

Pengembangan Modul Ajar terintegrasi *Green Chemistry* berorientasi *Project Based Learning* untuk meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa SMA
(Studi pada Materi Pokok Keseimbangan Kimia)

Development of an integrated Green Chemistry teaching module oriented to Project Based Learning to improve the critical thinking skills of high school students (Study on the main material of chemical equilibrium)

Riza Rahma¹, Jusniar Jusniar^{2*}, Army Auliah³,

^{1,2,3}Prodi Pendidikan Kimia, Jurusan Kimia, Universitas Negeri Makassar, Indonesia

*Email: jusniar@unm.ac.id

ABSTRAK

Penelitian pengembangan ini bertujuan untuk menghasilkan modul ajar terintegrasi *green chemistry* yang valid, praktis, dan efektif menggunakan ADDIE meliputi *analysis, design, development, implementation, dan evaluation*. Penelitian di laksanakan di SMAN 9 Makassar pada Oktober-November 2023. Data pada penelitian ini yaitu kevalidan oleh 2 dosen program studi pendidikan kimia dengan instrumen kevalidan yaitu lembar validasi. Kepraktisan oleh 24 peserta didik dan 2 guru kimia dengan instrumen kepraktisan yaitu lembar observasi keterlaksanaan pembelajaran modul ajar terintegrasi *green chemistry*, angket persepsi guru dan peserta didik serta keefektifan oleh 24 peserta didik yaitu tes kemampuan berpikir kritis. Hasil dari penelitian ini adalah: kevalidan modul ajar yang telah dikembangkan sangat valid dengan rata-rata nilai sebesar 3,64 dengan konsistensi antar rater adalah 1,00. Kepraktisan modul ajar berdasarkan keterlaksanaan pembelajaran, persepsi guru dan peserta didik dengan rata-rata persentase kepraktisan berturut-turut sebesar 97,05%; 88,18% dan 94,79% pada kategori masing-masing sangat praktis. Keefektifan modul ajar berdasarkan kemampuan berpikir kritis peserta didik kelas XI Kimia 2 SMAN 9 Makassar sebesar 84,51% dan telah memenuhi kriteria sangat efektif. Kesimpulan yang diperoleh yaitu modul ajar terintegrasi *green chemistry* yang dikembangkan telah memenuhi kriteria valid, praktis, dan efektif untuk digunakan dalam pembelajaran.

Kata Kunci: ADDIE, Modul Ajar, *Project Based Learning*

ABSTRACT

This development research aims to produce a valid, practical, and effective green chemistry integrated teaching module using ADDIE including analysis, design, development, implementation, and evaluation. The research was conducted at SMAN 9 Makassar in October-November 2023. The data in this study are validity by 2 lecturers of the chemistry education study program with validity instruments, namely validation sheets. Practicality by 24 students and 2 chemistry teachers with practicality instruments, namely observation sheets for the implementation of green chemistry integrated teaching module learning, teacher and student perception questionnaires and effectiveness by 24 students, namely critical thinking ability tests. The results of this study are: the validity of the teaching module that has been developed is very valid with an average score of 3.64 with inter-rater consistency of 1.00. The practicality of the teaching module based on the implementation of learning, teacher and student perceptions with an average percentage of practicality of 97.05%; 88.18% and 94.79% in the category of very practical respectively. The effectiveness of teaching

modules based on the critical thinking skills of students in class XI Kimia 2 SMAN 9 Makassar amounted to 84.51% and met the criteria of being very effective. The conclusion obtained is that the green chemistry integrated teaching module developed has met the criteria of valid, practical, and effective for use in learning.

Keywords: *ADDIE, Teaching Module, Project Based Learning*

PENDAHULUAN

Pendidikan adalah suatu proses sistematis untuk mewujudkan potensi peserta didik sehingga mampu memahami akal, budi, dan kerohanian. Pendidikan membangun moral dan mengembangkan keterampilan yang diperlukan. Dalam dunia pendidikan, instrumen pendidikan yang digunakan disebut dengan kurikulum. Kurikulum adalah seperangkat rencana dan pengaturan yang memuat tujuan pembelajaran, isi dan materi, serta metode yang digunakan untuk mencapai tujuan pendidikan tertentu (Gumilar dkk., 2023).

Kurikulum 2013 merupakan kurikulum baru yang ditetapkan pada tahun ajaran 2013/2014. Kurikulum ini merupakan kelanjutan dari kurikulum yang diluncurkan pada tahun 2004 berbasis kompetensi dan kurikulum tingkat satuan pendidikan tahun 2006 (Nurhasnah dkk., 2022). Perubahan kurikulum 2013 menjadi kurikulum merdeka merupakan hal yang lumrah khususnya dalam manajemen pendidikan. Kurikulum merdeka merupakan langkah selanjutnya dalam pengembangan kurikulum 2013 (Rahmadhani dkk., 2022).

