

**PENGEMBANGAN MODUL AJAR BERBASIS *PROJECT
BASED LEARNING* (PJBL) PADA MATERI KIMIA
HIJAU DI SMAN 8 BANDA ACEH**

SKRIPSI

Diajukan Oleh:

Aulia Anggraini
Nim 210208037



**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN KIMIA
FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY
BANDA ACEH
2026 M/1447 H**

**PENGEMBANGAN MODUL AJAR BERBASIS *PROJECT
BASED LEARNING* (PJBL) PADA MATERI KIMIA
HIJAU DI SMAN 8 BANDA ACEH**

SKRIPSI

Telah Disetujui dan Diajukan Pada Sidang Munaqasyah Skripsi
Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Munaqasyah Gelar Sarjana
Bidang Pendidikan Kimia

Oleh

AULIA ANGGRAINI

NIM: 210208037

Mahasiswa Program Studi Pendidikan Kimia
Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry Banda Aceh

Disetujui oleh:

جامعة الرانيري

Pembimbing

Ketua Program Studi Pendidikan Kimia

Dr. Azhar Amsal, M.Pd
NIP. 196806011995031004

Sabarni, M.Pd
NIP. 198208082006042003

**PENGEMBANGAN MODUL AJAR BERBASIS *PROJECT
BASED LEARNING* (PJBL) PADA MATERI KIMIA
HIJAU DI SMAN 8 BANDA ACEH**

SKRIPSI

Telah Diuji dan Dipertahankan di Depan Tim Penguji Oleh Munaqasyah Skripsi
Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry Banda Aceh
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Bidang Pendidikan Kimia

Pada Hari/Tanggal:


Senin, 27 April 2026 M

Panitia Ujian Munaqasyah Skripsi

Ketua Sidang

Sekretaris Sidang


Dr. Azhār Amsal, M.Pd
NIP.196806011995031004


Safrijal, M.Pd
NIP. 198803042023211020

Penguji I,

Penguji II,


Noviza Rizkia, M.Pd
NIP.199211162019032009


Chusnur Rahmi, M.Pd
NIP. 198901172019032017

Mengetahui:

Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan
UIN Ar-Raniry


Prof. Saiful Muklis, S.Ag., MA., M.Ed., Ph.D.
NIP. 197301021997031003

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertandatangan dibawah ini:

Nama : Aulia Anggraini
NIM : 210208037
Prodi : Pendidikan Kimia
Fakultas : Tarbiyah dan Keguruan
Judul Skripsi : Pengembangan Modul Ajar Berbasis *Project Based Learning* (PjBL) pada Materi Kimia Hijau di SMA Negeri 8 Banda Aceh

Dengan ini menyatakan bahwa dalam penelitian skripsi, saya:

1. Tidak menggunakan ide orang lain tanpa mampu mengembangkan dan mempertanggungjawabkan;
2. Tidak melakukan plagiasi terhadap karya orang lain;
3. Tidak menggunakan karya orang lain tanpa menyebutkan sumber ahli atau tanpa izin pemilik karya;
4. Tidak memanipulasi dan memalsukan data;
5. Mengerjakan sendiri karya ini dan mampu bertanggung jawab atas karya ini.

Bila di kemudian hari ada tuntutan dari pihak lain atas karya saya, dan telah melalui pembuktian yang dapat dipertanggungjawabkan dan ternyata memang ditemukan bukti bahwa telah melanggar pernyataan ini, maka saya siap dikenai sanksi berdasarkan aturan yang berlaku di Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry Banda Aceh. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan tanpa paksaan dari pihak manapun.

Banda Aceh, 8 April 2026

Menyatakan,



AULIA ANGGRAINI

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah Swt. yang telah memberikan kesehatan dan kesempatan, serta shalawat dan salam untuk junjungan besar, yakni Nabi Muhammad Saw. Alhamdulillah, penulis dapat menyelesaikan pembuatan skripsi ini dengan judul Pengembangan Modul Ajar berbasis *Project Based Learning* (PJBL) pada Materi Kimia Hijau di SMA Negeri 8 Banda Aceh. Penulisan skripsi ini diajukan yakni sebagai karya tulis ilmiah untuk menyelesaikan program studi strata-1 pada Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry Banda Aceh. Penulis menyadari bahwa selesainya skripsi ini tidak lupa disertai do'a dan kesungguhan diri, kerja keras, bantuan, bimbingan, serta motivasi dari berbagai pihak.

Dalam kesempatan kali ini tak lupa penulis menyampaikan ucapan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu, mendukung serta membimbing penulis dalam menyelesaikan skripsi ini, diantaranya kepada:

1. Bapak Prof. Safrul Muluk, S.Ag., M.A., M.Ed., Ph.D., selaku Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan I R Y
2. Ibu Sabarni, S.Pd.I., M.Pd. selaku ketua Program Studi Pendidikan Kimia
3. Bapak Teuku Badlisyah, M.Pd selaku sekretaris Prodi Pendidikan Kimia
4. Ibu Hayatuz Zakiyah, M.Pd. selaku Penasehat Akademik (PA)
5. Bapak Dr. Azhar amsal, M.Pd. selaku pembimbing bagi penulis
6. Seluruh Bapak/Ibu Dosen beserta staf Pendidikan Kimia Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry.

7. Teruntuk kedua orang tua saya tercinta, Ayahanda Sehaddin dan Ibu Nuraini yang telah memberi kasih sayang, perhatian, dan dukungan moril maupun materi tanpa henti bagi penulis dan doa-doanya.
8. Teruntuk adek kesayangan ku Sri Maida Rezeki dan ke tiga senine ku dan ke tiga kakak iparku. Terima kasih karena selalu menjadi sosok pelindung dan support system sampai saat ini. Tanpa ada diri mu, penulis mungkin tidak akan sekuat dan setegar ini dalam menghadapi setiap tantangan. Terima kasih selalu ada memberikan semangat, motivasi, serta cinta yang begitu tulus.
9. Serta seluruh keluarga yang selalu memberikan dukungan dan doa serta tidak hentinya memotivasi untuk tidak pernah putus asa sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal penelitian.

Semoga segala kebaikan dan doa yang baik akan dibalas dengan kebaikan yang berlipat ganda. Penulis menyadari bahwa banyak kesalahan dan kekurangan dalam penulisan skripsi ini, namun harapan besar bagi peneliti semoga penelitian ini dapat memberikan masukan dan pengetahuan yang bermanfaat baik bagi penulis maupun pembaca.

Banda Aceh, 27 April 2026


Aulia Anggraini

ABSTRAK

Nama : Aulia Anggraini
Nim : 210208037
Fakultas/Prodi : Tarbiyah dan Keguruan/ Pendidikan Kimia
Judul : Persepsi Guru Pamong Terhadap Keterampilan mengajar Mahasiswa PPL Pendidikan Kimia UIN Ar-Raniry di SMA/MA Aceh Besar
Pembimbing : Dr. Azhar Amsal, M.Pd
Kata Kunci : Modul Ajar, Project Based Learning (PjBL), Kimia Hijau.

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh kebutuhan pengembangan bahan ajar yang lebih inovatif pada materi kimia hijau di SMA Negeri 8 Banda Aceh. Rumusan masalah dalam penelitian ini meliputi tingkat validitas modul ajar berbasis *Project Based Learning* (PjBL) serta respons guru dan siswa terhadap modul yang dikembangkan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kelayakan modul ajar berbasis PjBL dan mengetahui tanggapan pengguna terhadap modul tersebut. Jenis penelitian yang digunakan adalah *Research and Development* (R&D) dengan model pengembangan 4D yang meliputi tahap *define*, *design*, *develop*, dan *disseminate* (tanpa tahap penyebaran). Teknik pengumpulan data dilakukan melalui lembar validasi oleh ahli materi, media, dan bahasa, serta angket respons guru dan siswa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa modul ajar yang dikembangkan memperoleh nilai rata-rata sebesar 80,67 dengan kategori sangat valid. Selain itu, respons guru terhadap modul berada pada kategori sangat baik, sedangkan respons siswa berada pada kategori baik. Dengan demikian, modul ajar berbasis *Project Based Learning* (PjBL) pada materi kimia hijau layak digunakan sebagai bahan ajar dalam proses pembelajaran.

A R - R A N I R Y

DAFTAR ISI

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Rumusan Masalah	7
C. Tujuan Penelitian.....	7
D. Manfaat Penelitian	7
E. Definisi Operasional.....	8
BAB II KAJIAN TEORITIS.....	11
A. Pengembangan R&D.....	11
C. Modul Ajar	13
D. Model <i>Project-Based Learning</i> (PjBL).....	16
E. Materi Kimia Hijau	18
F. Software Canva	30
BAB III METODE PENELITIAN.....	32
A. Rancangan Penelitian	32
B. Tempat Dan Waktu Penelitian.....	33
C. Subjek Dan Objek Penelitian	33
D. Prosedur Penelitian.....	34
E. Instrumen Penelitian.....	39
F. Teknik Pengumpulan Data	40
G. Instrumen Pengumpulan Data	45
H. Teknik Analisis Data	46
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	49
A. Hasil Penelitian	49
B. Pembahasan.....	57

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	61
A. Kesimpulan	61
B. Saran.....	61
DAFTAR PUSTAKA	63



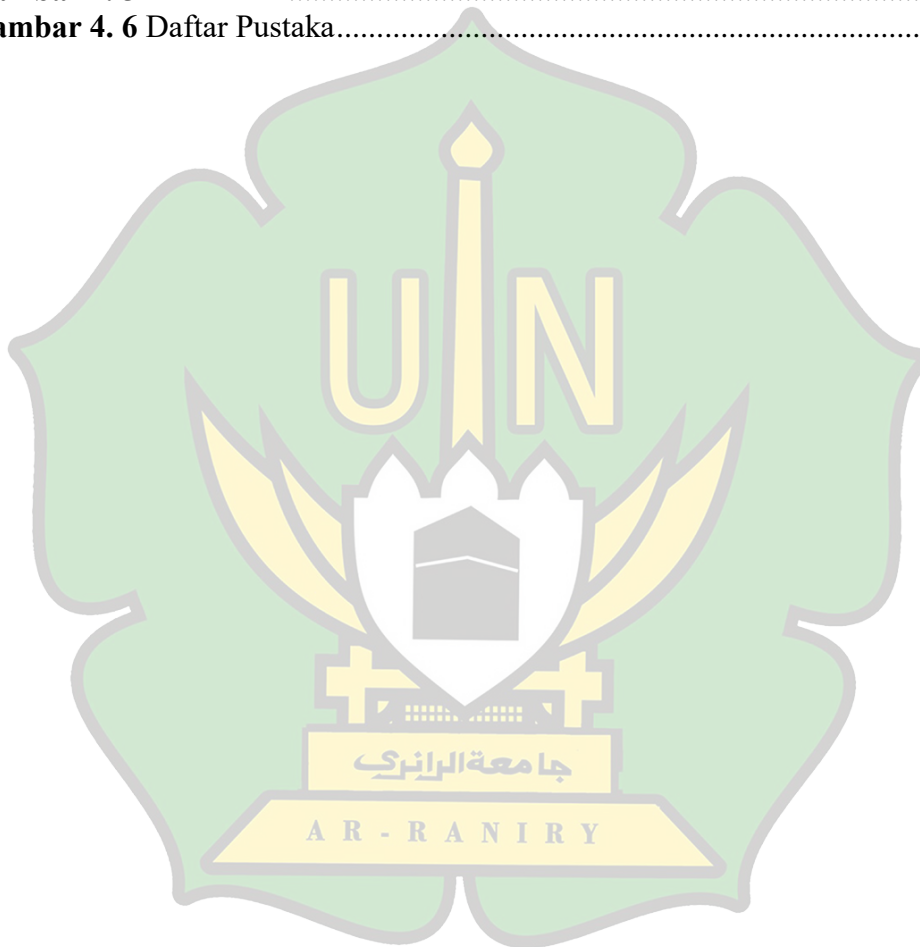
DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Instrumen Pedoman Wawancara.....	42
Tabel 3.2 Kisi-Kisi Instrument Validasi Ahli Media	42
Tabel 3.3 Kisi-Kisi Instrumen Validasi Materi	43
Tabel 3.4 Kisi-Kisi Instrumenm Respon Siswa.....	44
Tabel 3.5 kisi-kisi Instrumenm Penilaian Guru	45
Tabel 3.6 Tiga Validator.....	47
Tabel 3.7 Skor Angket Siswa dan Guru.....	48
Tabel 4.1 Validasi Ahli Materi, Bahasa, Media	56



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Tampilan halaman utama Canva.....	31
Gambar 4. 1 Desain Sampul Modul	52
Gambar 4. 2 Kata Pengantar.....	53
Gambar 4. 3 Daftar isi	53
Gambar 4. 4 Penggunaan Modul	54
Gambar 4. 5 Glosarium	55
Gambar 4. 6 Daftar Pustaka.....	55



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran I Surat penelitian akademik UIN Ar-Raniry Banda Aceh	67
Lampiran II Surat Penelitian Dinas Pendidikan.....	68
Lampiran III Surat Penelitian Dari Sekolah SMA N 8 Banda Aceh	69
Lampiran IV Modul Ajar	70
Lampiran V Lembar Validasi modul ajar, 3 validator	91
Lampiran VI Lembar Wawancara Guru	96
Lampiran VII Lembar Angket Respon Siswa	101
Lampiran VIII Lembar Angket Respon Guru	103
Lampiran IX Wawancara Siswa	105
Lampiran X Lembar Respon Guru.....	111
Lampiran XI Lembar Validasi Ahli Media.....	114
Lampiran XII Lembar Respon Siswa.....	122
Lampiran XIII Dokumentasi.....	125



BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Abad ke-21 disebut sebagai abad yang termasuk Era Revolusi 4.0, yang terjadi perubahan yang sangat cepat dan sulit diprediksi dalam segala aspek kehidupan, mulai dari bidang ekonomi, teknologi, informasi, komunikasi, transportasi dan lain-lain.¹ Abad ini menciptakan suatu proses perubahan yang begitu cepat, sederhana, produktif; banyak perubahan yang terjadi di Indonesia, salah satunya dalam bidang teknologi, semakin canggih dan pesat. Pengaruh yang begitu besar pada abad ke-21 ini banyak terjadi diberbagai bidang dan tak terkecuali dalam bidang pendidikan.

Pendidikan menjadi suatu proses yang dirancang dan dilakukan secara sadar guna menciptakan lingkungan serta kegiatan belajar yang memungkinkan siswanya mampu mengembangkan potensi dirinya sendiri dan siswa mampu aktif dalam pembelajaran. Pendidikan merupakan suatu usaha membantu siswa agar mereka dapat mengerjakan tugasnya dengan mandiri dalam melaksanakan tanggung jawab serta menunjukkan kecerdasan dalam berpikir. Pentingnya pendidikan untuk menanamkan nilai-nilai moral, akhlak luhur, dan siswa mampu menunjukkan berbagai keterampilan praktis di dalam peran aktif untuk membangun kehidupan bangsa dan negara.² Pendidikan di Indonesia pada saat ini memiliki perubahan

¹ I Wayan Redhana, "Mengembangkan Keterampilan Abad Ke 21 Dalam Pembelajaran Kimia" *Jurnal Inovasi Pendidikan Kimia*, Vol.13, No 1, 2019, hal 2239-2240.

² Desi Pristiwanti, Bai Badariah, Dkk, "Pengertian Pendidikan", *Jurnal Pendidikan Dan Konseling*, Vol.4, No 6, 2022, hal 7911.

Terhadap kurikulum yang mengalami sebelas kali dinamika perubahan, mulai dari tahun 1947 sampai dengan 2013, perubahan ini disebut sebagai hasil analisis dan evaluasi terhadap tantangan yang terus berubah. Pada saat ini kebijakan yang diterapkan yaitu kurikulum merdeka.

Pendidikan tidak lepas dari kurikulum karena kurikulum merupakan suatu hal penting di dalam pendidikan, karena kurikulum disusun dan diterapkan dalam panduan untuk mencapai tujuan pendidikan dengan sejalan dengan dinamika tuntutan zaman dan sesuai dengan kebutuhan siswa. Kurikulum Merdeka adalah pembelajaran yang memberikan pemahaman yang begitu luas bagi siswa, pembelajaran yang diprediksi berdasarkan kebutuhan, minat, serta kemampuan siswa tersebut. Pada kurikulum ini mempelajari berbagai macam metode intrakurikuler yang dirancang untuk membantu memahami konsep dan menguatkan kompetensi dimiliki siswa dalam memahami pembelajaran.³

Belajar dan pembelajaran merupakan aktivitas utama dalam proses pembelajaran, keduanya saling berhubungan erat dan tidak dapat dipisahkan dalam kegiatan edukatif. Dalam konteks belajar dan pembelajaran siswa dapat membantu untuk mengembangkan potensi dirinya sendiri agar dapat meningkatkan kualitas hidupnya, oleh karena itu pentingnya memahami konsep pembelajaran yaitu untuk memaksimalkan hasil belajar siswa dengan menggunakan waktu dan sumber daya yang optimal, sehingga siswa mampu mengembangkan kemampuan

³ Erin Aprillia, Cut Nurhayti, Dkk, "Perubahan Kurikulum Pada Proses Pembelajaran", Jurnal Ilmu Pendidikan Dan Sosial (JIPSI), Vol.1, No.4 2023 hal 403.

setiap individu siswa tersebut, dan mempermudah dalam setiap proses belajar mengajar yang mencakup setiap tujuan belajar secara efektif dan efisien.

Bahan ajar yang biasa digunakan pendidik berupa buku, modul, lkpd, bahan ajar digital. Bahan ajar digunakan sebagai alat pengajaran yang diharapkan dapat membantu guru dan siswa dalam memudahkan proses pembelajaran. Bahan ajar adalah bahan atau materi pembelajaran yang disusun secara sistematis yang digunakan guru dan siswa dalam proses pembelajaran, bahan ajar merupakan suatu alat pembelajaran yang berisi materi pembelajaran. Bahan ajar ini bentuk bahan yang digunakan untuk membantu guru/instruktur dalam pelaksanaan kegiatan belajar dan mengajar dan bahan ajaran ini dalam bentuk tulisan. Dengan bahan ajar ini siswa mungkin dapat mempelajari suatu Capaian Pembelajaran atau (CP) secara runtut dan sistematis sehingga secara akumulatif mampu menguasai semua komponen yang di dalam bahan ajar secara utuh dan terpadu.

Modul merupakan suatu bahan ajar yang dirancang secara sistematis dan terstruktur, berisi materi, petunjuk penggunaan, latihan, dan evaluasi dalam kurikulum khusus, dan dibuat agar siswa mampu belajar mandiri dalam waktu tertentu agar siswa dapat menguasai keterampilan yang diajarkan. Untuk mencapai standar kompetensi yang telah ditetapkan, modul ajar memiliki peran utama yang dapat membantu guru dalam hal pembelajaran, merancang pembelajaran, menyusun perangkat pembelajaran, dan mengembangkan kompetensi pedagogik yang perlu dilakukan agar proses pembelajaran di kelas dapat berlangsung secara efektif, efisien, dan tetap fokus pada indikator pencapaian yang telah ditetapkan.

Model pembelajaran yang diterapkan oleh salah satu guru di SMA Negeri 8 Banda Aceh pada materi kimia hijau adalah model pembelajaran *discovery learning*. *Discovery learning* adalah model belajar bersifat dua arah yang melibatkan siswa dalam menjawab pertanyaan-pertanyaan dari guru pada siswa yang melakukan *discovery* sedang saat guru bertugas membimbing mereka dalam mengarahkan kearah yang tepat dan juga benar⁴. Metode ini diyakini sebagai pembelajaran yang berpusat pada guru yang membuat siswa menjadi belajar yang pasif di dalam pembelajaran kimia hijau. Maka dari ini, model yang cocok untuk modul ini adalah Project-Based Learning. Project-Based Learning adalah strategi pembelajaran di mana siswa harus membangun sendiri pengetahuan kontes mereka dan mendemonstrasikan pemahaman baru yang diperoleh melalui berbagai bentuk representasi .

