kim*; 2023.
- [10] R. Wills D. *Teori-teori Belajar dan Pembelajaran*. Jakarta: Erlangga; 2011.
- [11] Fahmi dan Wuryandini. Analisis Keterampilan Berpikir Kreatif Pada Pembelajaran Larutan Elektrolit Berbasis Proyek Pada Peserta Didik Sma. *J Inov Pendidik Kim*; 2020.
- [12] Rosa NM, Pujiati A. Pengaruh Model Pembelajaran Berbasis Masalah Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis dan Kemampuan Berpikir Kreatif. *Form J Ilm Pendidik MIPA*; 2017.
- [13] Babic T, Lackovic A, Matejic M. Critical Thinking and Creative Thinking - the self-assessment of Algebra University College students. *J. International Convention on Information and Communication Technology, Electronics and Microelectronics (MIPRO)*; 2019.
- [14] Al Idrus SW, Purwoko AA, Hadisaputra S, Junaedi E. Analisis Kemampuan Awal Konsep Green Chemistry Sebagai Upaya Meningkatkan Kreatifitas Mahasiswa Dalam Praktikum Kimia Lingkungan. *J Pijar MIPA*; 2020.
- [15] Mutiya M, Yenti E, Afrianis N. Desain Modul Praktikum Berbasis *Problem Based Learning* (PBL) Pada Materi Larutan Elektrolit Dan Non Elektrolit. *J Pendidik Kim dan Terap*; 2019
- [16] Dwiningsih K. Development of Student Activity Sheet Oriented Science Literacy In Metter Of Electrolyte And Nonelectrolyte Solution. *J Chem Educ*; 2017.
- [17] Anisa D, Mitarlis M. Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Berwawasan Green Chemistry Untuk Meningkatkan Kemampuan Literasi Sains Peserta Didik Pada Materi Larutan Elektrolit Dan Non Elektrolit. *UNESA J Chem Educ* 2020,
- [18] Ibrahim, Wahyusukartingsih. Model Pembelajaran Inovatif Melalui Pemaknaan. Surabaya: *Unesa University Press*; 2014.
- [19] Riduwan. Skala Pengukuran Variabel-Variabel Penelitian. Bandung. *ALFABETA*; 2017.
- [20] Luthfi A. *Research and Development* (R&D): Implikasi dalam pendidikan kimia. Jurusan Kimia FMIPA Universitas Negeri Surabaya; 2021.
- [21] Filsaime DK. Menguak Rahasia Berpikir Kritis dan Kreatif. Jakarta: Prestasi Pustakarya; 2008.
- [22] Hake RR. *Analyzing Change/Gain Scores*. Dept of Physics Indiana University; 1999.
- [23] Nursalim M, Laksmiwati H, Syafiq M, Budiani

MS, Savira SI, Khoirunnisa RN, et al. Psikologi Pendidikan. Bandung: PT Remaja Rosdakarya; 2019.

- [24] Aprilia C, Mitarlis. Development of Teaching Modules with Mind Mapping Strategy to Improve Creative Thinking Skills on Chemical Bonding Material. *PENDIPA J Sci Educ*; 2023.
- [25] Wulandari A, Mitarlis M. Development of student worksheets green chemistry oriented to train creative thinking skills on reaction rate topic. *J Pijar MIPA* 2023.
- [26] Kemendikbud. *Panduan Teknis Pembelajaran dan Penilaian*. Jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan; 2014.