Kemendikbud (2016) menyatakan 3 (tiga) model pembelajaran yang direkomendasikan untuk penerapan kurikulum merdeka yaitu *Discovery Learning/Inquiry*

Learning, Problem Based Learning, dan Project Based Learning.

Kurikulum merdeka menerapkan profil pelajar Pancasila dalam pelaksanaannya. Profil pelajar Pancasila bertujuan untuk mewujudkan kompetensi sesuai dengan tujuan pendidikan di Indonesia. Profil pelajar Pancasila memiliki beragam kompetensi yang dirumuskan menjadi enam dimensi kunci. Keenamnya saling berkaitan dan menguatkan sehingga upaya mewujudkan profil pelajar Pancasila yang utuh membutuhkan berkembangnya seluruh dimensi tersebut secara bersamaan. Keenam dimensi tersebut adalah 1) beriman, bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa, dan berakhlak mulia, 2) berkebhinekaan global, 3) bergotong royong, 4) mandiri, 5) bernalar kritis, dan 6) kreatif. Dimensi-dimensi tersebut menunjukkan bahwa profil pelajar Pancasila tidak hanya fokus pada kemampuan kognitif, tetapi juga pada sikap dan perilaku sesuai jati diri sebagai bangsa Indonesia (Kemendikbudristek, 2022).

Sejalan dengan era globalisasi, ilmu pengetahuan dan teknologi berkembang dengan cepat serta peran guru sebagai pendidik sangat diperlukan. Selain itu, sekolah sebagai lembaga pendidikan diharapkan menjadi tempat untuk menghasilkan pelajar yang memiliki keterampilan berpikir kreatif (*creative thinking*),

berpikir kritis dan pemecahan masalah (*critical thinking and problem solving*), berkomunikasi (*communication*), dan berkolaborasi (*collaboration*) atau yang biasa disebut dengan 4C (Septikasari & Frasandy, 2018).

Salah satu model pembelajaran rekomendasi terkait penerapan kurikulum merdeka di sekolah yaitu Model *Project Based Learning*. Model pembelajaran ini digunakan dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik. Model pembelajaran berbasis proyek memungkinkan peserta didik lebih aktif selama proses pembelajaran. Peserta didik merencanakan proyek belajar secara mandiri di bawah bimbingan guru. Kemudian peserta didik langsung melaksanakan kegiatan proyek dan mengikuti pembelajaran sampai akhir (Kusmiati, 2022).

SMA Negeri 9 Makassar telah menerapkan kurikulum merdeka yang diterapkan pada tahun ajaran 2021/2022 yang telah terealisasi pada jenjang kelas X hingga kelas XII. Namun, walaupun telah diterapkan kurikulum merdeka pada proses pembelajaran perangkat ajar yang digunakan masih menggunakan RPP serta bahan ajar yang digunakan adalah buku cetak.

Proses pembelajaran di SMA Negeri 9 Makassar yaitu kurangnya ketertarikan serta kemampuan berpikir kritis oleh peserta didik terhadap mata pelajaran kimia. Peserta didik menganggap bahwa mata pelajaran kimia merupakan salah satu pelajaran yang sulit dipahami khususnya pada materi keseimbangan kimia.

Miskonsepsi terjadi pada konsep keseimbangan kimia, konsep tetapan keseimbangan kimia, dan konsep prinsip *Le Chatelier*.

Salah satu perangkat ajar yang dapat dikembangkan yaitu modul ajar terintegrasi *green chemistry* yang berfokus pada mata pelajaran kimia, modul ajar ini berlandaskan prinsip-prinsip *green chemistry* yang dapat diterapkan dalam mata pelajaran kimia khususnya pada materi keseimbangan kimia. Perangkat ajar ini merupakan salah satu instrumen yang dapat digunakan oleh guru atau peserta didik untuk memudahkan proses pembelajaran (Kosasih, 2021).

Materi kimia hijau ini merupakan salah satu materi baru dalam kurikulum merdeka. Tujuannya untuk mengembangkan keterampilan berpikir kritis peserta didik (Ratnawati & Praptomo, 2023). Dari uraian yang telah dipaparkan, peneliti tertarik untuk melakukan penelitian yang berjudul “Pengembangan Modul Ajar Terintegrasi *Green Chemistry* Berorientasi *Project Based Learning* untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa SMA”.