Berdasarkan hasil observasi dan wawancara yang dilakukan di SMA Negeri 8 Banda Aceh bersama Pak Mawardi selaku guru kimia kelas X IPAS 4, diperoleh informasi bahwa kegiatan pembelajaran masih bertumpu pada penggunaan buku paket sebagai sumber belajar utama. Media yang dimanfaatkan juga masih berupa buku paket pada materi kimia hijau dengan dukungan alat bantu seperti infokus. Dalam pelaksanaannya, guru lebih sering menerapkan model *Problem Based Learning* (PBL) yang dipadukan dengan metode tanya jawab secara klasikal. Dengan kondisi tersebut, diperlukan adanya pengembangan modul ajar yang lebih

⁴ Muhammad Fikri Sunarto, Nur Amalia, "Penggunaan Model Discovery Learning Guna Menciptakan Kemandirian Dan Kereaktifitas Peserta Didik", *Jurnal Pendidikan Bahasa Dan Sastra*, Vol. 21, No.1, 2022, hal. 94-95.

inovatif dan bervariasi agar proses pembelajaran dapat berlangsung lebih efektif dan maksimal.

Hasil wawancara yang dilakukan pada tanggal 6 Mei 2025 dengan salah satu guru di SMA Negeri 8 Banda Aceh, yaitu Pak Mawardi, diperoleh bahwa sekolah tersebut sudah menerapkan Kurikulum Merdeka yang menggunakan modul ajar, akan tetapi pembelajaran di kelas X MIPA masih menggunakan buku paket. Adapun Pak Mawardi, pernah menggunakan model pembelajaran *Problem Based Learning* (PBL) pada materi kimia hijau. Pada saat pembelajaran, siswa di kelas masih menggunakan buku paket tidak terlalu aktif dan bersemangat. Siswa mengaku bahwa mereka merasa bosan dengan penggunaan model *Problem-Based Learning*. Guru juga hanya menggunakan metode ceramah. Jika guru menggunakan model berbasis proyek yang melibatkan siswa, maka mereka akan merasa bersemangat dan aktif sehingga siswa lebih paham dalam pelajaran.

Permasalahan yang didapatkan menunjukkan bahwa perlu dikembangkan lagi modul ajar yang melibatkan siswa untuk berperan aktif dalam proses pembelajaran di dalam kelas. Penelitian ini akan mendesain modul ajar yang berbasis *Project-Based Learning* (PjBL) pada materi kimia hijau dengan menggunakan desain dari Canva. Maka, penggunaan modul ajar berbasis *Project-Based Learning* (PjBL) adalah salah satu alternatif proses pembelajaran yang bertujuan pada keaktifan dan pemahaman peserta didik.

Pembelajaran kimia kelas X MIPA yang terdapat salah satu materi tentang kimia hijau dalam Kurikulum Merdeka. Pada saat wawancara, salah satu guru kimia SMA Negeri 8 Banda Aceh menyatakan bahwa pada saat proses

pembelajaran, siswa kurang aktif dalam proses pembelajaran sehingga siswa memperoleh 50% di bawah Kriteria Keterampilan Tujuan Pembelajaran (KKTP). Dari hal ini, penelitian akan mendesain modul ajar berbasis *Project Based Learning* (PjBL). Hal ini dapat mempermudah guru saat proses pembelajaran dan membuat siswa lebih aktif dalam belajar.

Penelitian yang dilakukan Yeny Yuliza, Sulistiono, dan Zico Fakhur Rozi, “Analisis Kebutuhan Modul Kimia Asam-Basa *Project Based Learning* (PjBL) di SMA Negeri 1 Kota Lubuklinggau”, berdasarkan hasil bahan ajar dalam bentuk modul untuk siswa, mampu meningkatkan hasil belajar dan proses belajar-mengajar. Dalam model PjBL ini, siswa dapat belajar secara mandiri dan mampu memahami topik asam-basa tersebut.

Penelitian yang dilakukan Racmat Ibrahim, Chynya Meliana Siregar, dan Ratna Farwati, “Modul Kimia Berbasis *Project Based Learning* Untuk Sekolah Dengan Kurikulum Merdeka”, menunjukkan perubahan pada siswa yang mendapatkan nilai sebesar 93,05%, yang sangat memudahkan siswa dalam proses pembelajaran. Modul dan jenis-jenis materi dengan model *Project Based Learning* dapat dinyatakan bahwa terdapat peningkatan yang cukup signifikan terhadap hasil belajar siswa ketika menggunakan modul ini.

Adapun yang membedakan dengan penelitian terdahulu terletak pada materi, jenjang sekolah, dan tempat sekolah. Penelitian yang dikembangkan pada judul ini yaitu: “**Pengembangan Modul Berbasis *Project Based Learning* (PjBL) pada Materi Kimia Hijau di SMA Negeri 8 Banda Aceh**”

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah di atas, maka rumusan masalah penelitian ini adalah:

1. Apakah modul yang dikembangkan valid digunakan pada materi kimia hijau berbasis *project-based learning* (PjBL) di SMA Negeri 8 Banda Aceh?
2. Bagaimana respon guru dan siswa terhadap modul ajar berbasis *project based learning* (PjBL) yang dikembangkan di SMA Negeri 8 Banda Aceh?

C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah tersebut maka tujuan penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui validitas modul ajar berbasis *Project Based Learning* (PjBL) pada materi kimia hijau yang dikembangkan di SMA Negeri 8 Banda Aceh.
2. Untuk mengetahui respons guru dan siswa terhadap modul kimia hijau berbasis *Project-based learning* (PjBL) pada materi kimia hijau yang dikembangkan di SMA Negeri 8 Banda Aceh .

D. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian yaitu:

1. Secara teoritis

Penelitian ini dapat membawa wawasan tentang model pembelajaran yang dapat diterapkan dalam kegiatan belajar-mengajar di sekolah sehingga dapat membuat kegiatan pembelajaran lebih optimal dan memotivasi siswa.

2. Secara Peraktis

a. Bagi Sekolah

Penelitian ini dapat menjadi acuan bagi pihak sekolah dalam melakukan kegiatan belajar mengajar dengan menerapkan model pembelajaran pada saat pembelajaran berlangsung agar kegiatan belajar lebih efektif dan melibatkan siswa sebagai peran utama.

b. Bagi Guru

Penelitian ini diharapkan dapat menjadi pedoman bagi guru dalam menerapkan model pembelajaran yang sesuai dengan materi yang akan dipelajari dalam proses pembelajaran sehingga kegiatan pembelajaran tidak menonton dan dapat membuat siswa lebih aktif, termotivasi, serta mampu menyelesaikan tugas yang diberikan oleh gurunya.

c. Bagi Siswa

Penelitian ini dapat membuat siswa dapat memahami materi tentang kimia ijau melalui penerapan model pembelajaran *Project-based Learning* (PjBL) sehingga dapat meningkatkan hasil belajar siswa.

E. Definisi Operasional

1. Pengembangan

Pengembangan merupakan sebuah proses untuk mengembangkan suatu produk atau menyempurnakan produk yang sudah ada sebelumnya, pengembangan juga merupakan metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu secara sistematis dan terstruktur. Pengembangan

yang dimaksud dalam penelitian ini yaitu salah satu perangkat bahan ajar, modul ajar berbasis *project-based learning* (PjBL) pada materi kimia hijau ini yang dikembangkan untuk membantu guru dan siswa dalam melaksanakan proses secara lebih efektif.⁵

2. Modul

Modul merupakan salah satu perangkat pembelajaran atau rancangan pembelajaran yang berlandaskan pada kurikulum yang berlaku dan diaplikasikan dalam proses pembelajaran dengan tujuan untuk mencapai standar kompetensi yang telah ditetapkan.⁶ Pada modul ini guru merupakan salah satu peran penting dalam membantu dan merancang suatu pembelajaran. Dalam proses penyusunan perangkat pembelajaran ini, guru dituntut untuk mengasah kemampuan berpikirnya agar dapat berinovasi dalam merancang modul ajar yang efektif dan kreatif. Tujuan modul ajar adalah untuk menjadi pedoman pembelajaran yang memudahkan guru dalam merancang dan melaksanakan proses belajar-mengajar. Modul ini juga bertujuan untuk membantu peserta didik belajar secara mandiri, terarah, dan sesuai dengan kompetensi yang ingin dicapai dalam kurikulum.

3. Model *Project-Based Learning* (PjBL)

Project-Based Learning (PjBL) adalah model pembelajaran yang menjadikan siswa sebagai subjek atau pusat pembelajaran, mengutamakan proses belajar yang memiliki hasil berupa produk. Dalam model ini, pembelajaran berlangsung melalui

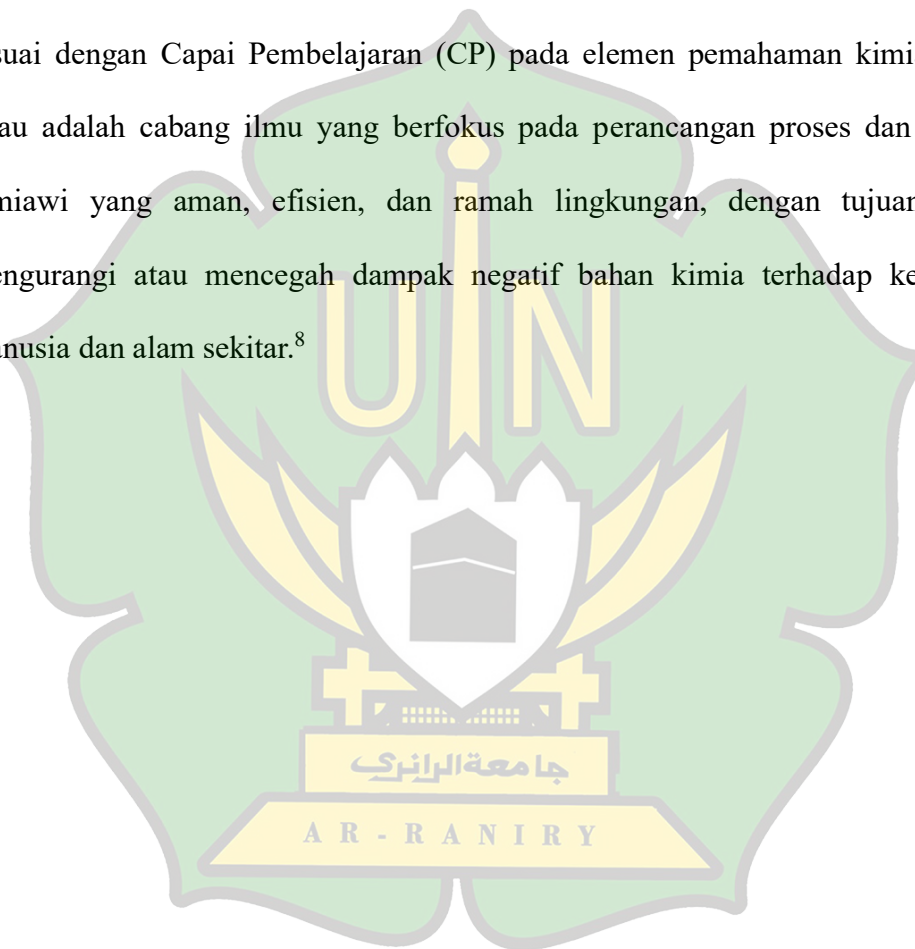
⁵ Utami Maulida, "Pengembangan Modul Ajar Berbasis Kurikulum Merdeka", *Jurnal Terbawi*, Vol. 5, No. 2, 2022, Hal.131-132.

⁶ Dona Ningsih, Winda Febrina,dkk, "Pengembangan Modul Ajar Kurikulum Merdeka",*Jurnal Manajemen Pendidikan dan Pelatihan*,Vol.8,No.1, 2024, hal.151.

mengerjakan proyek yang dirancang untuk mengembangkan pemahaman konsep, keterampilan berpikir kritis, kolaborasi, serta kemampuan memecahkan masalah.⁷

4. Kimia Hijau

Kimia Hijau merupakan salah satu materi dalam mata pelajaran kimia pada tingkat Sekolah Menengah Atas (SMA) yang dipelajari pada kelas X atau Fase E, sesuai dengan Capai Pembelajaran (CP) pada elemen pemahaman kimia. Kimia hijau adalah cabang ilmu yang berfokus pada perancangan proses dan produk kimiawi yang aman, efisien, dan ramah lingkungan, dengan tujuan untuk mengurangi atau mencegah dampak negatif bahan kimia terhadap kesehatan manusia dan alam sekitar.⁸



⁷ Damayanti Nababan, Alisia Klara Marpaung, Dkk, “Strategi Pembelajaran Project Based Learning (PJBL)”, Jurnal Pendidikan Sosial Dan Humaniora, Vol.2, No.2, 2023, hal. 706

⁸ Juremi, Buku Ajar Kimia Impelementasi Kurikulum Merdeka SMA/MA Fase E, Jawa Tengah, Historie Media, 2024, hal 51-52.

BAB II

KAJIAN TEORITIS

A. Pengembangan R&D

Pengembangan merupakan salah satu jenis penelitian yang umumnya digunakan dalam bidang pendidikan untuk menghasilkan atau menyempurnakan produk tertentu. Penelitian dan pengembangan atau dalam bahasa Inggris *Research & Development* (R&D) merupakan proses atau langkah-langkah untuk mengembangkan suatu produk baru atau menyempurnakan produk yang telah ada. Pada penelitian ini dapat menghasilkan produk yang bersifat analisis kebutuhan dan menguji keefektifan produk tersebut, agar dapat dimanfaatkan secara luas oleh masyarakat, maka penelitian ini diperlukan untuk mengevaluasi tingkat keberhasilan produk yang di kembangkan⁹. Berdasarkan penjelasan di atas, pengembangan tersebut merupakan suatu tahapan yang akan digunakan untuk merancang sekaligus memastikan validitas suatu produk. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menciptakan sebuah produk melalui tahapan pengembangan serta perubahan-perubahan dalam kurun waktu tertentu terhadap produk tersebut.

B. Model *Four-D*

Model Pengembangan 4-D (*Four-D*) merupakan model pengembangan yang terdiri dari empat tahapan utama, yaitu *Define* (pendefinisian), *Design* (perancangan), *Develop* (pengembangan), dan *Disseminate* (penyebaran). Model ini mulai diperkenalkan pada awal tahun 1907 sebagai bentuk penyempurnaan dari

⁹ Okpatrioka, "Research Development (R&D) Penelitian Yang Inovatif Dalam Pendidikan", Jurnal Pendidikan, Bahasa Dan Budaya, Vol. 1, No.1,2023, hal 87

pendekatan pengembangan yang telah ada sebelumnya, yang umumnya melibatkan tahapan analisis, perancangan, dan evaluasi. Berikut penjelasan dan langkah-langkah model 4-D:

a. Tahap Pendefinisian (*Define*)

Tahapan pertama berfokus pada pengembangan, identifikasi masalah, dan kebutuhan yang melatarbelakangi perlunya suatu produk. Tahap ini ada lima langkah pokok, yaitu: (1) analisis awal, (2) analisis peserta didik, (3) analisis tugas, (4) analisis materi, dan (5) perumusan tujuan pembelajaran. Tahap ini bertujuan untuk mengidentifikasi permasalahan utama secara menyeluruh yang nantinya akan menjadi pijakan dalam proses pengembangan produk pada kegiatan penelitian dan pengembangan.

b. Tahap perancangan (*Design*)

Tahap ini merupakan tahapan perancangan (*Design*), yaitu bagian penting dalam proses penelitian dan pengembangan yang berfokus pada pembuatan rancangan awal produk. Pada tahap ini, terdapat empat langkah utama yang perlu dilakukan, yaitu : (1) penyusunan tes acuan kriteria merupakan tahapan yang berfokus pada penyusunan standar tes yang disesuaikan dengan hasil analisis terhadap tujuan pembelajaran serta karakteristik peserta didik. (2) Pemilihan media yang dilakukan pada proses ini memilih serta mengidentifikasi media pembelajaran yang tepat dan sesuai dengan ketetapan materi yang akan disampaikan. (3) Pemilihan format dapat dilakukan dengan pemilihan perangkat pembelajaran yang bertujuan untuk merancang media pembelajaran serta menentukan strategi, pendekatan, metode dan

sumber pembelajaran yang akan digunakan. (4) Desain awal untuk menguji coba materi pembelajaran yang telah disusun melalui praktik mengajar (*Microteaching*).

1. Tahap Pengembangan (*Develop*)

Tahap ini merupakan fase untuk menghasilkan produk atau model yang telah dikembangkan. Pada tahap ini terdapat dua langkah utama, yaitu penilaian dari para ahli yang diikuti dengan revisi, serta uji coba terhadap produk atau model tersebut

2. Tahap Penyebaran (*Disseminate*)

Tahap ini adalah tahap proses penerapan perangkat yang dikembangkan dan disebarluaskan kepada sekolah lain atau oleh guru lain. Tujuan dari tahap ini untuk memperkenalkan dan menerapkan produk atau model agar dapat digunakan secara luas sehingga dapat dimanfaatkan dan dirasakan oleh orang banyak¹⁰

C. Modul Ajar

1. Pengertian Modul Ajar

Modul adalah istilah dari Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) di dalam Kurikulum Merdeka sebagai panduan bagi guru untuk melaksanakan proses pembelajaran secara terstruktur dan terarah, dan dapat dikatakan sebagai alur tujuan pembelajaran (ATP), namun dapat dikembangkan dari capaian pembelajaran (CP) dan disusun berdasarkan rancangan pembelajaran. Modul ini disusun secara sistematis agar mempermudah guru saat proses mengajar dan memudahkan guru dalam menyampaikan suatu materi, dan peserta didik dapat memahami materi yang

¹⁰ Fayrus Abadi Slamet “Model Penelitian Pengembangan”, Institut Agama Islam Sunan Kalijogo Malang, Jawa Timur, 2022, hal 9-24.

disampaikan oleh guru.¹¹ Oleh karena itu, modul ajar berfungsi sebagai sarana utama untuk meningkatkan mutu pembelajaran, yang memberikan manfaat bagi guru, peserta didik, serta jalannya proses belajar-mengajar.

Modul merupakan suatu kesatuan materi pembelajaran yang lengkap dan dapat digunakan secara mandiri oleh peserta didik. Modul ini juga terdiri dari rangsangan kegiatan belajar yang dirancang secara khusus untuk membantu siswa dalam mencapai tujuan pembelajaran yang telah ditentukan secara spesifik dan terukur.¹² Maka dari ini, dapat dipahami modul ajar sebagai perangkat pembelajaran yang telah disusun secara menyeluruh dan sistematis dan terdapat pengalaman belajar yang dirancang secara terencana untuk memfasilitasi siswa dalam mencapai kompetensi yang telah dirumuskan secara jelas dan terarah.

2. Kriteria Modul

- a. Esensial merupakan pemahaman mendalam terhadap konsep inti dalam setiap mata pelajaran yang diperoleh melalui pengalaman belajar serta keterkaitan antara berbagai disiplin ilmu.
- b. Menarik, bermakna, dan menantang adalah modul yang dapat membangkitkan minat belajar serta mendorong keterlibatan aktif siswa dalam proses pembelajaran. Isi modul terhubung dengan pengetahuan dan pengalaman yang telah dimiliki sebelumnya, disusun dengan tingkat kesulitan yang tidak terlalu rumit, namun juga tidak terlalu sederhana bagi usia dan tahap perkembangan siswa.

¹¹ Rafika Indra Julia, Nellitawati, Dkk, "Pengembangan Modul Pembelajaran Tematik Terpadu Di Sekolah Dasar", Jurnal Riset Ilmu Pendidikan , Vol.4, No.1, 2022, hal 724-725.

¹² Novi eka nuryanti, edi hendri mulyana, Dkk, "Analisis kesulitan guru pengembangan Modul Ajar Berbasis Kurikulum Merdeka", Jurnal paud agapedia, Vol.7, No.2, 2023, hal 177-178

- c. Relawan dan kontekstual berarti modul yang dirancang selaras dengan pengetahuannya serta pengalaman yang telah dimiliki peserta didik dan disesuaikan dengan situasi, waktu, serta lingkungan pada tempat mereka belajar.
- d. Berkesinambungan, yaitu modul yang disusun melalui alur kegiatan pembelajaran yang saling terhubung dan sejalan dengan tahapan perkembangan belajar peserta didik.