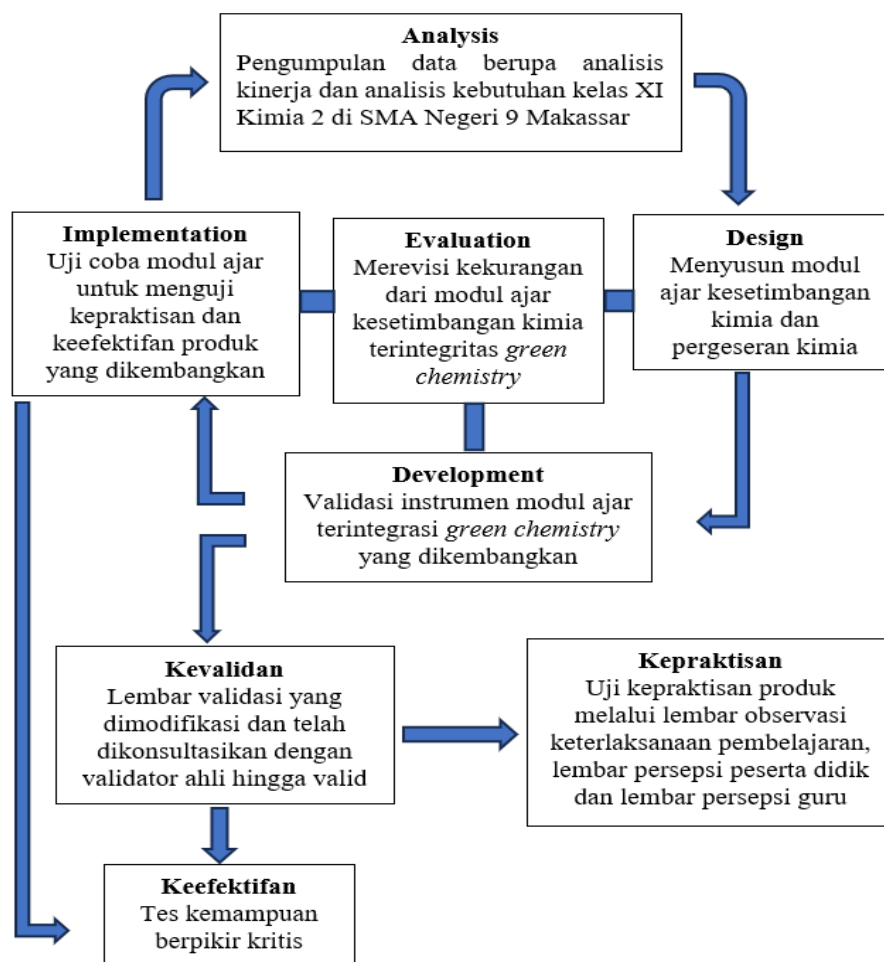
METODE

Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan (*Research and Development*) atau biasa disebut dengan R&D. Penelitian ini dilakukan di SMA Negeri 9 Makassar kelas XI Kimia 2 yang beralamat di Jl. Karunrung Raya No.2, Kelurahan Karunrung, Kecamatan Rappocini, Kota Makassar. Penelitian ini

dilaksanakan pada semester ganjil tahun pelajaran 2023/2024.

Sumber data pada penelitian ini yaitu untuk uji kevalidan, Dosen Prodi Pendidikan Kimia Universitas Negeri Makassar yang berjumlah 2 orang.

Untuk uji kepraktisan yaitu peserta didik kelas XI Kimia 2 SMA Negeri 9 Makassar yang berjumlah 24 orang serta guru bidang studi kimia kelas XI SMA Negeri 9 Makassar yang berjumlah 2 orang.



Gambar 1. Tahapan model pengembangan ADDIE

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

1. Tahap *Analysis* (Analisis)

Tahap analisis yang terdiri dari analisis kinerja dan analisis kebutuhan. Analisis kinerja diperoleh dari hasil observasi dan wawancara terhadap guru mata pelajaran kimia di SMA Negeri 9 Makassar. Guru masih mengandalkan model pembelajaran *Teacher Centered* berupa metode

ceramah untuk menjelaskan materi kimia. Tahap analisis kebutuhan terdiri dari tiga analisis yaitu analisis kurikulum, analisis kebutuhan peserta didik, dan analisis materi. Analisis kurikulum, SMAN 9 Makassar telah menerapkan kurikulum merdeka dalam proses pembelajaran. Kurikulum merdeka yang diterapkan di SMAN 9 Makassar terdiri dari ATP khususnya pada materi pelajaran kimia. Materi keseimbangan kimia dan pergeseran

kesetimbangan yang diajarkan pada kelas XI Kimia 2 berdasarkan kurikulum merdeka memiliki Capaian Pembelajaran (CP) dan Tujuan Pembelajaran (TP) yang dijabarkan pada tabel 1.

Analisis karakteristik peserta didik dilakukan untuk mengetahui keadaan dan kebutuhan peserta didik selama pembelajaran yang akan disesuaikan dengan modul ajar

terintegrasi *green chemistry* yang akan dikembangkan.

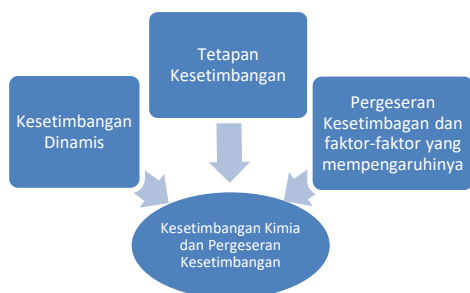
Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan di SMAN 9 Makassar diperoleh karakteristik yaitu peserta didik terbiasa dengan modul ajar berbasis masalah. Dengan demikian, produk modul ajar terintegrasi *green chemistry* yang akan dikembangkan diharapkan mudah diterima oleh peserta didik.

Tabel 1. Indikator dan Tujuan Pembelajaran

Indikator Ketercapaian Tujuan Pembelajaran	Tujuan Pembelajaran
Mendefinisikan kesetimbangan dan kesetimbangan dinamis.	Peserta didik dapat mendefinisikan kesetimbangan dan kesetimbangan dinamis dengan baik.
Menganalisis hubungan konsentrasi reaktan dan produk pada keadaan setimbang.	Peserta didik dapat menganalisis hubungan konsentrasi reaktan dan produk pada keadaan setimbang dengan baik.
Menggambarkan grafik hubungan konsentrasi reaktan dan produk reaksi kesetimbangan.	Peserta didik dapat menggambarkan grafik hubungan konsentrasi reaktan dan produk reaksi kesetimbangan dengan baik.
Menentukan persamaan kesetimbangan reaksi berdasarkan hukum kesetimbangan.	Peserta didik dapat menentukan persamaan kesetimbangan reaksi berdasarkan hukum kesetimbangan dengan baik.
Memberikan penjelasan mengenai tetapan kesetimbangan kimia.	Peserta didik dapat menjelaskan tetapan kesetimbangan kimia.
Mengolah data untuk memecahkan perhitungan mengenai tetapan kesetimbangan suatu reaksi.	Peserta didik dapat mengolah data untuk memecahkan perhitungan mengenai tetapan kesetimbangan suatu reaksi.
Menganalisis hubungan antara tetapan kesetimbangan konsentrasi dan tetapan kesetimbangan tekanan.	Peserta didik mampu menganalisis hubungan antara tetapan kesetimbangan konsentrasi dan tetapan kesetimbangan tekanan.
Menerapkan azas <i>Le Chatelier</i> dalam reaksi kesetimbangan serta penerapan kesetimbangan kimia dalam dunia industri.	Peserta didik mampu menerapkan azas <i>Le Chatelier</i> dalam reaksi kesetimbangan serta penerapan kesetimbangan kimia dalam dunia industri.
Menganalisis pengaruh konsentrasi, suhu, tekanan, dan volume terhadap kesetimbangan kimia.	Peserta didik dapat menganalisis pengaruh konsentrasi, suhu, tekanan, dan volume terhadap kesetimbangan kimia.

Analisis materi dilakukan dengan cara mengidentifikasi materi utama yang akan dipelajari, mengumpulkan dan memilih materi terkait, serta menyusun kedalam perangkat pembelajaran yang dikembangkan berdasarkan pertemuan. Materi kemudian disajikan

dengan bentuk yang beraneka ragam mulai dari video dan bahan ajar yang memuat visualisasi materi yang interaktif. Secara garis besar materi yang akan diajarkan terdiri dari tiga sub materi yang dibagi kedalam enam pertemuan. Sub materi tersebut dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 2. Konsep Materi Kestimbangan Kimia dan Pergeseran Kestimbangan

2. Tahap *Design* (Perancangan)

a. Pembuatan Instrumen Penelitian

Instrumen yang digunakan adalah lembar persepsi dan lembar validasi yang dirancang untuk mengevaluasi modul ajar terintegrasi *green chemistry* yang telah dibuat. Perangkat penelitian yang dikembangkan adalah perangkat yang berguna, praktis, dan valid antara lain lembar validasi untuk validator instrumen, lembar observasi keterlaksanaan modul ajar terintegrasi *green chemistry*, lembar persepsi guru dan peserta didik, serta soal tes kemampuan berpikir peserta didik.