3. Komponen Modul Ajar

Secara garis besar, modul ajar mencakup tiga bagian utama, yaitu informasi umum, bagian inti, dan lampiran. Berikut penjelasan secara lengkap dari komponen-komponen modul ajar yaitu:

a. Informasi modul

1. Identitas modul
2. Kompetensi awal
3. Profil pelajar pancasila
4. Sarana dan prasarana
5. Target peserta didik
6. Model pembelajaran

b. Kompenen inti

1. Tujuan pembelajaran
2. Pemahaman bermakna
3. Pertanyaan pematik
4. Kegiatan pembelajaran

5. Asesmen

c. Lampiran

1. Lembar kerja peserta didik
2. Glosarium
3. Daftar pustaka¹³

D. Model *Project-Based Learning* (PjBL)

1. Pengertian *Project-Based Learning* (PjBL)

Pembelajaran *Project-Based Learning* (PjBL) merupakan model pembelajaran inovasi yang mendorong siswa belajar secara kontekstual melalui aktivitas kompleks. Siswa dilibatkan langsung dalam menyelesaikan masalah, membangun pemikiran sendiri, serta menemukan solusi realistis. Melalui proyek yang dilakukan, siswa menjadi lebih kreatif, terampil, dan dapat percaya diri dalam mengolah informasi serta menarik kesimpulan dari pengalaman praktik.¹⁴

2. Langkah-Langkah

Adapun tahap-tahap perncangan tersebut sebagai berikut:

- a. Menentukan pertanyaan (*Essential Question*).
- b. Menetapkan tujuan pembelajaran yang akan dicapai.
- c. Merancang proyek

¹³ Irmaliya Izzah Salsabilla, Erisya Jannah, Dkk, “Analisis Modul Ajar Berbasis Kurikulum Merdeka”, Jurnal Literasi Dan Pembelajaran Indonesia, Vol.3, No.1, 2023, hal 34-38

¹⁴ Mulia Sinta, Halimatus Sakdiah, Dkk, “Penerapan Model Pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) Untuk Meningkatkan Kemampuan Berfikir Keritis Siswa Pada Materi Hukum Gravitasi Newton Di MAS Jabal Nur”, Jurnal Pendidikan Fisika Dan Fisika Terapan, Vol. 8, No.1, 2022, hal 25.

d. Membuat jadwal dan alur waktu

3. Kelebihan dan Kekurangan

a. Kelebihan dalam menggunakan project based learning (PjBL):

- 1) Mendorong semangat belajar peserta didik dengan melibatkan mereka secara langsung dalam proses pembelajaran.
- 2) Memberi peluang belajar yang mencakup berbagai bidang keilmuan.
- 3) Membantu peserta didik menghubungkan pelajaran dengan kehidupan nyata di luar lingkungan sekolah.
- 4) Memberikan pengalaman belajar yang khas karena peserta didik berperan sebagai pembimbing yang dekat dengan peserta didik.
- 5) Menawarkan kesempatan bagi peserta didik untuk menjalin hubungan yang lebih luas dengan komunitas di sekitar.

b. Kekurangan dalam menggunakan project based learning (PjBL):

- 1) Proses penyelesaian masalah membutuhkan waktu tidak sedikit
- 2) Pengimplementasian kegiatan ini merupakan memerlukan anggaran yang relatif besar.
- 3) Sebagian pendidik merasa lebih nyaman menggunakan model pembelajaran konvensional, di mana para guru tetap dominan di kelas.
- 4) Diperlukan pembelian berbagai perlengkapan pendukung yang jumlahnya cukup banyak.

- 5) Peserta didik yang kurang terampil dalam melakukan eksperimen atau mengumpulkan data kemungkinan akan mengalami hambatan.
- 6) Dalam kerja kelompok, ada kemungkinan peserta didik berpartisipasi secara aktif, sehingga dapat mengganggu pemahaman mereka terhadap materi secara menyeluruh.¹⁵

E. Materi Kimia Hijau

1. Pengertian Kimia Hijau

Salah satu materi yang diajarkan kepada siswa SMA melalui Kurikulum Merdeka adalah kimia hijau. Kimia hijau adalah pendekatan dalam merancang proses produksi yang bertujuan untuk meminimalkan hingga menghilangkan penggunaan bahan kimia berbahaya yang dapat membahayakan kesehatan manusia maupun lingkungan. Prinsip ini menekankan agar proses sintesis dan manufaktur produk kimia dilakukan tanpa melibatkan zat beracun, sehingga mendukung terciptanya industri yang berkelanjutan, bersih, dan ramah lingkungan, serta menghasilkan produk yang lebih aman dan tidak berisiko bagi pengguna¹⁶

Sebelum konsep ini dikenalkan secara luas di berbagai sektor industri, beberapa sektor industri seperti pertanian dan kesehatan berkontribusi terhadap pencemaran lingkungan melalui limbah kimia berbahaya yang mereka hasilkan. Senyawa berbahaya tersebut berpotensi mencemari air, udara, tanah, bahkan

¹⁵ Muh. Irfan Nugraha, Ritha Tuken Dkk, "Penerapan Model Pembelajaran Project Based Learning Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Pada Siswa Sekolah Dasar", *Jurnal Of Education*, Vo.1, No.2, 2021, hal 145-147

¹⁶ Rahma Annisa Izzania, Woro Sumarni, dkk. (2024), Pengembangan E-Modul Ajar Kimia Hijau Bermuatan Etno-STEM Berbasis Guided Inquiry untuk Membekali Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik, *Jurnal Inovasi Pendidikan*, vol. 18, No. 1.

partikel debu, yang pada akhirnya dapat masuk ke dalam tubuh manusia serta organisme dan mengganggu kesehatan maupun ekosistem secara keseluruhan.

2. Permasalahan Kimia Hijau

Menurut laporan *World Economic Forum* (WEF) pada tahun 2016, diperkirakan terdapat lebih dari 150 ton plastik di laut di dunia. Setiap tahun, sekitar 8 juta ton sampah plastik tambahan masuk ke perairan laut. Plastik tersebut memiliki sifat yang sangat tahan lama, mampu bertahan di lautan selama beratus tahun tanpa terurai menjadi partikel kecil dalam waktu singkat. Akibatnya, jumlah plastik di laut tersebut bertambah dan menumpuk, kecuali jika dilakukan upaya signifikan untuk mengatasinya.

Berdasarkan perkiraan *World Economic Forum* (WEF), pada tahun 2025 ini jumlah plastik di laut diprediksi akan semakin meningkat hingga rasio perbandingannya dengan ikan mencapai 1:3. Ini berarti untuk setiap tiga bagian plastik di laut, hanya ada satu bagian ikan. Total plastik di perairan diperkirakan akan mencapai 250 juta ton. Sementara itu, populasi ikan makin menurun akibat partikel penangkap ikan semakin intensif dan tidak terkendali. Akumulasi plastik yang terus meningkat ini memperburuk kondisi ekosistem laut dan mengancam kelestarian kehidupan biota laut.¹⁷

Selain masalah plastik, terdapat juga permasalahan dari produksi cat yang mengeluarkan bau yang mengandung senyawa organik mudah menguap (VOC) yang dapat membahayakan kesehatan bagi manusia dan makhluk hidup serta merusak lingkungan. Penggunaan dan perkembangan zat kimia sintetis hasil dari produksi industrialisasi yang tidak terkontrol dapat mengakibatkan kontaminasi

¹⁷ Juremi, "buku ajar IPA kimia impelentasi kurikulum merdeka SMA/MA fasa E", historie media,jawa tengah, 2024, hal. 51-52.

pada tubuh manusia. Beberapa di antaranya diketahui memiliki sifat beracun dan dapat memicu penyakit kanker.

3. Proses Kimia Hijau

Konsep kimia hijau berhubungan erat dengan berbagai proses kimia yang melibatkan reaksi kimia. Reaksi tersebut menghasilkan produk baru selama proses berlangsung. Contoh reaksi kimia alami yang sering ditemukan antara lain adalah perkaratan pada besi yang terjadi ketika besi bereaksi dengan oksigen dan air, serta proses fotosintesis pada tumbuhan yang mengubah karbon dioksida dari air menjadi glukosa dan oksigen dengan antusiasme sinar matahari. Kimia hijau bertujuan untuk membuat proses-proses tersebut lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan. Contoh proses reaksi kimia yang menjadi didalam kehidupan sebagai berikut:

a. Fotosintesis

Fotosintesis berlangsung pada sinar matahari yang dimanfaatkan untuk menyerap karbon dioksida (CO_2) dari udara CO_2 merupakan salah satu gas rumah kaca yang berkontribusi terhadap peningkatan suhu bumi. Namun, melalui proses fotosintesis, kadar CO_2 di atmosfer dapat berkurang, sehingga membantu menurunkan efek pemanasan global. Hasil dari proses ini adalah glukosa dan oksigen. Glukosa digunakan oleh tumbuhan sebagai sumber energi untuk pertumbuhan, sementara oksigen dilepaskan ke udara dan menjadi unsur vital bagi kelangsungan hidup manusia dan hewan.

b. Perkaratan pada besi

Perkara terjadi ketika benda berbahan besi berkaitan dengan udara, membentuk lapisan tipis berwarna merah kecokelatan di permukaannya. Lapisan ini dikenal sebagai karat.

c. Pembakaran tidak sempurna

Proses pembakaran sampah menghasilkan arang karbon (C) dalam bentuk padatan dan gas karbon monoksida. Kedua zat tersebut berpotensi mencemari lingkungan.¹⁸

4. Prinsip Kimia Hijau

Kimia hijau tidak hanya berfokus pada produksi dan penggunaan bahan kimia yang aman, tetapi juga dapat diterapkan dalam kehidupan sehari-hari di rumah. Beberapa bahan kimia yang bisa digunakan di rumah antara lain deterjen, pembersih lantai, pemutih, dan pestisida. Penting untuk memikirkan bagaimana cara kita menggunakannya agar lebih ramah lingkungan.

Penerapan prinsip kimia hijau di rumah dapat dilakukan dengan berbagai cara, seperti menggunakan bahan secukupnya, membuang limbah kimia pada tempat yang aman, menyimpan bahan kimia dengan benar, serta menggantikan bahan kimia berbahaya dengan alternatif yang lebih ramah lingkungan, misalnya bahan alami. Selain itu, mendaur ulang plastik juga merupakan langkah nyata dalam mendukung konsep kimia hijau. Berikut ini 12 prinsip kimia hijau dan penjelasannya.

a. Pencegahan sampah

¹⁸ Eka Purnama M, Nur Indriyani, Dkk, "Ringkasan Pengetahuan Alam Lengkap (RPAL)", ANDI, Yogyakarta, hal 290-291.

Prinsip pencegahan sampah dalam kimia hijau menekankan perlunya menghindari pembentukan limbah sejak tahap awal proses produksi, bukan hanya pengolahannya setelah terbentuk. Konsep ini mendorong perancangan proses kimia yang lebih efisien dan ramah lingkungan, di mana pemanfaatan bahan baku dioptimalkan untuk menghasilkan produk akhir dengan seminimal mungkin sisa limbah. Prinsip ini menekankan gagasan bahwa pencegahan lebih baik daripada penanggulangan.

b. Ekonomi atom

Mengoptimalkan ekonomi atom dilakukan dengan merancang proses sintesis yang efisien dalam memanfaatkan setiap atom dari bahan pereaktif. Prinsip ini bertujuan untuk meminimalkan limbah hingga tingkat molekuler dengan memastikan sebanyak mungkin atom dari bahan awal berkontribusi pada pembentukan produk akhir.

c. Sintesis kimia yang kurang berbahaya

Merancang sintesis kimia yang aman bertujuan untuk menggunakan bahan kimia yang minim atau bahan tidak berbahaya sejak tahap awal produksi. Dengan demikian, proses sintesis dapat mengurangi atau mencegah dampak negatif terhadap kesehatan manusia dan lingkungan.

d. Merancang bahan kimia yang lebih aman

Merancang bahan kimia dan produk turunannya yang aman bertujuan untuk menghasilkan senyawa yang efektif namun memiliki sedikit atau bahkan tanpa efek toksik. Meskipun tidak semua bahan kimia yang aman dapat diaplikasikan pada

berbagai produk, jika penggunaan bahan beracun tidak bisa dihindari, maka diupayakan untuk meminimalkannya sambil tetap mempertahankan efektivitas produk tersebut.

e. Pelarut dan bahan pembantu yang lebih aman

Penggunaan pelarut dan kondisi reaksi yang lebih aman dilakukan dengan menghindari atau meminimalkan penggunaan pelarut, agen pemisahan, atau bahan tambahan lain yang dapat membahayakan manusia dan merusak lingkungan

f. Desain untuk efisiensi energi

Mengoptimalkan efisiensi energi dapat dicapai dengan menjalankan reaksi kimia pada kondisi yang mendekati atau menyerupai keadaan alam. Prinsip ini berfokus pada proses produk yang berkelanjutan, sehingga konsumsi energi dapat diminimalisir dan digunakan secara lebih efisien.

g. Pemanfaatan bahan baku terbarukan

Menggunakan bahan baku dari sumber daya terbarukan dalam proses kimia menjadi salah satu prinsip penting. Pendekatan ini mendekatkan pemakaian bahan dasar yang mudah didapatkan dan tidak langka, serta mendorong penggunaan material yang dapat diperbarui dengan dampak negatif terhadap lingkungan.

h. Mengurangi derivatif

Gugus perlindungan sering digunakan untuk melindungi bagian tertentu dalam molekul selama reaksi berlangsung. Namun, penggunaannya menambah langkah reaksi, membutuhkan lebih banyak sumber daya dan menghasilkan lebih banyak

limbah. Oleh karena itu, menghindari penggunaan turunan sementara dapat meningkatkan efisiensi, mengurangi jumlah bahan kimia yang diperlukan dan meminimalkan dampak negatif terhadap lingkungan.

i. Katalisis

Pemanfaatan katalis dalam reaksi kimia berfungsi untuk mempercepat atau memperlambat proses reaksi. Penggunaan katalis membantu mengurangi konsumsi energi dan meningkatkan efisiensi kimia.

j. Desain untuk degradasi

Rancangan bahan kimia yang terdegradasi agar mudah dibuang. Pastikan bahwa bahan kimia dan proses degradasi tidak beracun namun dapat terakumulasi secara biologis, atau tidak dapat bertahan lama di lingkungan.

k. Pencegahan pencemaran secara nyata

Untuk menghindari terbentuknya polutan, proses kimia perlu dirancang sedemikian rupa agar mampu mencegah pembentukan sampah atau polusi sejak awal. Prinsip ini sejalan dengan pepatah “mencegah lebih baik daripada mengobati”, yang menekankan pentingnya perencanaan yang lebih baik untuk mengurangi potensi limbah beracun sebelum produksi dimulai. Mencegah terbentuknya limbah berbahaya jauh lebih efektif dibandingkan dengan mengelola dan membersihkannya setelah terjadi.

l. Kimia yang lebih aman untuk pencegahan kecelakaan

Bahan kimia yang dipilih harus aman dan memiliki risiko kecelakaan yang rendah. Selain mempertimbangkan dampaknya terhadap lingkungan, pihak

tersebut juga perlu memastikan keamanan selama proses produksi agar risiko kecelakaan dapat diminimalisir.¹⁹

Penerapan 12 prinsip kimia hijau hingga saat ini belum sepenuhnya diimplementasikan oleh para ahli kimia, khususnya dalam bidang sintesis, baik pada tahap perancangan reaksi maupun pemilihan metode yang bertujuan untuk meminimalkan dampak pencemaran lingkungan. Oleh karena itu, diperlukan upaya untuk mengembangkan penelitian yang lebih berorientasi pada kelestarian lingkungan dengan mengintegrasikan konsep green chemistry, sehingga kualitas hidup generasi mendatang dapat terjaga. Aktivitas kimia yang menghasilkan atau melepaskan senyawa berbahaya menjadi salah satu penyebab utama terjadinya pencemaran dan kerusakan lingkungan. Dalam konteks ini, pendidikan kimia berbasis green chemistry berperan sebagai pendekatan pemecahan masalah lingkungan dengan menanamkan pemahaman tentang pembangunan berkelanjutan kepada peserta didik. Penerapan dua belas prinsip kimia hijau diharapkan mampu menjawab berbagai permasalahan lingkungan, seperti polusi, krisis energi, pengelolaan limbah, serta aspek keselamatan dan kesehatan kerja. Fokus utama *green chemistry* adalah pengembangan bahan kimia dan produk yang aman bagi lingkungan serta kesehatan manusia²⁰

Limbah dapat diklasifikasikan berdasarkan wujudnya menjadi tiga jenis utama, yaitu limbah padat, limbah cair, dan limbah gas.

¹⁹ Juremi, "Buku Ajar Ipa Kimia Implementasi Kurikulum Merdeka SMA/MA Fase E..." Hal.57-59.

²⁰ Eilks, I., & Hofstein, A. (2023). Teaching chemistry for sustainability in the context of green chemistry. *Chemistry Teacher International*, 5(1), 1–9.

1. Limbah padat dikenal umum sebagai sampah dan berupa zat yang tidak berubah bentuk kecuali dipindahkan secara fisik.
2. Limbah cair adalah limbah dalam bentuk zat cair yang mudah berpindah dan sering larut dalam air,
3. Limbah gas memiliki bentuk gas serta mudah menyebar di udara dan sering terlihat sebagai asap.

Dari ketiga jenis tersebut, limbah padat disebut juga sampah yang selanjutnya dibagi menjadi dua kategori berdasarkan kemampuan terurai di alam, yaitu sampah organik dan anorganik. Sampah organik umumnya berasal dari sisa rumah tangga seperti beras, sayuran, dan buah-buahan yang mudah membusuk dan terurai. Sebaliknya, sampah anorganik terdiri dari bahan seperti plastik, kaca, dan kertas yang sulit terurai dalam waktu singkat.²¹

Lingkungan sekolah, jenis sampah yang paling sering ditemukan umumnya adalah sampah kering, sedangkan jumlah sampah basah cenderung lebih sedikit. Sampah kering ini kebanyakan berupa kertas, plastik, serta sejumlah kecil logam, sementara sampah basah berasal dari sisa makanan, daun yang gugur, dan daun pisang yang digunakan sebagai pembungkus makanan.²² Di antara berbagai jenis sampah di sekolah, plastik menempati proporsi yang cukup besar, terutama dari bungkus plastik dan botol minuman. Botol plastik, khususnya yang terbuat dari

²¹ Yuspa, Nor Latifah, Dkk. 2024, Review Jurnal Pengelolaan Limbah Padat, Cair, Dan Gas Dalam Industri Farmasi Review Of Journal Of Solid, Liquid, And Gas Waste Management In Pharmaceutical Industry, *Jurnal Cakrawala Ilmiah*, Vol. 3, No. 12.

²² Muhammad Ikhsan, Wilda Syam Tonra, 2021, Pengenalan Ecobrick di Sekolah Sebagai Upaya Penanggulangan Masalah Sampah, *Jurnal pengabdian kepada masyarakat patikala*, Vol.1.No,1.

PET, memiliki nilai ekonomis karena dapat dikumpulkan dan didaur ulang menjadi butiran plastik (*plastic pellets*). Begitu pula dengan kaleng minuman berbahan logam, yang merupakan salah satu jenis sampah bernilai jual dan sebaiknya dipisahkan serta dikumpulkan. Upaya pemilahan ini tidak hanya membantu pengelolaan lingkungan, tetapi juga bisa mendorong siswa untuk menciptakan barang kerajinan atau hiasan dari sampah yang telah dipilah.²³

Daur ulang merupakan tahap ketiga dalam rangkaian pengelolaan sampah berdasarkan konsep 4R (*Reduce, Reuse, Recycle, dan Replace*), yang berperan penting dalam mengurangi volume limbah. Proses daur ulang sendiri mencakup pengolahan kembali bahan-bahan bekas dari sampah kering yang pada awalnya memiliki nilai ekonomi rendah atau bahkan tidak bernilai, kemudian diubah menjadi produk yang lebih bernilai dan bermanfaat bagi kehidupan manusia. Kegiatan daur ulang dapat diterapkan pada berbagai jenis sampah seperti kaca, plastik, kertas, logam, tekstil, dan perangkat elektronik.²⁴

Selain itu, penerapan prinsip kimia hijau dalam praktik daur ulang menunjukkan komitmen terhadap pengelolaan sumber daya secara berkelanjutan, di mana prinsip ini mendorong proses yang lebih ramah lingkungan. Pendekatan ini tidak hanya berorientasi pada pengurangan jumlah sampah semata, tetapi juga

²³ Gunawan Ismail, Sahrul Sidik dkk. 2023, Identifikasi Sumber, Jenis Dan Kuantitas Sampah Domestik (Studi Kasus Perusahaan Jasa Kecil) *Jurnal Syntax Dmiration*, Vol. 4, No. 10.