b. Pembuatan Perangkat Pembelajaran

Perangkat pembelajaran yang disusun meliputi Modul Ajar, Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) dan Bahan Ajar. Penyusunan Modul Ajar didasarkan pada ATP mata pelajaran kimia materi kestimbangan kimia yang sesuai dengan kurikulum merdeka. Modul Ajar disusun sebanyak enam kali pertemuan dengan alokasi

waktu 90 menit tiap pertemuan. Pada setiap pertemuan, peserta didik menggunakan LKPD yang disusun berdasarkan sintaks Model PjBL.

c. Penyusunan Tes Acuan Patokan

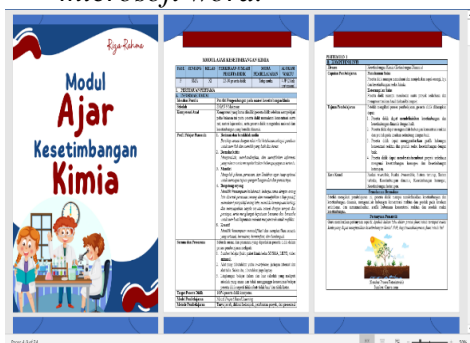
Pada bagian ini dilakukan penyusunan soal evaluasi pada akhir kegiatan pembelajaran. Pada konsep yang telah diperoleh pada tahap sebelumnya digunakan sebagai acuan untuk membuat modul ajar terintegrasi *green chemistry*. Melalui indikator yang telah dirumuskan sebelumnya, maka dibuat tes acuan patokan digunakan tes kemampuan berpikir kritis yang terdiri dari 7 butir soal dalam bentuk essay.

d. Rancangan Modul Ajar Terintegrasi *Green Chemistry*

Peneliti merancang modul ajar terintegrasi *green chemistry*. Konsep yang dirancang adalah pertama, membuat informasi umum meliputi identitas penulis modul, kompetensi awal, profil pelajar Pancasila, sarana dan prasarana, target peserta didik, serta model pembelajaran yang digunakan. Kedua, menyusun komponen umum meliputi tujuan pembelajaran, asesmen pemahaman bermakna, pertanyaan pemantik, kegiatan pembelajaran sesuai dengan Model *Project Based Learning*, refleksi peserta didik dan pendidik. Ketiga, lampiran meliputi Lembar Kerja Peserta Didik serta bahan bacaan peserta didik dan pendidik.

3. Tahap *Development* (Pengembangan)

- a. Pembuatan Modul Ajar Terintegrasi *Green Chemistry*
 - 1) Membuat desain yang menarik untuk modul ajar. Desain ini memuat *cover* pada modul ajar.
 - 2) Membuat susunan materi keseimbangan kimia dan pergeseran keseimbangan.
 - 3) menyusun soal evaluasi serta rubrik penilaian menggunakan *microsoft word*.



Gambar 3. Proses Penyusunan Identitas dan Komponen Modul Ajar

- 4) Membuat penilaian diri peserta didik.
 - 5) Setiap akhir pembelajaran, refleksi dilakukan melalui penilaian tertulis dan lisan oleh guru untuk peserta didik serta oleh peserta didik untuk guru.
- b. Validasi Instrumen

Instrumen kevalidan berupa lembar validasi yang dimodifikasi dan telah dikonsultasikan dengan validator instrumen hingga valid. Instrumen kepraktisan berupa lembar observasi keterlaksanaan pembelajaran, lembar observasi kemampuan berpikir kritis, lembar persepsi guru dan peserta didik.

4. Tahap *Implement* (Implementasi)

- a. Kepraktisan Modul Ajar Terintegrasi *Green Chemistry*
 - 1) Lembar observasi keterlaksanaan pembelajaran dinilai oleh observer
 - 2) Lembar observasi keterlaksanaan kemampuan berpikir kritis dinilai oleh observer.
 - 3) Hasil angket persepsi guru. Guru memberikan penilaian terhadap modul ajar yang digunakan dalam proses pembelajaran untuk mengetahui kepraktisan perangkat pembelajaran yang dikembangkan.
 - 4) Hasil angket persepsi peserta didik. Peserta didik memberikan penilaian terhadap modul ajar yang digunakan dalam proses pembelajaran untuk mengetahui respon mereka tentang perangkat pembelajaran yang dikembangkan serta digunakan untuk kepraktisan modul ajar.
- b. Keefektifan modul ajar terintegrasi *green chemistry* yang dikembangkan dapat diketahui dari tes kemampuan berpikir kritis peserta didik. Penilaian keefektifan dilakukan terhadap 24 peserta didik kelas XI Kimia 2 SMAN 9 Makassar. Tes kemampuan berpikir kritis dilaksanakan secara luring.