²⁴ Yunik'ati, Y., et al. (2025). Sadar Pilah Sampah Dengan Konsep 4R (Reduce, Reuse, Recycle, Replace) Di Desa Gedongarum, Kanor, Bojonegoro. *Jurnal Inovasi Hasil Pengabdian Masyarakat (JIPEMAS)*, Vol. 2, No. 2.

menekankan pengelolaan limbah secara holistik dengan mempertimbangkan aspek ekologis dan keberlanjutan. Sebagai contoh, pemanfaatan limbah kertas menjadi produk ramah lingkungan yang mendukung prinsip kimia hijau menunjukkan bagaimana daur ulang dapat menjadi bagian dari strategi pengelolaan limbah yang berwawasan lingkungan dan memiliki manfaat ekonomi.²⁵

Dengan melakukan daur ulang limbah organik dan anorganik di lingkungan sekolah, tingkat pencemaran serta polusi dapat ditekan karena limbah dikelola secara lebih sistematis dan tidak menumpuk di lingkungan. Selain itu, kegiatan ini membantu membentuk kesadaran siswa akan pentingnya merawat lingkungan, sebab mereka terlibat langsung dalam proses pemilahan dan pengolahan limbah yang bermanfaat. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa pengolahan limbah di sekolah tidak hanya mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan, tetapi juga mengembangkan sikap peduli dan tanggung jawab siswa terhadap masalah lingkungan.²⁶ Manfaat daur ulang antara lain sebagai berikut:

1. Mengurangi jumlah limbah sehingga menekan pencemaran lingkungan.
2. Menghemat pemakaian bahan mentah dan sumber daya alam.
3. Memberi peluang penghasilan karena material bekas memiliki

²⁵ Lutfiana Marisa 2021, Pemanfaatan Limbah Kertas Menjadi Kertas Benih Daur Ulang Sebagai Program Ramah Lingkungan Mendukung Prinsip Kimia Hijau, *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, Vol. 3, No. 1.

²⁶ Intan Viona Margareta, Farida Nurlaila Zunaidah, dkk. 2024, “Hasil Analisis Kebutuhan Bahan Ajar pada Mata Pelajaran IPA Kelas IV SDN Badal Pandean”, *Jurnal Tindakan Kelas*, Vol. 5, No. 1.

4. Melindungi makhluk hidup di suatu lingkungan
5. Menjaga kesehatan ekosistem
6. Mengurangi akumulasi sampah anorganik yang bertambah ratusan tahun

Berbagai jenis limbah atau bahan sisa dapat diolah kembali dan dimanfaatkan melalui proses daur ulang sehingga memiliki nilai guna yang baru.

1. Kertas, semua macam kertas, seperti koran, kertas cetak, dan kardus, dapat diproses ulang menjadi jenis kertas baru.
2. Gelas/kaca, botol atau pecahan kaca dapat dilebur dan dibentuk kembali menjadi produk kaca yang setara, seperti botol baru atau kaca datar.
3. Aluminium, kaleng minuman atau makanan, bisa dicairkan dan dibentuk lagi menjadi kemasan logam baru dengan energi yang jauh lebih sedikit dibandingkan dengan membuat aluminium baru.
4. Baja (*Steel*), Limbah baja dari sisa konstruksi atau produk bekas dapat dilebur ulang sebagai bahan baku baja baru tanpa kehilangan kualitas.
5. Plastik, limbah plastik dapat diolah kembali melalui proses tertentu menjadi granulat plastik yang kemudian dibentuk menjadi produk baru seperti tas, botol, atau wadah lain.²⁷

Dengan menanamkan kepedulian terhadap lingkungan sebagai bagian dari pola pikir, nilai, dan perilaku warga sekolah, seluruh kegiatan di lingkungan pendidikan akan selalu mempertimbangkan kesehatan individu serta kondisi lingkungan

²⁷ Tutie Azzahra Zahra, Wahyu Eko Pujianto (2023) Pemanfaatan Sampang Daur Ulang Guna Meningkatkan Pendapatan Masyarakat Warga Di Seda Maagersari, Vol. 1, No. 3.

sekitar. Hal ini mendukung terciptanya suasana sekolah yang bersih, nyaman, estetis, dan sehat, yang pada akhirnya meningkatkan kualitas lingkungan hidup baik bagi manusia maupun makhluk hidup lain. Lingkungan sekolah yang tertata dengan baik juga dapat membuat warga sekolah serta tamu merasa betah berada di sekolah dan berperan sebagai contoh nyata bagi masyarakat mengenai pentingnya tanggung jawab dan kepedulian terhadap pelestarian lingkungan.²⁸

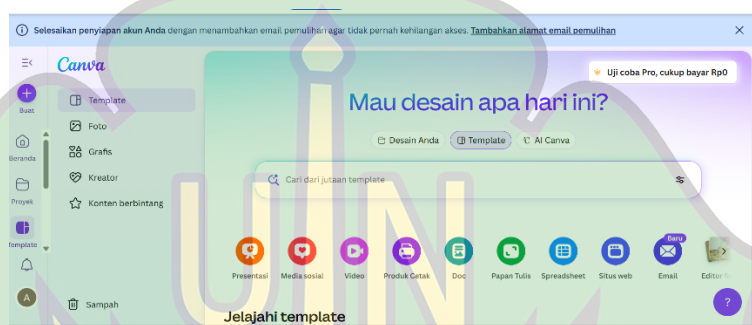
F. Software Canva

Media pembelajaran dalam kegiatan pembelajaran dapat dikembangkan dengan menggabungkan beragam unsur, seperti tulisan, ilustrasi, suara, dan tayangan video, ke dalam satu sistem yang saling terhubung sehingga menghasilkan multimedia yang efektif dan efisien. Penggabungan berbagai bentuk media tersebut membutuhkan dukungan perangkat lunak atau alat khusus yang berperan dalam mengolah, mengatur, serta menyatukan seluruh komponen media agar sesuai dengan tujuan yang diinginkan.

Canva merupakan sebuah platform desain grafis daring yang memungkinkan penggunaanya untuk membuat berbagai karya visual dengan proses desain secara online. Penggunaan *Canva* dapat mendukung kegiatan pembelajaran karena memberikan variasi dalam penyajian materi serta membantu meningkatkan efisiensi proses belajar-mengajar. Alasan pemilihan *Canva* dalam penyusunan modul pembelajaran adalah karena antarmukanya yang intuitif, kemudahan akses,

²⁸ Sifaun Naziyah Akhwani, Dkk. 2011, “Peningkatan Kepedulian Lingkungan Siswa Sdn Tanjung 1 Melalui Kegiatan Daur Ulang Sampah Anorganik”, Vol.10, No. 2.

dan tampilan visual yang menarik, sehingga memudahkan pengajar saat merancang materi ajar bagi peserta didik. *Canva* tersedia dalam bentuk situs *web* maupun aplikasi seluler, serta menyediakan berbagai fitur dan template yang membantu menghasilkan desain profesional. Dengan menggunakan *Canva*, pendidik dapat merancang bahan ajar secara efektif sekaligus menghemat waktu dalam persiapan dan penyampaian materi pelajaran.²⁹



Gambar 2. 1 Tampilan halaman utama Canva

Canva digunakan sebagai sarana dalam merancang dan mengembangkan tampilan visual bahan ajar, termasuk pada penyusunan modul pembelajaran. Ketersediaan beragam pilihan desain memungkinkan materi disajikan secara lebih menarik dan komunikatif. Selain itu, aplikasi ini dilengkapi dengan berbagai fitur yang mendukung penyisipan elemen multimedia, seperti gambar, video, audio, tautan kuis, serta fitur navigasi. Fitur-fitur tersebut berkontribusi pada peningkatan kepraktisan dan kemudahan penggunaan modul dalam proses pembelajaran. (Rahmawati, Atmojo, 2021).³⁰

²⁹ Hidayah, H. A., dkk. (2024). Pemanfaatan aplikasi Canva sebagai media pembelajaran untuk meningkatkan kreativitas dan efektivitas pembelajaran. *Jurnal Pendidikan dan Teknologi Pembelajaran*, 9(1), 45–52.

³⁰ Rahmawati, D., & Atmojo, I. R. W. (2021). Pengembangan media pembelajaran menggunakan Canva untuk meningkatkan motivasi belajar siswa. *Jurnal Pendidikan*, 12(2), 176–185.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Rancangan Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan oleh pe neliti adalah pengembangan atau biasa disebut dengan R&D (*Research and Development*). Metode penelitian dan pengembangan (R&D) ialah metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan sebuah produk yang menguji keefektifan produk tersebut.³¹ Penelitian dan pengembangan merupakan suatu proses yang dilakukan untuk menciptakan produk baru atau memperbaiki produk yang sudah ada agar menjadi lebih baik dan lebih bermanfaat. Proses ini tidak hanya berhenti pada ide atau teori, tetapi juga melibatkan langkah-langkah nyata dalam merancang, menguji, dan menyempurnakan produk.³²

Jenis penelitian ini berbeda dengan penelitian pendidikan pada umumnya. Jika penelitian pendidikan lebih berfokus pada pengumpulan data dan analisis untuk memahami suatu fenomena, maka penelitian pengembangan lebih menekankan pada pembuatan proses nyata. Produk tersebut dibuat berdasarkan hasil dari berbagai percobaan atau uji coba di lapangan, sehingga produk yang

³¹Ririn Agustina Sari, Mirza Sutrisno, Dkk, “Penerapan Model Research And Development Untuk Media Belajar Desain Grafis Berbasis Android”, *Jurnal Sistem Informasi, Teknologi Informasi Dan Komputer*, Vol.13, No.2, 2023, hal. 103.

³² Rustamana, Agus., dkk (Research and Development) dalam pendidikan. *Jurnal Bima: Pusat Publikasi Ilmu Pendidikan Bahasa dan Sastra*, 2(3).

dihasilkan benar-benar sesuai dengan kebutuhan pengguna dan kondisi nyata di lapangan.

Pada penelitian ini, peneliti akan mengembangkan suatu perangkat pembelajaran yang berupa modul ajar tentang kima hijau sehingga dapat dimanfaatkan oleh siswa dan guru, khususnya kelas X SMA Negeri 8 Banda Aceh. Untuk menghasilkan suatu produk, perlu dilakukan pengujian terlebih dahulu, khususnya melalui uji validasi, agar produk berupa modul ajar dapat digunakan secara efektif oleh siswa maupun guru. Penelitian pengembangan ini menerapkan model 4-D, yang merupakan singkatan dari empat tahapan utama dalam proses pengembangan, yaitu *define* (pendefinisian), *design* (perancangan), *development* (pengembangan), dan *disseminate* (penyebaran). (Nur Ihsan HL dkk.,2023).³³

B. Tempat Dan Waktu Penelitian

Penelitian ini berlokasi di SMA Negeri 8 Banda Aceh, Kecamatan Kuta Alam, Kota Banda Aceh. Penelitian ini dilakukan pada hari Jum'at, 13 Februari 2026.

C. Subjek Dan Objek Penelitian

1. Subjek dalam penelitian ini meliputi empat orang validator yang terdiri atas dua ahli perangkat, mencakup satu dosen Pendidikan Kimia UIN Ar-Raniry dan satu guru SMA Negeri 8 Banda Aceh. Sementara itu, ahli materi terdiri atas dua dosen Pendidikan Kimia UIN Ar-Raniry.

³³ Ihsan, Nur Ihsan H. L., dkk. 2023. "Pengembangan Modul Pembelajaran Menggunakan Model 4-D (Define, Design, Develop, Disseminate)." *Jurnal Pendidikan dan Pengembangan Pembelajaran*, Vol. 11, No. 2, hlm. 120–128.

2. Objek penelitian ini adalah penilaian terhadap kelayakan modul ajar serta kelayakan materi dalam modul ajar yang disusun berdasarkan Kurikulum Merdeka.

D. Prosedur Penelitian

Penelitian ini menerapkan model pengembangan *Four-(4D)*, yang terdiri dari atas beberapa tahapan utama yang akan dilaksanakan oleh peneliti.

1. Tahap Pendefinisian (*Define*)

Tahap ini merupakan fase awal yang harus dilalui peneliti sebelum melakukan perancangan media pembelajaran. Pada tahap ini dilakukan beberapa langkah utama sebagai berikut:

a. Analisis Awal

Langkah ini diawali dengan kegiatan observasi yang dilaksanakan di SMA Negeri 8 Banda Aceh untuk mengamati kondisi pembelajaran Kimia yang berlangsung di dalam kelas. Observasi ini bertujuan untuk mengidentifikasi permasalahan serta kendala yang dialami siswa selama proses pembelajaran Kimia. Selain itu, data pendukung diperoleh melalui hasil angket analisis kebutuhan guru yang memuat pertanyaan dari peneliti beserta tanggapan guru, sehingga dapat disimpulkan bahwa kondisi pembelajaran di sekolah tersebut memerlukan perhatian tertentu. SMA Negeri 8 Banda Aceh telah menerapkan Kurikulum Merdeka selama tiga tahun dan pelaksanaannya telah diterapkan dalam pembelajaran Kimia dari segi proses kegiatan belajar-mengajar melalui pendekatan *Project-Based Learning*. Penerapan Kurikulum Merdeka tersebut saat ini dilaksanakan pada

kelas X dan XI. Modul pembelajaran Kimia di SMA Negeri 8 Banda Aceh telah dikembangkan berdasarkan Kurikulum Merdeka, khususnya pada materi Kimia Hijau. Dalam pelaksanaan pembelajaran. Namun demikian, terdapat beberapa kendala, siswa belum sepenuhnya memahami dampak penggunaan bahan kimia sintetis terhadap kesehatan dan lingkungan. Oleh sebab itu, Melalui proyek ini, siswa dapat dilatih untuk memilih bahan ramah lingkungan dan menumbuhkan sikap peduli lingkungan.

b. Analisis Siswa

Analisis siswa dilakukan untuk memperoleh informasi mengenai karakteristik dan kondisi pembelajaran peserta didik. Pada tahap ini, peneliti melakukan observasi awal ke sekolah dengan tujuan mengidentifikasi kebutuhan belajar peserta didik. Berdasarkan hasil observasi, ditemukan bahwa penggunaan buku paket masih menghadapi beberapa kendala, khususnya pada penyajian materi yang belum beragam dan belum sepenuhnya sesuai dengan kebutuhan pembelajaran peserta didik.

c. Analisis Tugas

Analisis tugas dilakukan melalui pemetaan dan perumusan materi pembelajaran dengan mengkaji Capaian Pembelajaran (CP) dan Tujuan Pembelajaran (TP) yang berlaku. Analisis ini digunakan sebagai landasan dalam menentukan struktur dan format bahan ajar yang akan dikembangkan.

d. Analisa Konsep

Analisis tugas dilakukan untuk mengidentifikasi dan mengkaji tugas-tugas utama yang perlu dikuasai oleh peserta didik agar mampu mencapai

kompetensi yang ditetapkan. Melalui analisis ini, peneliti memetakan keterkaitan antara tugas pembelajaran dengan capaian pembelajaran, tujuan pembelajaran, serta indikator ketercapaian kompetensi sesuai dengan Kurikulum Merdeka. Hasil analisis tugas selanjutnya digunakan sebagai dasar dalam merancang kegiatan pembelajaran yang sistematis dan terarah, sehingga setiap aktivitas yang dirancang dalam modul ajar mendukung pencapaian kompetensi peserta didik secara optimal.

e. Perumusan Tujuan Pembelajaran

Tahap akhir pada proses ini adalah perumusan tujuan pembelajaran secara spesifik. Pada tahap ini, hasil analisis tugas dan analisis konsep digabungkan untuk menghasilkan tujuan pembelajaran yang terarah dan terfokus. Berdasarkan hasil kajian terhadap Kompetensi Inti dan Kompetensi Awal dalam Kurikulum Merdeka pada mata pelajaran Kimia kelas X SMA, khususnya pada KA 1.1 tujuan yang ingin dicapai melalui pengembangan modul ajar berbasis Kurikulum Merdeka adalah sebagai berikut:

- 1) Peserta didik dapat menjelaskan prinsip-prinsip dasar kimia hijau.
- 2) Peserta didik mampu membuat produk dari bahan kimia yang lebih aman.

2. Tahap Perancangan (*Desing*)

Pada tahap perancangan ini, bertujuan untuk merancang suatu modul ajar berbasis Kurikulum Merdeka pada materi pengukuran, yaitu pada materi kimia kelas X SMA.

a. Penyusunan Tes

Pada tahap ini, penyusunan instrumen tes dilakukan berdasarkan hasil analisis tugas dan analisis konsep yang telah dilakukan sebelumnya. Instrumen tersebut digunakan sebagai acuan untuk mengukur pencapaian kemampuan peserta didik setelah menggunakan modul ajar. Melalui hasil pengukuran ini, tingkat keefektifan penggunaan modul ajar berbasis Kurikulum Merdeka dapat diketahui secara objektif.

b. Pilihan Media

Tahap pemilihan media bertujuan untuk menentukan jenis media pembelajaran yang paling sesuai dalam penyusunan modul ajar, sehingga materi dapat disajikan secara sistematis dan mudah dipahami. Media yang dipilih berupa modul ajar berbasis Kurikulum Merdeka yang dirancang dengan variasi warna, tata letak yang menarik, serta dilengkapi dengan ilustrasi dan gambar pendukung. Perancangan tersebut diharapkan mampu meningkatkan keterbacaan modul dan membantu peserta didik dalam memahami materi pembelajaran secara lebih efektif.

c. Pemilihan Format

Pemilihan format dalam pengembangan modul ajar berbasis Kurikulum Merdeka dilakukan dengan mengadaptasi hasil karya guru yang kemudian diolah dan disusun secara sistematis agar tampak rapi dan menarik. Modul dirancang dengan tata letak yang teratur, penggunaan ilustrasi pembelajaran, serta variasi warna pada teks dan gambar. Perancangan format dilakukan secara manual (*handmade*) dan disesuaikan dengan kebutuhan peserta didik, sehingga diharapkan

mampu menarik perhatian serta menumbuhkan rasa ingin tahu peserta didik terhadap materi yang dipelajari.

d. Rancangan Awal

Rancangan awal modul ajar berbasis Kurikulum Merdeka sebagai media pembelajaran fisika pada materi pengukuran diwujudkan dalam bentuk modul cetak yang praktis dan mudah dibawa. Modul tersebut dibuat secara *handmade* dengan setiap halaman dikreasikan menggunakan latar belakang berwarna, tulisan yang tertata rapi, serta gambar pembelajaran yang relevan. Bahasa yang digunakan dalam modul disusun secara sederhana dan sesuai dengan kaidah PUEBI agar mudah dipahami oleh peserta didik. Selain itu, penyajian ilustrasi dan visual pendukung dirancang untuk membantu peserta didik dalam memahami konsep fisika, sehingga modul ajar yang dihasilkan bersifat menarik, informatif, dan mendukung proses pembelajaran secara efektif.

3. Tahapan Pengembangan (*Develop*)

Pada tahap ini, desain modul ajar yang telah disusun akan direalisasikan dan melalui proses penyempurnaan berdasarkan masukan dari tim ahli. Validasi dilakukan oleh dua dosen yang ahli dalam perangkat pembelajaran dan dua dosen ahli materi ajar. Umpan balik yang diperoleh dari proses validasi tersebut selanjutnya digunakan sebagai dasar revisi untuk meningkatkan kualitas produk modul ajar yang dikembangkan agar lebih layak digunakan dalam pembelajaran.

4. Tahap Penyebaran (*Disseminate*)

Tahap ini merupakan fase terakhir dalam model *Four-D* (4D), yaitu tahap diseminasi produk. Tahapan ini bertujuan agar produk yang dikembangkan dapat

diperkenalkan secara luas kepada masyarakat serta dimanfaatkan dalam kegiatan pembelajaran di sekolah. Namun, pada penelitian ini tahap diseminasi tidak dilaksanakan karena adanya keterbatasan waktu dan biaya penelitian.³⁴

E. Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian merupakan perangkat atau alat yang dipilih dan digunakan oleh peneliti untuk membantu proses pengumpulan data sehingga kegiatan penelitian dapat dilaksanakan secara terstruktur dan sistematis. Instrumen penelitian berfungsi sebagai alat ukur yang digunakan untuk memperoleh data penelitian secara tepat. Penggunaan instrumen bertujuan untuk menghasilkan data yang valid, akurat, dan dapat dipertanggungjawabkan sehingga kesimpulan yang diperoleh sesuai dengan tujuan penelitian. Proses pengambilan data dilakukan melalui teknik tertentu dengan memanfaatkan alat khusus yang disebut instrumen penelitian. Oleh karena itu, peneliti dituntut untuk mampu menentukan dan menggunakan instrumen yang sesuai dengan kebutuhan penelitian. Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini meliputi:

1. Lembar validasi ahli materi, yaitu instrumen yang digunakan untuk melakukan validasi materi oleh seorang dosen ahli materi. Validasi ini bertujuan untuk memperoleh data sebagai dasar perbaikan produk media pembelajaran berupa modul ajar berbasis Kurikulum Merdeka pada materi

³⁴ Salmawati, A. Riawarda, Dodi Ilham 2024 “ Pengembangan Modul Ajar PAI Berbasis Pembelajaran Berdiferensiasi di Kelas VII SMPN 7 Satap Malangke”. *jurnal Pendidikan*.Vol.12, No.4.

pengukuran di SMA, serta untuk menilai kesesuaian materi dengan kebutuhan dan tujuan pembelajaran.

2. Lembar validasi ahli perangkat pembelajaran, yaitu instrumen yang digunakan untuk menilai kelayakan modul ajar berbasis Kurikulum Merdeka oleh seorang dosen ahli perangkat pembelajaran. Penilaian difokuskan pada aspek tampilan dan kelengkapan modul ajar. Validasi dilakukan menggunakan lembar penilaian yang memuat sejumlah pernyataan, serta dilengkapi dengan kolom saran dan komentar sebagai bahan penyempurnaan produk yang dikembangkan.

F. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data merupakan tahapan penting dalam suatu penelitian karena berfungsi untuk memperoleh data yang dibutuhkan sesuai dengan tujuan penelitian. Pada penelitian ini, data dikumpulkan melalui penggunaan lembar validasi yang diberikan kepada ahli perangkat pembelajaran dan ahli materi. Lembar validasi tersebut digunakan untuk memperoleh masukan serta saran dari para ahli guna mengetahui tingkat kelayakan media yang telah dikembangkan. Dalam proses penilaian, validator diminta untuk memberikan tanda centang pada kolom dan baris yang sesuai dengan komponen produk yang dinilai, serta menuliskan saran perbaikan pada kolom yang tersedia apabila ditemukan kekurangan pada media yang dikembangkan.

1. Lembar wawancara guru

Wawancara merupakan teknik pengumpulan data yang melibatkan serangkaian pertanyaan yang dirancang untuk memperoleh data primer, terutama

ketika informasi tidak dapat diperoleh secara lengkap melalui observasi, sehingga wawancara memungkinkan peneliti mendapatkan pemahaman yang lebih mendalam tentang topik yang diteliti.³⁵

Dalam penelitian ini, peneliti menerapkan wawancara sebagai bagian dari tahap studi awal untuk mengumpulkan data. Responden wawancara terdiri atas para guru di SMA Negeri 8 Banda Aceh. Peneliti menggunakan jenis wawancara terstruktur, yaitu wawancara yang dilakukan berdasarkan panduan pertanyaan yang telah disusun secara sistematis. Wawancara dilakukan secara langsung melalui komunikasi dua arah dan tatap muka antara peneliti dan responden. Informasi yang diperoleh dari proses ini kemudian menjadi dasar penyusunan latar belakang serta identifikasi masalah yang dibahas dalam Bab I penelitian.³⁶

Tujuan wawancara ini adalah untuk mendapatkan data mendalam mengenai kurikulum yang digunakan, kondisi pembelajaran yang berlangsung, serta kebutuhan terkait pengembangan bahan ajar dalam bentuk komik. Wawancara ini dirancang secara terstruktur dengan panduan pertanyaan tertulis yang telah disiapkan oleh peneliti, yang berfungsi sebagai acuan saat pelaksanaan. Panduan wawancara selengkapnya dapat dilihat dalam lampiran instrumen penelitian.

Tabel 3.1

³⁵ Farah Fadila, Safriani, Eliana 2025, Muammar Khaddafi “Pengumpulan Data Dalam Penelitian Kualitatif: Wawancara Data Collection In Qualitative Research: Interviews” *Jurnal Intelek Insan Cendikia*. Vol. 2, No. 7.

³⁶ Slihatul Rahmawati dkk 2024 “ Optimalisasi Teknik Wawancara Dalam Penelitian Field Research Melalui Pelatihan Berbasis Participatory Action Research Pada Mahasiswa Lapas Pemuda Kelas IIA Tangerang”, *jurnal Abdimas Prakasa Dakara*,

Tabel 3.1 Instrumen Pedoman Wawancara

No	Indikator	No. soal
1	Kurikulum dan model pembelajaran yang digunakan	1,2
2	Penggunaan baahaan ajar	3,4
3	Pengalaman guru sertaa kendala didaalam proses belaaajar menggunaakaan modul	5,6,7
4	Bahan ajar yang akan dikembaangkaan	8,9
5	Sarana dan perasarana ICT (Information and Communication Technology)	10

2. Angket

Angket merupakan teknik pengumpulan data yang dilakukan dengan menyajikan serangkaian pertanyaan tertulis kepada responden yang berhubungan dengan fokus penelitian. Dalam studi ini, angket yang dipakai mencakup angket untuk analisis kebutuhan siswa, angket validasi materi, angket validasi media, angket penelitian pada guru, serta angket tanggapan siswa terhadap bahan ajar.

3. Instrumen Validasi Ahli Media

Validasi oleh ahli materi dilakukan untuk memastikan bahwa isi materi pada e-modul tentang daur ulang limbah sebagai penerapan prinsip kimia hijau dalam meningkatkan keterampilan proses sains peserta didik telah sesuai dengan capaian pembelajaran yang ditetapkan. Adapun kisi-kisi instrumen validasi ahli media dapat dilihat pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Kisi-Kisi Instrument Validasi Ahli Media

No	Apek	Indikator	Jumlah Soal
1	Warna	Degradasi warna yang sesuai	3
		Kombinasi tulisan dan background	1
2	Keseimbangan	Tulisan, gambar, jenis huruf dan ukuran yang digunakan sesuai	1

		Tata letak gambar, video dan teks setiap halaman	1
3	Keterpanduan	Kesesuaian urutan halaman	1
4	Bentuk	Jenis dan ukuran mudah dibawah	1
		Gambar yang menarik	1
Jumlah			9

4. Instrumen Validasi Ahli Materi dan Bahasa

Validasi oleh ahli materi dilakukan untuk menilai mutu dan kelayakan isi materi yang terdapat dalam media pembelajaran yang dikembangkan. Rincian indikator penilaian pada instrumen validasi ahli materi disajikan pada tabel berikut

3.3

Tabel 3.3 Kisi-Kisi Instrumen Validasi Materi

No	Aspek	Indikator	Jumlah soal
1	Kelayaakaan	Kesesuaian isi materi pembelajaran dengan dimensi-dimensi yang terdapat dalam Profil Pelajar Pancasila.	1
		Keterkaitan materi dengan subelemen Profil Pelajar Pancasila.	2
2	Kelayakan Kebahasaan	Penggunaan bahasa yang komunikatif memudahkan peserta didik dalam memahami materi.	1
		Tidak menggunakan kalimat ambigu	1
3	Kebermanfaatan	Materi mudah diaplikasikan dalam kehidupan	4
Jumlah			10

5. Instrumen Respon siswa

Instrumen respons siswa disusun dalam bentuk kuesioner yang memuat sejumlah pertanyaan, di mana responden diminta untuk memilih salah satu jawaban yang telah disediakan. Kuesioner tersebut diberikan kepada peserta didik di SMA

Negeri 8 Banda Aceh. Rincian kisi-kisi instrumen respons siswa disajikan pada tabel berikut.3.4.

Tabel 3.4 Kisi-Kisi Instrumenm Respon Siswa

No	Aspek	Indikator	No. Butir Soal
1	Tampilan media	Tingkat kemenarikan tampilan visual secara menyeluruh pada produk modul ajar	1,2
		Kesesuaian antara gambar dan keterangan telah sesuai	3,4
2	Materi	Kejelasan petunjuk pengerjaan soal	5,6
		Modul dapat digunakan untuk memonitor dalam belajar	7,8,
		Memotivasi pengguna untuk belajar kimia	8,10
Jumlah			10

6. Instrumen Penilaian Guru

Penilaian yang dilakukan oleh guru bertujuan untuk memperoleh respons guru terhadap modul ajar guna menentukan tingkat kelayakannya sebelum diimplementasikan dan diujicobakan kepada peserta didik sebagai pengguna. Kisi-kisi instrumen respons siswa selanjutnya disajikan pada Tabel 3.5.

Tabel 3.5 kisi-kisi Instrumenm Penilaian Guru

No	Aspek	Indikator	Jumlah Soal
1	Akurat	Kecocokan isi materi pada modul ajar dengan capaian dan tujuan pembelajaran yang telah ditetapkan.	1,2
		Memberikan pengetahuan tambahan yang belum pernah diperoleh sebelumnya	3
		Kecocokan kombinasi warna, jenis teks, serta elemen pendukung dalam modul.	4
2	Kelayakan Kebahasaan	Bahasa yang digunakan bersifat komunikatif sehingga membantu siswa dalam memahami isi materi	5,6
		Dapat diaplikasikan dalam aktivitas sehari-hari dan disajikan secara menarik	7,
		Menggunakan kalimat yang jelas dan tidak menimbulkan penafsiran ganda.	8,9
		Mendorong peningkatan life skill pada siswa	10
Jumlah			10

G. Instrumen Pengumpulan Data

Pada penelitian ini menggunakan jenis instrumen pengumpulan data untuk mengukur kevalidan dari produk yang dikembangkan yaitu:

1. Tahap awal dalam suatu penelitian adalah penentuan metode pengumpulan data, karena metode ini menjadi dasar dalam memperoleh data yang mampu menggambarkan kondisi penelitian secara objektif dan akurat. Tanpa adanya metode pengumpulan data yang tepat, data yang dihasilkan tidak dapat mencerminkan keadaan sebenarnya. Dalam penelitian ini, teknik pengumpulan data yang diterapkan meliputi kegiatan validasi, tes, dan angket.
2. Instrumen penelitian yang digunakan disesuaikan dengan teknik pengumpulan data yang diterapkan. Instrumen tersebut terdiri atas lembar validasi yang

digunakan oleh validator, tes berbentuk pilihan ganda yang diberikan kepada peserta didik, serta angket yang digunakan untuk mengumpulkan respon peserta didik terhadap proses dan produk pembelajaran.

H. Teknik Analisis Data

Setelah data terkumpul, tahap berikutnya adalah melakukan analisis data yang mencakup hasil angket kebutuhan, angket validasi ahli materi, angket validasi ahli media, angket tanggapan guru, serta angket respons siswa. Analisis data ini dilakukan untuk menjawab rumusan masalah dan pertanyaan penelitian sesuai dengan data yang dikumpulkan melalui instrumen angket yang telah disusun.³⁷

1. Angket Validasi Ahli Media, Ahli Bahasa, Ahli Materi

Hasil pengumpulan data dari validasi ahli media, validasi ahli materi, berupa tanggapan, saran, atau masukan digunakan sebagai dasar untuk memperbaiki produk yang dikembangkan. Sementara itu, data yang diperoleh dari validasi media, validasi materi, desain, dianalisis secara kuantitatif dengan menghitung rerata skor jawaban. Data yang terkumpul kemudian dianalisis untuk mengetahui seberapa Valid modul ajar yang dikembangkan secara kuantitatif.³⁸

Analisis dilakukan secara deskriptif dengan mengolah hasil skor ke dalam interval berdasarkan skala Likert lima poin, dengan kriteria penilaian sebagai berikut.

³⁷ Febi Sucito, Kabri, Maria Fransisca Andanti 2024 “Multimedia Pembelajaran Interaktif Berbasis Android pada Materi Etika dan Moralitas untuk Tingkat SMP”, *Jurnal Penelitian, Pendidikan dan Pengajaran (JPPP)*, Vol. 5 No. 1.

³⁸ Ayaki MarkoLumbantobing., dk (2019). Pengembangan e-modul interaktif untuk discovery learning pada pembelajaran mekanika teknik dan elemen mesin. *Jurnal Dinamika Vokasional Teknik Mesin*, Vol4., No (1), Hal 1–8

- Sangat Valid : (SV)
 Valid : (V)
 Kurang Valid : (TV)
 Tidak Valid : (STV)
 Sangat Tidak Valid : (SV)

Pada skala penilaian yang digunakan untuk menilai, penentuan jarak interval antarjenjang sikap mulai dari sangat tidak setuju hingga sangat setuju dilakukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

Tabel 3.6 Tiga Validator

Skor %	Kriteria
81 % - 100 %	Sangat Valid
61 % - 80 %	Valid
41 % - 60 %	Kurang Valid
21 % - 41 %	Tidak Valid
0 % - 20 %	Sangat tidak Valid

Untuk menghitung persentase jawaban keseluruhan responden dengan rumus:

$$P = \frac{\Sigma s}{\Sigma MAX} \times 100 \%$$

Keterangan:

- P = Nilai persentase
 Σs = Skor peroleh berdasarkan indikator
 Σmax = Hasil penjumlahan skor yang diperoleh
 100 = Konstanta³⁹

³⁹ Yosi Wulandari, Wachid E. Purwanto, “ Kelayakan Aspek Materi Dan Medi Dalam Pengembangan Buku Ajar Sastra Lama”, Jurnal Penelitian Pendidikan Bahasa Dan Sastra Indonesia, Vol.3, No.2, hal.166

2. Angket Respon Guru dan Siswa

Penentuan klasifikasi respons siswa dilakukan dengan menggunakan persentase kelayakan yang dihitung melalui rumus sebagai berikut:

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

Keterangan:

P = Persentase respon

F = Frekuensi yang diharapkan

N = Jumlah nilai maksimum

Tabel 3.7 Skor Angket Siswa dan Guru

Skor %	Kriteria
81 % - 100 %	Sangat Baik
61 % - 80 %	Baik
41 % - 60 %	Cukup
21 % - 41 %	Kurang Baik
0 % - 20 %	Sangat tidak Baik

(Syafira Aulia dkk 2022)

Berdasarkan tabel di atas, dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi persentase hasil uji kelayakan modul ajar berbasis *project-based learning* (PJBL) pada materi kimia hijau, maka tingkat kevalidtannya juga akan meningkat. Produk dinyatakan 'Valid' digunakan dalam proses pembelajaran apabila memenuhi kriteria persentase Validitas dalam rentang >60 % –75 % (Valid) dan >81 % –100 % (Sangat Valid).

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan (*Research and Development*) yang bertujuan untuk menghasilkan produk berupa modul pembelajaran kimia berbasis pendekatan kontekstual pada materi yang telah ditentukan. Penelitian dilakukan pada SMA Negeri 8 Banda Aceh, tanggal 13 Februari 2026. Pada penelitian ini, peneliti menggunakan model pengembangan modifikasi 4-D. Model ini terdiri dari empat tahap utama, yaitu *Define* (pendefinisian), *Design* (perancangan), *Develop* (pengembangan), dan *Disseminate* (penyebaran). Pada tahap pendefinisian, peneliti mengidentifikasi masalah, menganalisis kebutuhan siswa, serta menentukan materi yang akan dikembangkan agar sesuai dengan kondisi pembelajaran. Selanjutnya, pada tahap perancangan, peneliti menyusun isi materi, merancang tampilan, serta menyiapkan soal dan langkah pembelajaran secara terstruktur. Tahap pengembangan dilakukan dengan membuat produk secara lengkap, kemudian divalidasi dengan tiga dosen. Terakhir, tahap penyebaran produk yang telah divalidasi dibagikan kepada siswa dan guru sebagai bahan pembelajaran.

1. Pendefinisian (*Define*)

Pada tahap pendefinisian, peneliti melakukan analisis awal untuk mengindikasikan kondisi awal pembelajaran pada materi kimia hijau kelas X di SMA Negeri 8 Banda Aceh. Berdasarkan hasil onservasi dan

wawancara dengan guru, sekolah telah menerapkan Kurikulum Merdeka dalam proses pembelajaran, namun belum tersedia modul ajar yang secara khusus dan terstruktur membahas materi kimia hijau. Pembelajaran masih menggunakan buku paket umum sehingga materi kimia hijau belum disusun secara berurutan dan belum banyak contoh berkaitan dengan kehidupan sehari-hari siswa. Selanjutnya, peneliti melakukan analisis tugas dengan mengacu pada capaian pembelajaran (CP) Kurikulum Merdeka yang relevan, kemudian menganalisis konsep-konsep penting dalam kimia hijau salah satunya penggunaan bahan ramah lingkungan. Hasil analisis tersebut kemudian dirumuskan menjadi tujuan pembelajaran yang jelas dan terarah agar modul yang dikembangkan sesuai dengan kebutuhan pembelajaran di sekolah.

2. Desain (*Design*)

Tahap kedua adalah tahap desain atau perencanaan, peneliti merancang seluruh perangkat pembelajaran yang akan digunakan dalam penelitian. Adapun langkah-langkah yang dilakukan sebagai berikut:

a. Penyusunan Modul

Tahap ini peneliti menyusun modul yang disesuaikan dengan Kurikulum Merdeka dan materi yang dikembangkan. Modul dirancang dengan kegiatan menggunakan praktikum sederhana dengan memperhatikan alokasi waktu, dan kegiatan pembuka, inti dan penutup. Seluruh kegiatan pembelajaran disusun agar sejalan dengan isi modul yang telah dirancang.

b. Penyusunan Sistematika Modul Ajar

Bagian ini berisi penyusunan struktur atau kerangka modul ajar secara runtut dan jelas. Modul diawali dengan kegiatan pembuka berisi penjelasan tujuan pembelajaran dan pertanyaan pemantik. Kegiatan inti dengan diskusi kelompok atau pengumpulan informasi. Kemudian masuk pada kegiatan menganalisis hasil diskusi dengan menyampaikan di depan kelas. Bagian akhir, yaitu menarik kesimpulan, mengevaluasi hasil belajar, dan penutup. Modul juga dilengkapi dengan glosarium serta daftar pustaka.

c. Mendesain Modul Ajar

Peneliti memperhatikan modul agar lebih menarik dan mudah dibaca, dengan pemilihan background, jenis huruf, warna teks dengan gambar pendukung. Tampilan yang baik diharapkan dapat membantu peserta didik lebih nyaman dalam mempelajari materi.

d. Menyusun Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian yang disusun berupa lembaran validasi oleh dosen materi, dosen bahasa, dan dosen media. Lembar penilaian ini diberikan kepada tiga dosen UIN Ar-raniry Banda Aceh untuk memvalidasi modul yang dikembangkan peneliti. Penelitian menggunakan 5 kriteria, yaitu sangat baik, baik, cukup, tidak baik dan sangat tidak baik. Tahap desain ini menjadi dasar sebelum modul masuk tahap pengembangan.

3. Pengembangan (*Development*)

a. Cover



Gambar 4. 1 Desain Sampul Modul

Cover modul dibuat dengan nuansa berwarna hijau karena sesuai dengan tema kimia hijau yang berkaitan dengan lingkungan. Warna hijau memberikan kesan segar dan ramah lingkungan. Judul modul ajar ditulis dengan huruf besar dan tebal agar langsung memperjelas cover awal modul. Di bagian atas terdapat tulisan “Kurikulum Merdeka” sebagai penanda bahwa modul ini disusun sesuai dengan kurikulum yang digunakan disekolah.