Adapun hasil analisis dari tes kemampuan berpikir kritis

peserta didik dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil Analisis Deskriptif Tes KBK Peserta Didik

Variabel	Nilai Deskriptif XI Kimia 2
Subjek Penelitian	24
Nilai Ideal	100
KKM	75
Rata-rata	84,33
Skor Minimum	64
Skor Maksimum	96
Jumlah Peserta Didik yang Tuntas	21
Jumlah Peserta Didik yang Tidak Tuntas	3
Persentase Ketuntasan Kelas	87,5%

5. Tahap *Evaluate* (Evaluasi)

Tahap evaluasi diterapkan disetiap tahapan ADDIE. Pada tahap ini dilaksanakan dengan merevisi kekurangan dari modul ajar terintegrasi *green chemistry* yang dikembangkan. Kepraktisan modul ajar terintegrasi *green chemistry* diperoleh dari hasil analisis lembar observasi keterlaksanaan

B. Pembahasan

1. Pengembangan Modul Ajar Terintegrasi *Green Chemistry* Berorientasi *Project Based Learning*

Pengembangan modul ajar terintegrasi *green chemistry* berorientasi *Project Based Learning* dalam penelitian ini menggunakan model pengembangan ADDIE yang menghasilkan perangkat pembelajaran yang valid, praktis, dan efektif untuk digunakan dalam proses pembelajaran. Tahap pengembangan diawali dengan tahap analisis

pembelajaran, lembar observasi kemampuan berpikir kritis, lembar persepsi guru dan peserta didik. Sedangkan, keefektifan modul ajar terintegrasi *green chemistry* diperoleh dari hasil analisis tes kemampuan berpikir kritis peserta didik yang menyatakan jika modul ajar terintegrasi *green chemistry* memenuhi kriteria efektif.

(*analysis*). Pada tahapan ini dilakukan analisis kinerja dan analisis kebutuhan. Berdasarkan hasil observasi dan wawancara dapat diketahui bahwa pembelajaran bersifat *Teacher Centered*. Hal ini mengakibatkan peserta didik cenderung tidak aktif dalam proses pembelajaran. Oleh karena itu, guru harus memanfaatkan informasi dan komunikasi melalui media seperti media elektronik mengubah proses pembelajaran (Sunarti, 2020).

Hasil observasi menunjukkan bahwa SMAN 9 Makassar

menggunakan kurikulum merdeka dalam proses pembelajaran. Analisis karakteristik peserta didik, diperoleh bahwa peserta didik merasa bosan selama proses pembelajaran dikarenakan perangkat pembelajaran yang digunakan guru tidak bervariasi sehingga peserta didik kesulitan memahami materi kimia selama proses pembelajaran.

Analisis materi dilakukan dengan cara mengidentifikasi materi pokok dengan menyusun sub materi keseimbangan kimia.

Tahap kedua adalah tahap *design* atau perancangan. Pada tahap ini, peneliti terlebih dahulu membuat instrumen yang akan digunakan yaitu lembar validasi dan angket yang dirancang serta LKPD yang telah dibuat sebelumnya. Selanjutnya, peneliti merancang kerangka modul ajar terintegrasi *green chemistry*.

Tahap ketiga adalah tahap pengembangan (*development*). Modul ajar terintegrasi *green chemistry* divalidasi oleh validator ahli untuk menguji kelayakan modul ajar sebelum digunakan dalam proses pembelajaran. Tahap validasi melibatkan dua orang dosen sebagai validator ahli yaitu Dosen Pendidikan Kimia UNM. Hal ini sejalan dengan Hayati, dkk (2015) yang menggunakan penilaian ahli yang relevan dan berpengalaman untuk memastikan kevalidan produk yang dikembangkan.

Tahap keempat adalah tahap implementasi (*implementation*). Pada tahap ini, modul ajar terintegrasi *green chemistry* yang telah divalidasi oleh validator ahli, kemudian diimplementasikan dalam proses pembelajaran di kelas XI Kimia 2 SMAN 9 Makassar. Hal ini dilakukan untuk mengetahui kepraktisan dan keefektifan modul ajar terintegrasi *green chemistry* yang dikembangkan.