Ilustrasi siswa yang sedang melakukan percobaan kimia pada bagian bawah cover menunjukkan bahwa modul ini menekankan kegiatan belajar yang aktif melibatkan praktik. Gambar alat laboratorian pada bagian pinggir juga menambah kesan bahwa modul berkaitan dengan pembelajaran kimia. Keterangan “untuk kelas X” ditambahkan agar sasaran pengguna modul jelas. Secara keseluruhan, cover ini buat sesuai dengan tema, tidak terlalu ramai, dan mudah dipahami oleh siswa.

b. Kata pengantar



Gambar 4. 2 Kata Pengantar

Gambar 4.2 dapat dilihat kata pengantar yang disajikan dengan tampilan yang berhubungan dengan tema kimia hijau. Desain ini mendukung isi modul yang berkaitan dengan lingkungan. Isi teks menggunakan bahasa yang mudah dipahami sehingga membantu siswa mengetahui tujuan dan gambaran umum pembelajaran sejak awal.

c. Daftar Isi

DAFTAR ISI	
I. Informasi Umum	1
II. Komponen Isi	1
III. Bermana	1
IV. Refleksi	1
V. Materi Pembelajaran (Bahan Bermana)	1
VI. Glosarium	1
VII. Daftar Pustaka	1

Gambar 4. 3 Daftar isi

Gambar 4.3 memperlihatkan halaman daftar isi yang dirancang dengan warna selaras. Tata letak rapi membuat siswa mudah melihat halaman yang ingin dicari dan terlihat lebih jelas sehingga nyaman dibaca. Bagian daftar isi disusun

secara berurutan mulai dari pendahuluan hingga daftar pustaka. Penyusunan ini menunjukkan bahwa modul dirancang secara terencana, lengkap, dan memudahkan pengguna dalam mengakses setiap materi yang dibutuhkan.

d. Petunjuk Penggunaan Modul



Gambar 4. 4 Penggunaan Modul

Gambar 4.4 halaman ini menunjukkan langkah-langkah penggunaan modul yang disusun secara berurutan. Langkah juga disertai dengan ilustrasi/gambar yang menarik, sehingga mempermudah siswa untuk mengikuti setiap tahapan pembelajaran. tampilan yang tidak monoton juga membuat siswa lebih tertarik untuk membaca dan memahami cara penggunaan modul sebelum pembelajaran berlangsung, hal ini dapat membantu menciptakan proses yang lebih terarah.

e. Glosarium



Gambar 4. 5 Glosarium

Gambar 4.5 menampilkan halaman glosarium yang dirancang dengan tampilan sederhana dan menarik. Istilah serta definisi disusun secara jelas dan tertata rapi sehingga memudahkan peserta didik dalam memahami makna setiap istilah yang digunakan dalam modul. Penggunaan kotak pembatas membuat isi glosarium terlihat lebih terfokus dan mudah dibaca. Secara keseluruhan, halaman ini berfungsi sebagai pendukung pembelajaran yang membantu memperjelas konsep-konsep penting dalam materi.

f. Daftar Pustaka



Gambar 4. 6 Daftar Pustaka

Gambar 4.6 menampilkan halaman daftar pustaka yang disusun secara rapi dan jelas. Setiap sumber dituliskan secara lengkap sehingga menunjukkan bahwa materi dalam modul didukung oleh referensi yang relevan dan terpercaya. Tata letak yang sederhana membuat daftar pustaka mudah dibaca dan dipahami. Hal ini memperlihatkan bahwa penyusunan modul dilakukan berdasarkan kajian ilmiah yang terarah dan memiliki landasan teori yang kuat.

g. Uji Pengembangan Modul

1. Kevalidan

Validasi diuji oleh 3 validator dosen UIN Ar-Raniry yang diuji yaitu bahasa, materi dan desain. Pertanyaan yang dilampirkan peneliti 19 soal untuk memvalidasi modul kimia hijau. Hasil skor validasi dapat dilihat pada tabel 4.1

Tabel 4.1 Validasi Ahli Materi, Ahli Bahasa, dan Ahli Media.

No.	Aspek Ahli	SKOR Validasi	Skor Maks	% Valid	Kriteria
1	Aspek Materi	78	95	82,11	Sangat Valid
2	Aspek Bahasa	76	95	80	Valid
3	Aspek Media	88	95	92,63	Sangat Valid

Berdasarkan hasil validasi pada Tabel 4.1, dapat disimpulkan bahwa modul ajar yang dikembangkan memperoleh penilaian yang sangat baik dari para ahli. Hasil validasi oleh ahli materi menunjukkan skor 78 dari skor maksimum 95 dengan persentase sebesar 82,11% yang termasuk dalam kriteria sangat valid. Selanjutnya, hasil validasi oleh ahli bahasa memperoleh skor 76 dari 95 dengan persentase sebesar 80% yang berada pada kriteria valid. Sementara itu, hasil

validasi oleh ahli media memperoleh skor tertinggi yaitu 88 dari 95 dengan persentase sebesar 92,63% yang termasuk dalam kriteria sangat valid. Dengan demikian, secara keseluruhan modul ajar berbasis Project Based Learning (PjBL) pada materi kimia hijau yang dikembangkan dinyatakan layak digunakan karena telah memenuhi kriteria kevalidan dari aspek materi, bahasa, dan media.

B. Pembahasan

Penelitian dilakukan di kelas X IPAS 4 SMA Negeri 8 Banda Aceh pada hari jumat, 13 Februari 2026. Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan yang bertujuan untuk memvalidasi produk yang sedang dikembangkan sekaligus memperbaiki berbagai tantangan atau kelemahan pada pengembangan modul.⁴⁰ Desain modul dikembangkan menggunakan aplikasi canva, sehingga kombinasi warna, tata letak, huruf, dan ilustrasi gambar sesuai. Model penelitian dengan 4-D yaitu *Define* (pendefinisian), *Design*, *Development*, dan *Disseminate*. Namun, pada penelitian ini hanya dilakukan sampai tahap *develop*, yaitu pada proses validasi dan uji respons.

Tahap pendefinisian, dilakukan analisis kebutuhan dengan dilakukan wawancara bersama guru mata pelajaran kimia. Berdasarkan hasil wawancara tersebut, diperoleh informasi bahwa bahan ajar yang digunakan masih terbatas pada buku paket dan belum sepenuhnya mendukung pembelajaran yang aktif dan

⁴⁰ Fitri, Ainil, Liza Efriyanti, Rifka Silmi. (2023). Pengembangan Modul Ajar Digital Informatika Jaringan Komputer dan Internet Menggunakan Canva di SMAN 1 Harau. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*. Vol, 7. No, 1. Hal 33-38

terarah. Selain itu, kegiatan praktikum yang dilakukan belum secara khusus mengintegrasikan prinsip penggunaan bahan yang lebih aman. Pengembangan modul kimia hijau dapat membantu siswa lebih memahami secara sistematis serta membuat siswa lebih terarah terhadap kesadaran dalam aspek keselamatan.

Pada tahap desain dirancang sesuai format kurikulum merdeka, dari kompetensi awal, capaian pembelajaran, kompetensi inti, materi serta ilustrasi tersusun dengan jelas. Modul menggunakan beberapa gambar agar lebih mudah dipahami, warna yang senada, materi yang tidak terlalu panjang. Kegiatan dalam modul dibuat dengan kegiatan praktikum agar siswa lebih aktif.

Tahapan selanjutnya yaitu pengembangan Modul yang sudah dirancang menjadi sebuah produk, kemudian divalidasi oleh para ahli dan diuji melalui respon angket siswa dan guru. Beberapa aspek yang disusun secara runtut dengan memperhatikan aspek materi, penyajian, dan Bahasa.

1. Kevalidan

Validator memberikan penilaian terhadap modul melalui lembar pernyataan validasi sesuai dengan modul, serta memberikan saran dan masukan kepada peneliti. Saran dari setiap validator menjadi hal yang penting karena dapat membantu peneliti dalam mendesain modul jadi lebih baik. “Sesuai dengan tujuan validasi yaitu untuk mengetahui apa saja kekurangan dan kelemahan media pembelajaran dan mendapatkan saran agar menjadi lebih baik”.⁴¹ Hasil validasi ahli

⁴¹ Dewi Ariskasari, Dona Dinda Pratiwi. 2019. Pengembangan Modul Matematika Berbasis Problem Solving pada Materi Vector. *Desimal: Jurnal Matematika* 2 (3), 249-258, 2019

materi 82,11% kriteria sangat valid, ahli media 80% kriteria valid, dan ahli bahasa 92,63% kriteria sangat valid. Berdasarkan hasil penilaian dari ketiga validator, maka hasil keseluruhan penilaian modul memenuhi kriteria sangat valid dengan skor nilai 80,67. Penelitian ini sejalan dengan hasil penelitian Sari et al. (2019)⁴² yang menunjukkan bahwa modul ajar berbasis *projek based learning* (pjbl) yang telah dikembangkan dengan tingkat validasi sangat tinggi, yaitu sebesar 88,3%.

2. Respon guru

Respon guru terhadap modul dilakukan untuk memperoleh informasi mengenai penilaian terhadap bahan ajar yang telah dikembangkan. Tahap ini diberikan setelah guru mengamati modul secara keseluruhan yang dinilai. Berdasarkan Tabel 4.2 diperoleh hasil bahwa persentase rata-rata angket respon guru terhadap modul ialah 92,67%. Hasil ini menunjukkan kategori sangat baik yang berarti bahwa modul ajar materi kimia hijau mendapatkan tanggapan positif dari guru, sehingga layak digunakan pada proses pembelajaran. Penelitian yang dilakukan menghasilkan rata-rata menunjukkan presentase respon guru pada aspek kepraktisan pengguna dan isi media yang diperoleh sebesar 89,77% dengan kategori sangat baik.⁴³

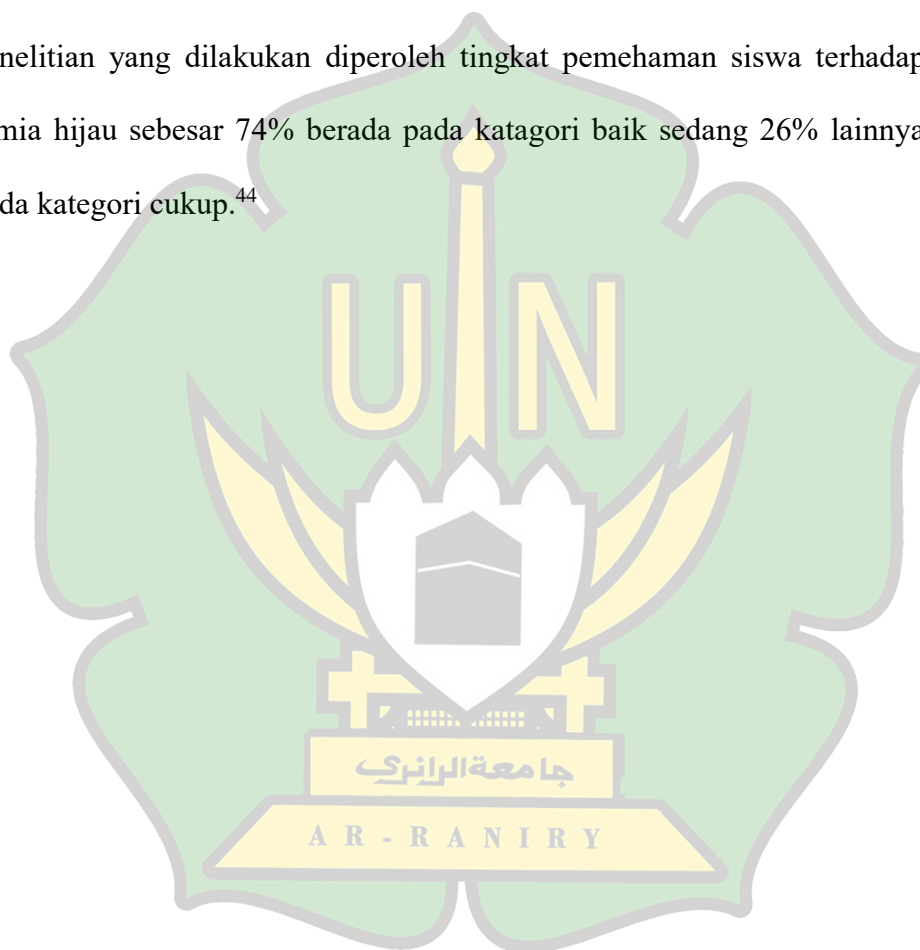
3. Respon siswa

Setelah modul dinyatakan valid oleh para ahli kemudian modul disebarkan untuk dibaca dan dipelajari siswa. Kemudian lembar respon dibagikan sebagai

⁴²

⁴³ Marlisal. Ee, Dwi Putri Musdansi, Irfandi. (2025). Pengembangan E-Modul Berbasis Media Kvisoft Flipbook Maker pada Sub Materi Green Chemistry untuk Kelas X SMA Sederajat. *JOM FTK UNIKS*, Vol, 5. No, 2. Hal, 216-223

acuan hasil ketertarikan siswa terhadap modul. Berdasarkan Tabel 4.3 data yang didapatkan menunjukkan bahwa persentase rata-rata tanggapan siswa terhadap modul sebesar 78,88%. Nilai persentase ini termasuk dalam kategori sangat baik yang berarti bahwa modul ajar materi kimia hijau mendapatkan tanggapan positif dari siswa, sehingga cocok digunakan pada proses pembelajaran. berdasarkan penelitian yang dilakukan diperoleh tingkat pemahaman siswa terhadap materi kimia hijau sebesar 74% berada pada katagori baik sedang 26% lainnya berada pada kategori cukup.⁴⁴



⁴⁴ Santosa, N. K. Y., Sulistyowati, L., & Aji, S.S. (2024). Penerapan Kimia Hijau dan Pengetahuan Lingkungan serta Keterkaitannya dengan Perilaku Peduli Lingkungan. *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*, Vol, 12. No, 2. Hal, 351 – 360

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka kesimpulan dari penelitian ini adalah:

1. Hasil validasi menunjukkan bahwa modul yang dikembangkan memenuhi kriteria sangat valid, sehingga modul ajar kimia hijau dapat digunakan dalam proses pembelajaran.
2. Respon guru kimia SMAN 8 Banda Aceh memperoleh hasil sangat baik terhadap modul kimia hijau yang telah dikembangkan, sehingga dapat digunakan sebagai bahan ajar. Respon siswa terhadap pengembangan modul ajar berbasis *project based learning* memenuhi kriteria baik.

B. Saran

Berdasarkan hasil penelitian pengembangan modul ajar berbasis *Project Based Learning* (PjBL) pada materi Kimia Hijau di SMA Negeri 8 Banda Aceh, peneliti memberikan saran sebagai berikut:

1. Bagi Guru dan Sekolah

Modul ajar berbasis *Project Based Learning* (PjBL) yang telah dikembangkan diharapkan dapat digunakan sebagai alternatif bahan ajar dalam pembelajaran Kimia, khususnya pada materi Kimia Hijau. Guru disarankan untuk menyesuaikan pelaksanaan pembelajaran berbasis proyek

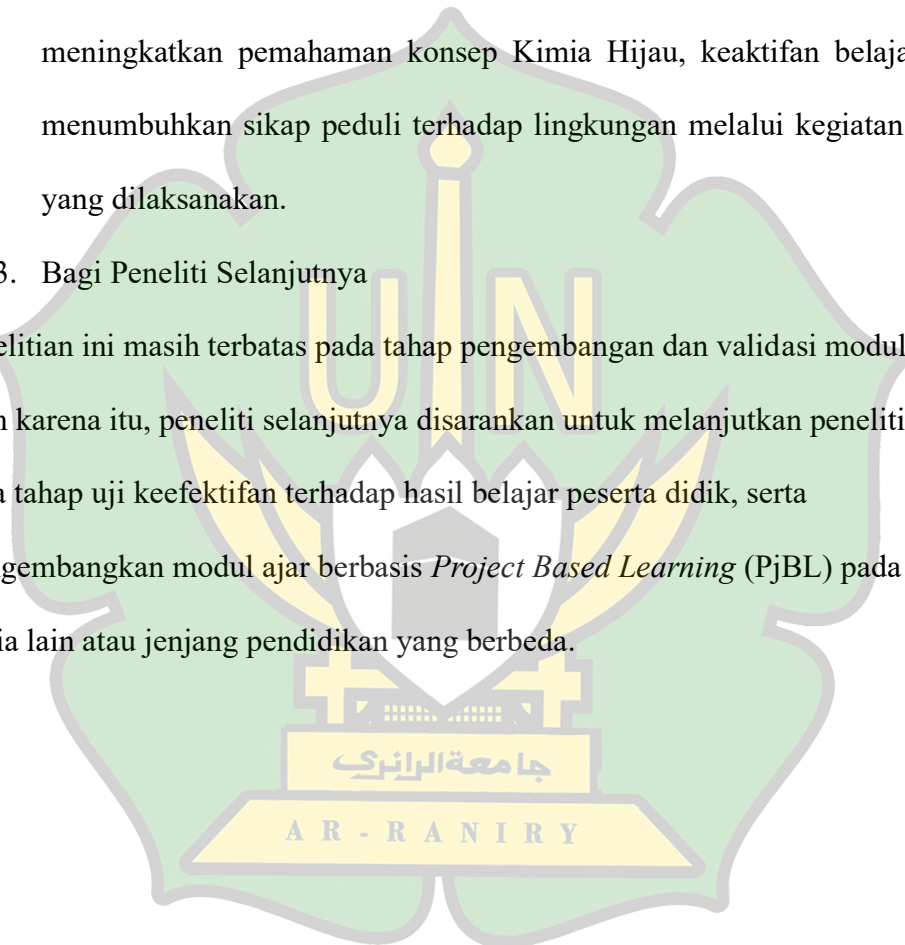
dengan kondisi peserta didik, alokasi waktu, serta sarana dan prasarana sekolah agar pembelajaran dapat berlangsung secara efektif dan bermakna.

2. Bagi Siswa

Siswa diharapkan dapat memanfaatkan modul ajar ini secara optimal, baik secara mandiri maupun melalui kerja kelompok, sehingga dapat meningkatkan pemahaman konsep Kimia Hijau, keaktifan belajar, serta menumbuhkan sikap peduli terhadap lingkungan melalui kegiatan proyek yang dilaksanakan.

3. Bagi Peneliti Selanjutnya

Penelitian ini masih terbatas pada tahap pengembangan dan validasi modul ajar. Oleh karena itu, peneliti selanjutnya disarankan untuk melanjutkan penelitian pada tahap uji keefektifan terhadap hasil belajar peserta didik, serta mengembangkan modul ajar berbasis *Project Based Learning* (PjBL) pada materi kimia lain atau jenjang pendidikan yang berbeda.



DAFTAR PUSTAKA

- Aulia, Syafira, Wulandari, Ana, dkk. (2022). Uji kelayakan media pembelajaran interaktif berbasis Android menggunakan Articulate Storyline 3. *Journal of Natural Science Education Research*, Vol 5, No (2), Hal 40–59.
- Ayaki MarkoLumbantobing., dk (2019). Pengembangan e-modul interaktif untuk discovery learning pada pembelajaran mekanika teknik dan elemen mesin. *Jurnal Dinamika Vokasional Teknik Mesin*, Vol4.,No(1),Hal 1–8
- Damayanti Nababan, Alisia Klara Marpaung, dkk. (2023) “Strategi Pembelajaran Project-Based Learning (PJBL)”, *Jurnal Pendidikan Sosial dan Humaniora*, Vol.2, No.2.
- Desi Pristiwanti, Bai Badariah, Dkk. (2022) “Pengertian Pendidikan”,*Jurnal Pendidikan Dan Konseling*,Vol.4,No. 6.
- Dewi Ariskasari, Dona Dinda Pratiwi. 2019. Pengembangan Modul Matematika Berbasis Problem Solving pada Materi Vector. Desimal: *Jurnal Matematika* 2 (3), 249-258, 2019
- Dona Ningsih, Winda Febrina, dkk. (2024), “Pengembangan Modul Ajar Kurikulum Merdeka”,*Jurnal Manajemen Pendidikan dan Pelatihan*,Vol.8,No.1.
- Eilks, I., & Hofstein, A. (2023). Teaching chemistry for sustainability in the context of green chemistry. *Chemistry Teacher International*, 5(1), 1–9.
- Eka Purnama M., Nur Indriyani, dkk., “*Ringkasan Pengetahuan Alam Lengkap (RPAL)*”, ANDI, Yogyakarta.
- Erin Aprillia, Cut Nurhayati, dkk. (2023), “Perubahan Kurikulum Pada Proses Pembelajaran”, *Jurnal Ilmu Pendidikan dan Sosial (JIPSI)*, Vol.1, No.4.
- Farah Fadila, Safriani, Eliana 2025, Muammar Khaddafi “Pengumpulan Data Dalam Penelitian Kualitatif: Wawancara Data Collection In Qualitative Research: Interviews” *Jurnal Intelek Insan Cendikia*. Vol. 2, No. 7.
- Fayrus Abadi Slamet (2022) “*Model Penelitian Pengembangan*”, Institut Agama Islam Sunan Kalijogo Malang, Jawa Timur.