Tahap kelima, evaluasi dilakukan. Modul ajar dievaluasi berdasarkan masukan dan saran yang didapatkan. Tahap ini dilakukan pada setiap tahapan dalam proses pengembangan modul ajar.

2. Kevalidan Modul Ajar Terintegrasi *Green Chemistry*

Instrumen kevalidan berupa lembar validasi yang telah dikonsultasikan dengan validator instrumen hingga valid. Instrumen kepraktisan berupa lembar observasi keterlaksanaan pembelajaran, lembar observasi kemampuan berpikir kritis, lembar persepsi guru, dan lembar persepsi peserta didik. Adapun instrumen keefektifan berupa tes kemampuan berpikir kritis yang divalidasi oleh validator instrumen. Data penilaian validator ahli diperoleh dari Dosen Pendidikan Kimia UNM.

Hasil penilaian modul ajar terintegrasi *green chemistry* oleh validator ahli diperoleh rata-rata skor sebesar 3,64 dengan kategori sangat valid. Penilaian LKPD yang digunakan sebagai perantara dari

pengimplementasian modul ajar terintegrasi *green chemistry* yang berorientasi Model *Project Based Learning*. Berdasarkan hasil penilaian diperoleh rata-rata skor sebesar 3,57 dengan kategori sangat valid.

3. Kepraktisan Modul Ajar Terintegrasi *Green Chemistry*

Kepraktisan modul ajar dinilai dari lembar observasi keterlaksanaan pembelajaran, lembar observasi kemampuan berpikir kritis, serta lembar persepsi guru dan lembar persepsi peserta didik. Pembelajaran dilakukan dengan Model *Project Based Learning*.

Pada pertemuan pertama, guru menyampaikan *introduction*, masalah, dan proyek yang akan dikerjakan. Peserta didik mendesain proyek dan mendiskusikan draft desain dengan guru. Pada fase tersebut diperoleh rata-rata 100%. Hasil ini menunjukkan bahwa dalam fase menentukan pertanyaan mendasar, mendesain perancangan proyek serta menyusun jadwal peserta didik dapat melaksanakan dengan sangat baik.

Sementara pada pertemuan kedua, melaksanakan proyek berdasarkan desain yang telah diperbaiki kemudian mempresentasikan hasil proyek. Tahap memonitoring perkembangan proyek yaitu guru memantau keaktifan peserta didik selama melaksanakan proyek serta membimbing jika mengalami kesulitan. Selanjutnya, tahap menguji

hasil yaitu peserta didik mempresentasikan proyek yang telah dibuat serta peserta didik dari kelompok lain menanggapi hasil presentasi. Kedua fase memperoleh rata-rata 100%.

Tahap akhir yaitu mengevaluasi pengalaman, peserta didik dan guru melakukan evaluasi terhadap aktivitas serta hasil tugas proyek yang dilakukan. Persentase ketercapaian sintaks ini sebesar 88,9% artinya kemampuan peserta didik dalam menyelesaikan soal sudah sangat baik. Penilaian observer terhadap keterlaksanaan modul ajar terintegrasi *green chemistry* serta keterampilan berpikir kritis peserta didik yaitu rata-rata skor berturut-turut diperoleh sebesar 97,05% dan 94,43% kategori sangat baik.

Hasil angket persepsi guru dan peserta didik secara keseluruhan menunjukkan jika modul ajar sangat praktis digunakan. Berdasarkan persepsi guru terhadap modul diperoleh skor sebesar 88,18% dan persepsi guru terhadap LKPD diperoleh skor sebesar 86,67%. Hal ini menunjukkan bahwa produk yang dikembangkan menarik dan praktis digunakan dalam proses pembelajaran. Sedangkan hasil persepsi peserta didik terhadap modul ajar diperoleh skor sebesar 94,79% serta persepsi peserta didik terhadap LKPD diperoleh skor sebesar 94,9% yang berada pada kategori sangat praktis. Hal ini sejalan dengan penelitian Hutahaean, dkk (2019)

bahwa semakin banyak indera yang digunakan untuk menangkap informasi, semakin besar kemungkinan mengingat dan memahami informasi tersebut.

Hal tersebut juga sejalan dengan pendapat Akker, dkk (1999). Oleh karena itu, suatu modul ajar dikatakan praktis jika para ahli dan praktisi menyatakan modul ajar dapat diterapkan di lapangan dan tingkat keterlaksanaannya termasuk kategori “baik”.