- Febi Sucito, Kabri, Maria Fransisca Andanti 2024 “Multimedia Pembelajaran Interaktif Berbasis Android pada Materi Etika dan Moralitas untuk Tingkat SMP”, *Jurnal Penelitian, Pendidikan dan Pengajaran (JPPP)*, Vol. 5 No. 1.
- Fitri, Ainil, Liza Efriyanti, Rifka Silmi. (2023). Pengembangan Modul Ajar Digital Informatika Jaringan Komputer dan Internet Menggunakan Canva di SMAN 1 Harau. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*. Vol, 7. No, 1. Hal 33-38
- Gunawan Ismail, Sahrul Sidik dkk. 2023, Identifikasi Sumber, Jenis Dan Kuantitas Sampah Domestik (Studi Kasus Perusahaan Jasa Kecil) *Jurnal Syntax Dmiration*, Vol. 4, No. 10.
- Hidayah, H. A., dkk. (2024). Pemanfaatan aplikasi Canva sebagai media pembelajaran untuk meningkatkan kreativitas dan efektivitas pembelajaran. *Jurnal Pendidikan dan Teknologi Pembelajaran*, 9(1), 45–52.
- I Wayan Redhana (2019) “Mengembangkan Keterampilan Aad Ke-21 Dalam Pembelajaran Kimia” *Jurnal Inovasi Pendidikan Kimia*, Vol.13, No. 1.
- Ihsan, Nur Ihsan H. L., dkk. 2023. “Pengembangan Modul Pembelajaran Menggunakan Model 4-D (Define, Design, Develop, Disseminate).” *Jurnal Pendidikan dan Pengembangan Pembelajaran*, Vol. 11, No. 2, hlm. 120–128.
- Intan Viona Margareta, Farida Nurlaila Zunaidah, dkk. 2024, “Hasil Analisis Kebutuhan Bahan Ajar pada Mata Pelajaran IPA Kelas IV SDN Badal Pandean”, *Jurnal Tindakan Kelas*, Vol. 5, No. 1.
- Irmaliya Izzah Salsabilla, Erisya Jannah, Dkk. (2023) “Analisis Modul Ajar Berbasis Kurikulum Merdeka”, *Jurnal Literasi Dan Pembelajaran Indonesia*, Vol.3, No.1.
- Juremi (2024), *Buku Ajar Kimia Implementasi Kurikulum Merdeka SMA/MA Fase E*, Jawa Tengah, Historie Media.
- Lutfiana Marisa 2021, Pemanfaatan Limbah Kertas Menjadi Kertas Benih Daur Ulang Sebagai Program Ramah Lingkungan Mendukung Prinsip Kimia Hijau, *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, Vol. 3, No. 1.
- Marlisal. Ee, Dwi Putri Musdansi, Irfandi. (2025). Pengembangan E-Modul Berbasis Media Kvisoft Flipbook Maker pada Sub Materi Green Chemistry untuk Kelas X SMA Sederajat. *JOM FTK UNIKS*, Vol, 5. No, 2. Hal, 216-223

- Muh. Irfan Nugraha, Ritha Tuken Dkk. (2021) “Penerapan Model Pembelajaran Project Based Learning Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Pada Siswa Sekolah Dasar”, *Jurnal Of Education*, Vol.1, No.2.
- Muhammad Fikri Sunarto, Nur Amalia (2022), “Penggunaan Model Discovery Learning Guna Menciptakan Kemandirian Dan Kereaktifitas Peserta Didik”, *Jurnal Pendidikan Bahasa Dan Sastra*, Vol. 21, No.1.
- Muhammad Ikhsan, Wilda Syam Tonra,2021, Pengenalan Ecobrick di Sekolah Sebagai Upaya Penanggulangan Masalah Sampah, *Jurnnal pengapdian kepada masyarakat patikala*, Vol.1., No.1.
- Mulia Sinta, Halimatus Sakdiah, dkk. (2022) “Penerapan Model Pembelajaran Project Based Learning (PJBL) Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Keritis Siswa Pada Materi Hukum Gravitasi Newton Di MAS Jabal Nur”, *Jurnal Pendidikan Fisika Dan Fisika Terapan*, Vol. 8, No.1.
- Novi Eka Nuryanti, Edi Hendri Mulyana, dkk. (2023) “Analisis kesulitan guru pengembangan Modul Ajar Berbasis Kurikulum Merdeka”, *Jurnal Paud Agapedia*, Vol.7, No.2.
- Okpatrioka (2023) “Research Development (R&D) Penelitian Yang Inovatif Dalam Pendidikan”, *Jurnal Pendidikan, Bahasa Dan Budaya*, Vol. 1, No.1.
- Rafika Indra Julia, Nellitawati, Dkk. (2022) “Pengembangan Modul Pembelajaran Tematik Terpadu Di Sekolah Dasar”, *Jurnal Riset Ilmu Pendidikan*, Vol.4, No.1.
- Rahma Annisa Izzania, Woro Sumarni, dkk. (2024), Pengembangan E-Modul Ajar Kimia Hijau Bermuatan Etno-STEM Berbasis Guided Inquiry untuk Membekali Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik, *Jurnal Inovasi Pendidikan*, vol. 18, No. 1.
- Rahmawati, D., & Atmojo, I. R. W. (2021). Pengembangan media pembelajaran menggunakan Canva untuk meningkatkan motivasi belajar siswa. *Jurnal Pendidikan*, 12(2), 176–185.
- Ririn Agustina Sari, Mirza Sutrisno, Dkk. (2023) “Penerapan Model Research And Development Untuk Media Belajar Desain Grafis Berbasis Android”, *Jurnal Sistem Informasi, Teknologi Informasi Dan Komputer*, Vol.13, No.2.
- Rustamana, Agus., dkk (Research and Development) dalam pendidikan. *Jurnal Bima: Pusat Publikasi Ilmu Pendidikan Bahasa dan Sastra*, 2(3).

- Salmawati, A. Riawarda, Dodi Ilham 2024 “ Pengembangan Modul Ajar PAI Berbasis Pembelajaran Berdiferensiasi di Kelas VII SMPN 7 Satap Malangke”. *jurnal Pendidikan*.Vol.12, No.4.
- Santosa, N. K. Y., Sulistyowati, L., & Aji, S.S. (2024). Penerapan Kimia Hijau dan Pengetahuan Lingkungan serta Keterkaitannya dengan Perilaku Peduli Lingkungan. *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*, Vol, 12. No, 2. Hal, 351 – 360
- Sifaun Naziyah Akhwani, Dkk. 2011, “Peningkatan Kepedulian Lingkungan Siswa Sdn Tanjung 1 Melalui Kegiatan Daur Ulang Sampah Anorganik”, Vol.10, No. 2.
- Salihatul Rahmawati dkk 2024 “ Optimalisasi Teknik Wawancara Dalam Penelitian Field Research Melalui Pelatihan Berbasis Participatory Action Research Pada Mahasiswa Lapas Pemuda Kelas IIA Tangerang”, *jurnal Abdimas Prakasa Dakara*,
- Suartama, I. Kadek, Yasa, I. Nyoman, & Triwahyuni, Eges Triwahyuni. (2024) Instructional Design Models for Pervasive Learning Environment: Bridging Formal and Informal Learning in Collaborative Social Learning. *Education Sciences*, 14(12):1405.
- Tutie Azzahra Zahra, Wahyu Eko Pujianto, (2023). Pemanfaatan Sampah Daur Ulang Guna Meningkatkan Pendapatan Masyarakat Warga Di Seda Maagersari, Vol. 1, No. 3.
- Utami Maulida (2022) “Pengembangan Modul Ajar Berbasis Kurikulum Merdeka”, *Jurnal Terbawi*, Vol. 5, No. 2.
- Yosi Wulandari, Wachid E. Purwanto, “Kelayakan Aspek Materi Dan Medi Dalam Pengembangan Buku Ajar Sastra Lama”, *Jurnal Penelitian Pendidikan Bahasa Dan Sastra Indonesia*, Vol.3, No.2
- Yunik’ati, Y., et al. (2025). Sadar Pilah Sampah Dengan Konsep 4R (Reduce, Reuse, Recycle, Replace) Di Desa Gedongarum, Kanor, Bojonegoro. *Jurnal Inovasi Hasil Pengabdian Masyarakat (JIPEMAS)*, Vol. 2, No. 2.
- Yuspa, Nor Latifah, Dkk. 2024, Review Jurnal Pengelolaan Limbah Padat, Cair, Dan Gas Dalam Industri Farmasi Review Of Journal Of Solid, Liquid, And Gas Waste Management In Pharmaceutical Industry, *Jurnal Cakrawala Ilmiah*, Vol. 3, No. 12.

Lampiran I Surat penelitian akademik UIN Ar-Raniry Banda Aceh



**KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY BANDA ACEH
FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN**

Jl. Syeikh Abdur Rauf Kopelma Darussalam Banda Aceh Telp/Fax. : 0651-752921

Nomor : B-9103/Un.08/FTK.1/TL.00/11/2025

Lamp : -

Hal : *Penelitian Ilmiah Mahasiswa*

Kepada Yth,

Kepala SMA Negeri 8 Banda Aceh

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Fakultas Tarbiyah Dan Keguruan UIN Ar-Raniry dengan ini menerangkan bahwa:

NIM : 210208037

Nama : AULIA ANGGRAINI

Program Studi/Jurusan : Pendidikan Kimia

Alamat : Kutacane-blangkejeren Kumabng jaya kumabng jaya

Saudara yang tersebut namanya diatas benar mahasiswa Fakultas Tarbiyah Dan Keguruan bermaksud melakukan penelitian ilmiah di lembaga yang Bapak/Ibu pimpin dalam rangka penulisan Skripsi dengan judul **PENGEMBANGAN MODUL AJAR BERBASIS PROJECT BASED LEARNING PADA MATERI KIMIA HIJAU DI SMA NEGERI 8 BANDA ACEH**

Banda Aceh, 20 November 2025

An. Dekan

Wakil Dekan Bidang Akademik dan Kelembagaan



Prof. Dr. Buhori Muslim, M.Ag.

NIP. 197508152001121002

Berlaku sampai : 31 Desember 2025

جامعة الرانيري

A R - R A N I R Y

Lampiran II Surat Penelitian Dinas Pendidikan



PEMERINTAH ACEH
DINAS PENDIDIKAN
 Jalan Tgk. H. Mohd Daud Beureueh Nomor 22 Banda Aceh Kode Pos
 23121 Telepon (0651) 22620, Faksimil: (0651) 32386
 Laman: disdik.acchprov.go.id, Pos-el: disdik@acchprov.go.id

Banda Aceh, 15 Januari 2026

Nomor : 400.3.8/622
 Sifat : Biasa
 Lampiran : -
 Hal : Izin Penelitian

Yang Terhormat
 Kepala SMA Negeri 8 Banda Aceh
 di -
 Tempat

Sehubungan dengan surat Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh Nomor: B-9103/Un.08/FTK.1/TL.00/11/2025 Tanggal 13 Januari 2026, dengan ini kami memberikan izin kepada :

Nama : Aulia Anggraini
 Judul Skripsi : "Pengembangan Modul Ajar Berbasis Project Based Learning Pada Materi Kimia Hijau Di SMA Negeri 8 Banda Aceh"

Namun untuk maksud tersebut kami sampaikan beberapa hal sebagai berikut:

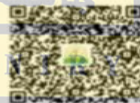
1. Mengingat kegiatan ini akan melibatkan para siswa, diharapkan agar dalam pelaksanaannya tidak mengganggu proses belajar mengajar;
2. Harus mentaati semua ketentuan peraturan Perundang-undangan, norma-norma atau adat istiadat yang berlaku;
3. Melaporkan dan menyerahkan hasil penelitian kepada pejabat yang menerbitkan surat izin penelitian;
4. Demi kelancaran kegiatan tersebut, hendaknya dilakukan koordinasi terlebih dahulu antara instansi yang bersangkutan dengan Kepala Sekolah setempat;
5. Sejalan dengan komitmen Dinas Pendidikan Aceh untuk mewujudkan Zona Integritas Menuju Wilayah Bebas Korupsi (WBK) dan Wilayah Birokrasi Bersih dan Melayani (WBBM), kami mohon dukungan untuk tidak meminta/memberi sesuatu diluar aturan perundang-undangan yang berlaku.

Atas perhatian dan kerjasama Saudara, kami ucapkan terima kasih.

Ptl. KEPALA DINAS PENDIDIKAN ACEH,

جامعة الرانيري

A R - R A



MURTHALAMUDDIN, S.Pd., MSP
 PEMBINA TINGKAT I
 NIP. 197011301993071001

Lampiran III Surat Penelitian Dari Sekolah SMA N 8 Banda Aceh


PEMERINTAH ACEH
DINAS PENDIDIKAN
SMA NEGERI 8 BANDA ACEH
 Jalan Tgk. Chik Diponeung Raya, Kuta Alam, Banda Aceh 23125
 Laman: www.sma8bna.sch.id, Pos-el: smn8bandaaceh01@gmail.com


Banda Aceh, 9 Maret 2026
 Yth.
 Wakil Dekan Fakultas Tarbiyah
 UIN Ar-Raniry Banda Aceh
 di Banda Aceh

Nomor: 000.9.2/ 175
 Sifat : Biasa
 Hal : Telah Melaksanakan Penelitian

Sehubungan dengan Surat Kepala Dinas Pendidikan Nomor : 400.3.8/622 Perihal Izin Penelitian maka dengan ini menerangkan,

nama : Aulia Anggraini
 NIM : 210208037
 Prodi : Pendidikan Kimia
 Judul : Pengembangan Modul Ajar Berbasis Project Based Learning Pada Materi Kimia Hijau Di SMA Negeri 8 Banda Aceh

Yang tersebut namanya diatas telah selesai Melaksanakan Penelitian ilmiah di Sekolah Menengah Atas Negeri 8 Banda Aceh terhitung tanggal 13 s.d 15 Februari 2026.
 Demikian surat ini kami buat untuk dapat dipergunakan seperlunya.


 Kepala
 Nurizayani, S.Pd., M.Pd
 Pembina Tk.I
 NIP 198101292007012001
AR - RANIRY

Lampiran IV Modul Ajar



KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa karena atas rahmat dan karunia-Nya, modul ajar ini dapat disusun dan diselesaikan dengan baik. Modul ajar ini disusun sebagai salah satu bahan pembelajaran yang bertujuan untuk membantu peserta didik memahami konsep pembelajaran secara mandiri, aktif, dan kontekstual. Modul ajar ini dirancang untuk memberikan pemahaman mengenai penerapan prinsip kimia hijau melalui merancang bahan kimia yang lebih aman, dan pembuatan pewangi ruangan sebagai upaya mendukung pembangunan berkelanjutan dan pelestarian lingkungan. Materi dalam modul ini disajikan secara sistematis, dilengkapi dengan tujuan pembelajaran, uraian materi, kegiatan pembelajaran, serta evaluasi yang diharapkan mampu meningkatkan pemahaman dan keterampilan peserta didik.

Penyusunan modul ajar ini diharapkan dapat menjadi sarana pembelajaran yang inovatif dan aplikatif, sehingga peserta didik tidak hanya memahami konsep secara teoritis, tetapi juga mampu mengaitkannya dengan permasalahan lingkungan di kehidupan sehari-hari. Dengan demikian, pembelajaran dapat berjalan lebih bermakna dan relevan.

Penulis menyadari bahwa modul ajar ini masih memiliki keterbatasan. Oleh karena itu, saran dan kritik yang bersifat membangun sangat diharapkan demi penyempurnaan modul ini di masa mendatang. Akhir kata, semoga modul ajar ini dapat memberikan manfaat bagi peserta didik, pendidik, serta semua pihak yang terlibat dalam proses pembelajaran.



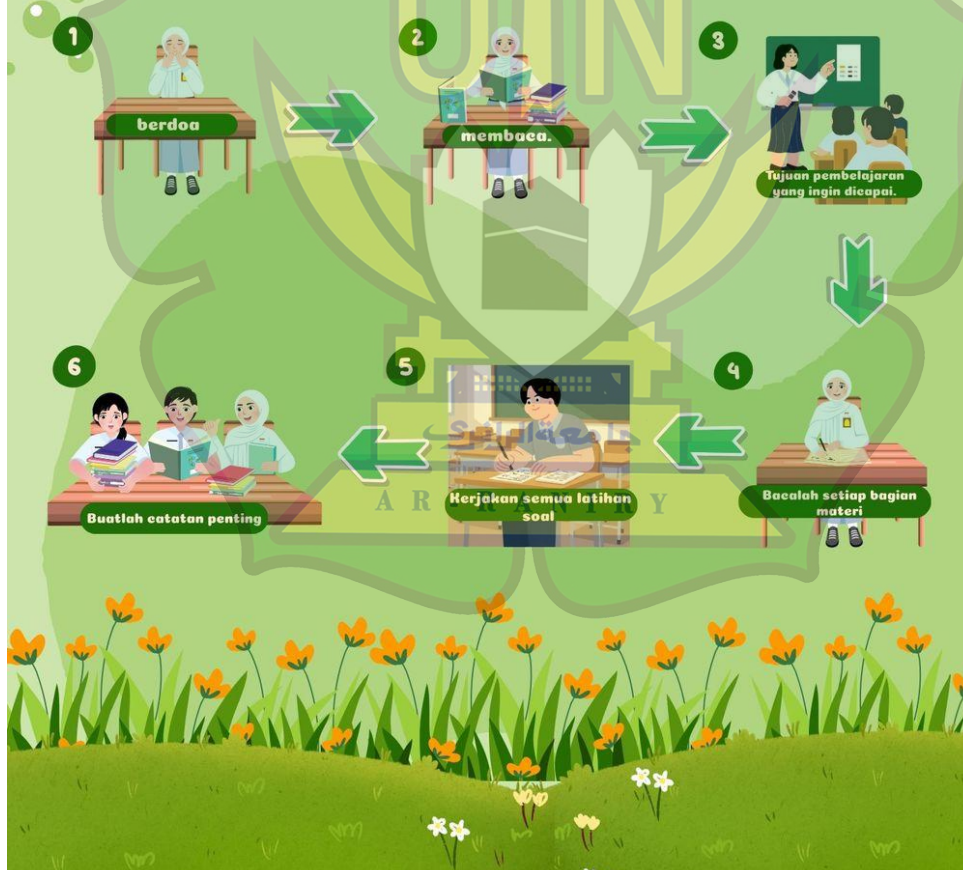
DAFTAR ISI	
KATA PENGANTAR.....	2
DAFTAR ISI.....	3
CARA MENGGUNAKAN MODUL.....	4
I. Informasi Umum	
Identitas Modul	5
Capaian Pembelajaran	5
Elemen Capaian Pembelajaran	5
Kompetensi Awal	5
Profil Pelajar Pancasila	5
Sarana dan Prasarana	6
Target Peserta Didik	6
II. Komponen Inti	
Tujuan Pembelajaran	6
Pemahaman Bermakna	6
Pertanyaan Pemantik	6
Kegiatan Pembelajaran.....	7
Pendahuluan	7
Kegiatan Inti	7
Penutup	8
III. Asesmen	
Asesmen Formatif (Sikap)	9
Asesmen Sumatif (Pengetahuan)	9
Kisi-kisi Soal	11
Penilaian Keterampilan	13
Rubrik Penilaian	14
IV. Refleksi	
Refleksi Guru	14
Refleksi Peserta Didik	14
V. Pengayaan dan Remedial.....	15
Pengayaan	15
Remedial	15
VI. Materi Pembelajaran (Bahan Bacaan)	
Pengertian Kimia Hijau	16
Pentingnya Kimia Hijau	16
Prinsip-Prinsip Kimia Hijau	16
Perancangan Bahan Kimia Aman	17
Penerapan Kimia Hijau dalam Kehidupan Sehari-hari	17
VII. Glosarium	
Glosarium	18
VIII. Daftar Pustaka	
Daftar Pustaka	19

CARA MENGGUNAKAN MODUL

Agar kalian memperoleh manfaat maksimal dari materi dan aktivitas pembelajaran dalam bahan ajar ini serta mampu mencapai tujuan pembelajaran dengan baik, perhatikan langkah-langkah berikut:

1. Awali kegiatan belajar dengan berdoa.
2. Atur posisi duduk yang nyaman dan benar saat membaca.
3. Pelajari terlebih dahulu tujuan pembelajaran yang ingin dicapai.
4. Bacalah setiap bagian materi dengan teliti dan penuh perhatian.
5. Kerjakan semua latihan soal untuk mengukur pemahaman kalian.
6. Buatlah catatan penting selama proses belajar sebagai bahan pengingat.