4. Keefektifan Modul Ajar Terintegrasi *Green Chemistry*

Keefektifan modul ajar terintegrasi *green chemistry* yang dikembangkan dapat dilihat dari tes kemampuan berpikir kritis peserta didik terhadap materi yang diajarkan. Perangkat pembelajaran dinyatakan efektif apabila ketuntasan kelas mencapai 75%. Sementara itu, untuk tes kemampuan berpikir kritis per indikator dinyatakan sangat efektif apabila memperoleh skor rata-rata sebesar 81,26%.

Data hasil tes kemampuan berpikir kritis yang diperoleh persentase ketuntasan kelas pada kelas XI Kimia 2 SMAN 9 Makassar mencapai 87,5% dengan nilai KKM sebesar 75 untuk ketuntasan individu. Hasil ini menunjukkan bahwa produk efektif digunakan dalam proses pembelajaran. Berdasarkan rekapitulasi tes kemampuan berpikir kritis peserta didik per indikator diperoleh rata-rata sebesar 84,51% dengan kategori sangat tinggi.

Kemampuan berpikir kritis, memutuskan suatu tindakan merupakan tugas penting menurut Ennis (1985) dalam definisinya tentang kemampuan berpikir kritis. Adapun hasil analisis menunjukkan bahwa modul ajar terintegrasi *green chemistry* memenuhi kriteria yang layak untuk digunakan dalam proses pembelajaran berdasarkan kevalidan, kepraktisan, dan keefektifan perangkat pembelajaran yang dikembangkan.

KESIMPULAN DAN SARAN

1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis data dan pembahasan, modul ajar terintegrasi *green chemistry* dikembangkan dengan model ADDIE memenuhi kriteria layak untuk digunakan.

2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka peneliti mengajukan saran sebagai berikut:

1. Modul ajar yang dikembangkan hanya terbatas pada materi keseimbangan kimia, sehingga diharapkan pengembangan pada perangkat pembelajaran ini dapat dilakukan pada materi kimia lainnya.
2. Masih banyak kekurangan pada modul ajar yang dibuat baik dari segi tampilan maupun isi. Oleh karena itu, diperlukan penambahan lebih banyak lagi agar dapat diujicobakan dalam skala yang lebih besar.

3. Guru diharapkan dapat mengembangkan perangkat pembelajaran yang menarik untuk motivasi belajar peserta didik.

DAFTAR PUSTAKA

- Akker, J. V. D., Branch. R. M., Gustafson, K., Nieveen, N., & Plomp, T. (1999). *Dessign Approches and Tools In Education and Training*. Netherlands: Kluwer Academic Publisher.
- Ennis, R. H. (1985). *Goals for a Critical Thinking Curriculum*. USA: University of Illinois.
- Gumilar, G., Rosid, D. P. S., Sumardjoko, B., & Ghufron, A. (2023). Urgensi Penggantian Kurikulum 2013 Menjadi Kurikulum Merdeka. *Jurnal Papeda*, 5(2).
- Hutahaean., Lidia, A., Siswandari., & Harini (2022). Pemanfaatan E-Modul Interaktif sebagai Media Pembelajaran di Era Digital. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Pendidikan Pascasarjana UNIMED*. ISBN: 978-623-92913-0-3.
- Kemendikbud. (2016). *Permendikbud No. 22 Tahun 2016 Tentang Standar Proses Pendidikan Dasar dan Menengah*. Jakarta: Kemendikbud.
- Kemendikbudristek. (2022). *Panduan Pengembangan Projek Penguatan Profil Pelajar Pancasila*. Jakarta: Kemendikbudristek.
- Kosasih, E. (2021). *Pengembangan Bahan Ajar*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Kusmiati. (2022). Pengaruh Model Pembelajaran *Project Based Learning* terhadap Kreativitas Siswa Sekolah Dasar. *Jurnal Inovasi Pendidikan Dasar*, 2(3).
- Nurhasnah., Maulida, L., Mufti, Z. A., Latifah, A., & Agung, R. (2022). Implementasi Kurikulum 2013. *Educational Journal of Islamic Management (EJIM)*, 2(2).
- Rahmadhani, P., Widya, D., & Setiawati. (2022). Dampak Transisi Kurikulum 2013 Ke Kurikulum Merdeka Belajar Terhadap Minat Belajar Siswa. *JUPEIS: Jurnal Pendidikan dan Ilmu Sosial*, 1(4).
- Septikasari, R., & Frasandy, R. N. (2018). Keterampilan 4C Abad 21 dalam Pembelajaran Pendidikan Dasar. *Jurnal Tarbiyah Al-Awlad*, 8(2).
- Sunarti, S. (2020). Media Pembelajaran di Masa Pandemi Covid-19. *Jurnal Ilmu Pendidikan*.