Selamat belajar dan semoga sukses



1. Informasi Umum

A. Identitas Modul

Sekolah	: SMA Negeri 8 Banda Aceh
Tahun	: 2024/2025
Jenjang/Fase	: X/E
Alokasi Waktu	: JP
Model Pembelajaran	: Project Based Learning

B. Capaian Pembelajaran

Pada akhir fase E, peserta didik memiliki kemampuan untuk merespon isu-isu global dan berperan aktif dalam memberikan penyelesaian masalah. Kemampuan tersebut antara lain mengidentifikasi, mengajukan gagasan, merancang solusi, mengambil keputusan, dan mengkomunikasikan dalam bentuk proyek sederhana atau simulasi visual menggunakan aplikasi teknologi yang tersedia terkait dengan energi alternatif, pemanasan global, pencemaran lingkungan, nanoteknologi, bioteknologi, kimia dalam kehidupan sehari-hari, pemanfaatan limbah dan bahan alam, pandemi akibat infeksi virus. Semua upaya tersebut diarahkan pada pencapaian tujuan pembangunan yang berkelanjutan (Sustainable Development Goals/SDGs). Melalui pengembangan sejumlah pengetahuan tersebut dibangun pula ahlak mulia dan sikap ilmiah seperti jujur, objektif, bernalar kritis, kreatif, mandiri, inovatif, bergotong royong, dan berkebhinekaan global.

C. Elemen Capaian Pembelajaran

Pemahaman kimia :

Peserta didik mampu mengamati, menyelidiki dan menjelaskan fenomena sesuai kaidah kerja ilmiah dalam menjelaskan konsep kimia dalam kehidupan sehari-hari; menerapkan konsep kimia dalam pengelolaan lingkungan termasuk menjelaskan fenomena pemanasan global; menuliskan reaksi kimia dan menerapkan hukum-hukum dasar kimia; memahami struktur atom dan aplikasinya dalam nanoteknologi.

Keterampilan proses :

1. Mengamati

Mampu memilih alat bantu yang tepat untuk melakukan pengukuran dan pengamatan. Memperhatikan detail yang relevan dari obyek yang diamati

2. Mempertanyakan dan memprediksi

Mengidentifikasi pertanyaan dan permasalahan yang dapat diselidiki secara ilmiah. Peserta didik menghubungkan pengetahuan yang telah dimiliki dengan pengetahuan baru untuk membuat prediksi.

3. Merencanakan dan melakukan penyelidikan

Peserta didik merencanakan penyelidikan ilmiah dan melakukan langkah-langkah operasional berdasarkan referensi yang benar untuk menjawab pertanyaan. Peserta didik melakukan pengukuran atau membandingkan variabel terikat dengan menggunakan alat yang sesuai serta memperhatikan kaidah ilmiah.

4. Memproses, menganalisis data dan informasi Menafsirkan informasi yang didapatkan dengan jujur dan bertanggung jawab.

Peserta didik berani dan santun dalam mengevaluasi kesimpulan melalui perbandingan dengan teori yang ada. Menunjukkan kelebihan dan kekurangan proses penyelidikan dan efeknya pada data. Menunjukkan permasalahan pada metodologi.

5. Mengevaluasi dan refleksi

Menganalisis menggunakan alat dan metode yang tepat, menilai relevansi informasi yang ditemukan dengan mencantumkan referensi rujukan, serta menyimpulkan hasil penyelidikan.

6. Mengomunikasikan hasil

Mengomunikasikan hasil penyelidikan secara utuh termasuk di dalamnya pertimbangan keamanan, lingkungan, dan etika yang ditunjang dengan argumen, bahasa serta konvensi sains yang sesuai konteks penyelidikan. Menunjukkan pola berpikir sistematis sesuai format yang ditentukan.

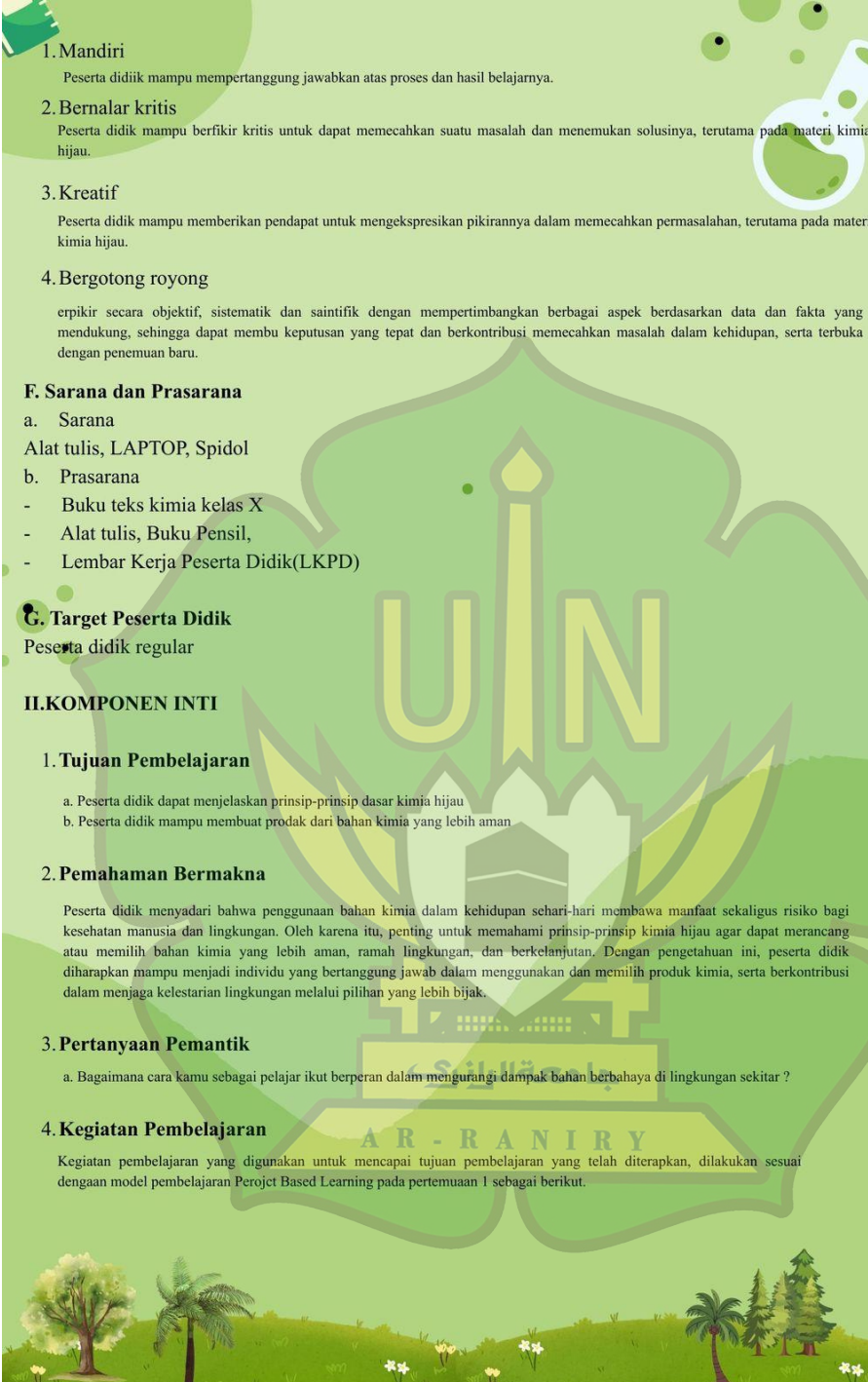
D. Kompetensi Awal

Untuk mempelajari materi dan pentingnya kimia hijau dibutuhkan kompetensi awal

- Peserta didik mampu memahami konsep kimia hijau
- Peserta didik dapat menganalisis bahan yang aman yang digunakan dalam kehidupan sehari-hari

E. Profil Pancasila

Peserta didik mampu bekerja sama dalam kelompok untuk memecahkan masalah yang diberikan, terutama pada materi kesetimbangan kimia



1. Mandiri
Peserta didik mampu bertanggung jawab atas proses dan hasil belajarnya.

2. Bernalar kritis
Peserta didik mampu berfikir kritis untuk dapat memecahkan suatu masalah dan menemukan solusinya, terutama pada materi kimia hijau.

3. Kreatif
Peserta didik mampu memberikan pendapat untuk mengekspresikan pikirannya dalam memecahkan permasalahan, terutama pada materi kimia hijau.

4. Bergotong royong
berpikir secara objektif, sistematis dan saintifik dengan mempertimbangkan berbagai aspek berdasarkan data dan fakta yang mendukung, sehingga dapat membuat keputusan yang tepat dan berkontribusi memecahkan masalah dalam kehidupan, serta terbuka dengan penemuan baru.

F. Sarana dan Prasarana

a. Sarana
Alat tulis, LAPTOP, Spidol

b. Prasarana

- Buku teks kimia kelas X
- Alat tulis, Buku Pensil,
- Lembar Kerja Peserta Didik(LKPD)

G. Target Peserta Didik
Peserta didik regular

II.KOMPONEN INTI

1. Tujuan Pembelajaran

- a. Peserta didik dapat menjelaskan prinsip-prinsip dasar kimia hijau
- b. Peserta didik mampu membuat produk dari bahan kimia yang lebih aman

2. Pemahaman Bermakna
Peserta didik menyadari bahwa penggunaan bahan kimia dalam kehidupan sehari-hari membawa manfaat sekaligus risiko bagi kesehatan manusia dan lingkungan. Oleh karena itu, penting untuk memahami prinsip-prinsip kimia hijau agar dapat merancang atau memilih bahan kimia yang lebih aman, ramah lingkungan, dan berkelanjutan. Dengan pengetahuan ini, peserta didik diharapkan mampu menjadi individu yang bertanggung jawab dalam menggunakan dan memilih produk kimia, serta berkontribusi dalam menjaga kelestarian lingkungan melalui pilihan yang lebih bijak.

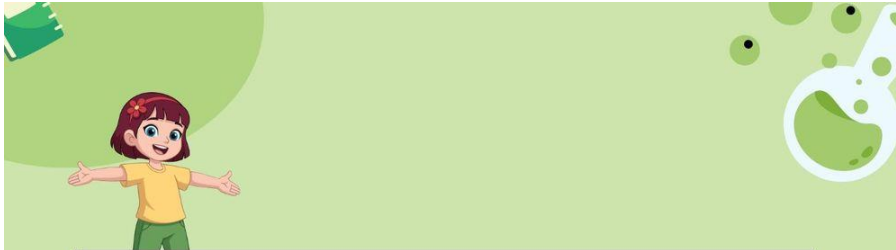
3. Pertanyaan Pemantik

- a. Bagaimana cara kamu sebagai pelajar ikut berperan dalam mengurangi dampak bahan berbahaya di lingkungan sekitar ?

4. Kegiatan Pembelajaran
Kegiatan pembelajaran yang digunakan untuk mencapai tujuan pembelajaran yang telah diterapkan, dilakukan sesuai dengan model pembelajaran Project Based Learning pada pertemuan 1 sebagai berikut.


Pertemuan : (2 X 45 menit)

Kegiatan Pembelajaran	
Pendahuluan 15 Menit	<p>Persiapan</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Guru memberi salam 2. Meminta salah satu siswa memimpin doa 3. Mengecek kehadiran siswa serta memeriksa kebersihan kelas 4. Menyampaikan tujuan pembelajaran <p>Apersepsi (Mindful Learning)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Guru memulai dengan Pertanyaan pematik : “ Bagaimana proses kimia yang mempengaruhi kehidupan sehari-hari kita?” 2. Siswa menyebutkan contoh fenomena kimia yang mereka temui di lingkungan sekitar 3. Guru mengaitkan fenomena tersebut dengan metode ilmiah. <p>Motivasi (Mindful Learning)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Menunjukkan video singkat tentang dampak reaksi kimia dalam kehidupan nyata (https://youtu.be/WAE3-XPcLE4?si=ByP_SXsQF8_mQiCd) 2. Diskusi tentang pentingnya memahami konsep kimia dalam berbagai aspek kehidupan.
Kegiatan Inti 60 Menit	<p>Penentuan pertanyaan mendasar (Komunikatif, Bernalar Kritis)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Guru memberikan permasalahan kontekstual, Misalnya “Bagaimana cara mengurangi penggunaan bahan kimia yang berbahaya dalam kehidupan sehari-hari dan menggantinya dengan bahan yang lebih aman?” 2. Siswa mendiskusikan dalam kelompok untuk memahami permasalahan dan menentukan pertanyaan penelitian. 3. Guru menampilkan video pembuatan tentang pewangi ruangan menggunakan bahan alami (https://youtu.be/AAeLYKQYhqw?si=vgXXbCx17U1yTkgm) <p>Perancangan Proyek (Kreatif, Kolaborasi)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Siswa merancang proyek berbasis eksperimen atau inovasi kimia terkait dengan permasalahan yang diberikan 2. Guru membimbing dalam pemilihan metode dan alat yang sesuai untuk proyek. <p>Menyusun Jadwal</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Minggu 1: Studi literatur tentang bahan kimia berbahaya dan alternatifnya. 2. Minggu 2: Diskusi kelompok dan perancangan konsep bahan kimia aman. 3. Minggu 3: Eksperimen sederhana atau simulasi (jika memungkinkan). 4. Minggu 4: Penyusunan laporan dan presentasi hasil proje



Kegiatan Pembelajaran	
Kegiatan Inti 60 Menit	<p>Memonitor Proses dan Perkembangan</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Guru memantau diskusi, memberikan masukan tentang kelayakan ide, serta memastikan siswa menggunakan sumber yang valid. 2. Siswa membuat progress report mingguan untuk menunjukkan perkembangan projek 3. Siswa mengembangkan solusi atau produk dan hasil projek mereka <p>Menguji hasil projek</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Siswa melakukan eksperimen atau pengamatan berdasarkan rancangan projek 2. Siswa mengumpulkan data, mencatat hasil, dan menganalisis hubungan antara variable. <p>Evaluasi Hasil</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Siswa mempresentasikan hasil eksperimen dari rancangan pengembangan projek yang dilakukan 2. Guru dan teman teman memberikan umpan balik untuk perbaikan.
PENUTUP 15 Menit	<ol style="list-style-type: none"> 1. Guru Bersama siswa menyimpulkan pembelajaran yang telah dilakukan. 2. Guru memberikan refleksi dan bertanya : bagaiman pembelajaran hari ini ? apakan menyenangkan ? 3. Siswa diberi tugas untuk minggu depan dan mengiatkan materi selanjutnya.

جامعة الرانيري
AR - RANIRY



ASSESMEN

1. Formatif (sikap)

Teknik : (Religius, Sikap, Bernlar, Kreatif, Kerja sama, Disiplin)
 Bentuk : Lembar pengamatan

N0	Waktu	Nama Asal Kelas	KejadianPerilaku	Butir Sikap	Tindak Lanjut
1					
2					
3					

2. Sumatif (pengetahuan)

Teknik : (Kuis Interaktif)
 Bentuk : (Pilihan jamak, benar-salah)

Kisi-kisi Soal

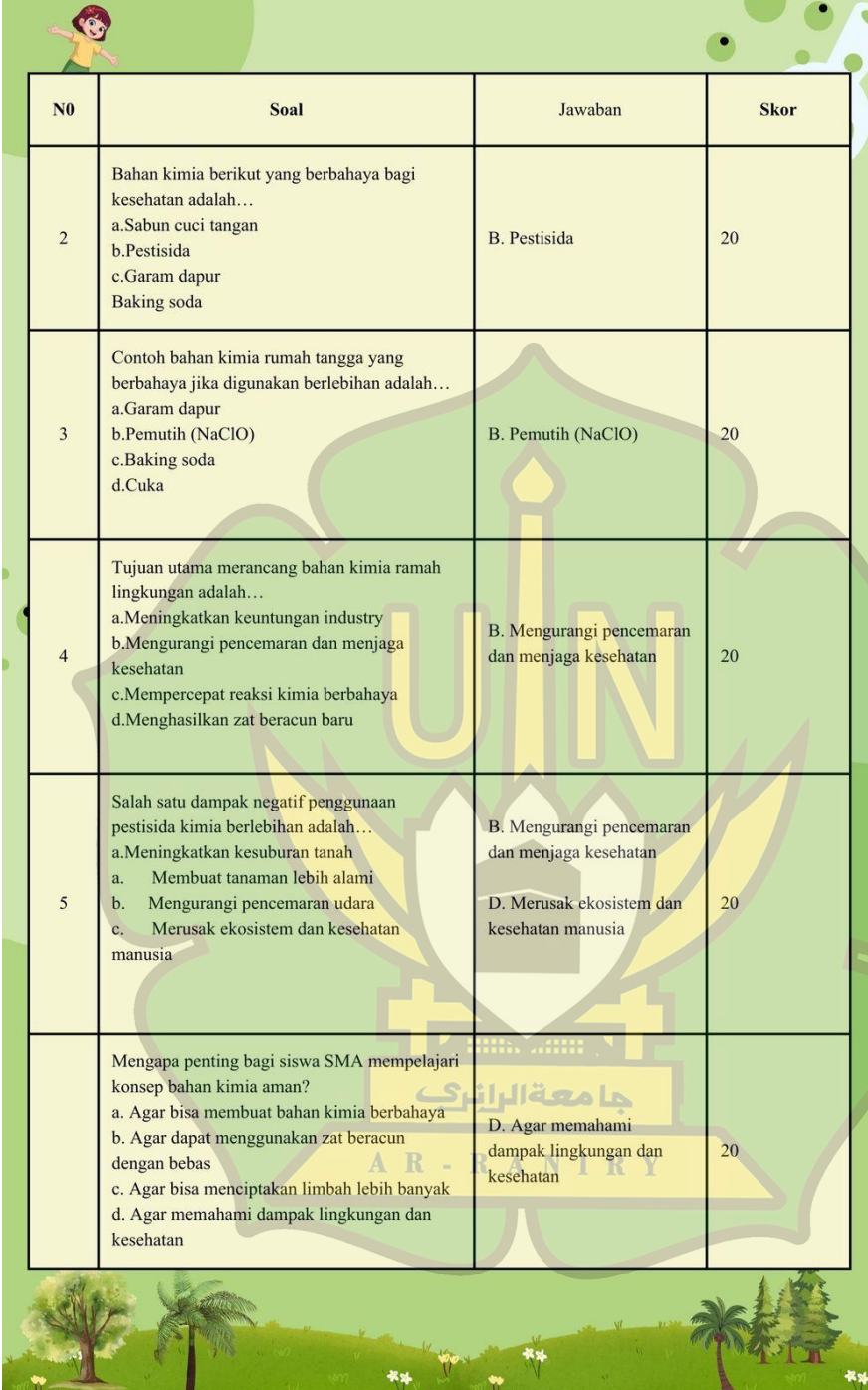
N0	Aspek yang Dinila	Indikator	Bentuk Soal	Contoh Soal	Kunci Jawaban
1	Pengetahuan	menjelaskan pengertian kimia hijau secara tepat.	Pilihan ganda	<p>Kimia hijau (<i>green chemistry</i>) adalah konsep dalam ilmu kimia yang bertujuan untuk ...</p> <p>A. Meningkatkan penggunaan bahan kimia sintetis dalam industri</p> <p>B. Merancang produk dan proses kimia yang mengurangi atau menghilangkan zat berbahaya</p> <p>C. Mengolah limbah kimia setelah proses produksi selesai</p> <p>D. Mempercepat reaksi kimia tanpa memperhatikan dampak lingkungan</p>	B. Merancang produk dan proses kimia yang mengurangi atau menghilangkan an zat berbahaya



N0	Aspek yang Dinilai	Indikator	Bentuk Soal	Contoh Soal	Kunci Jawaban
2	Pengetahuan	Menyebutkan prinsip merancang bahan kimia aman	Uraian singkat	Sebutkan dua prinsip dasar dalam merancang bahan kimia yang lebih aman!	Mengurangi toksisitas, menggunakan bahan ramah lingkungan
3	Pengetahuan	Memberikan contoh bahan kimia alternatif	Pilihan ganda	Contoh bahan alami yang dapat digunakan sebagai pembersih ramah lingkungan adalah... A. Cuka, B. Formalin, C. Merkuri, D. Asam sulfat	A. Cuka
4	Keterampilan	Merancang ide bahan kimia aman	Uraian proyek	Jelaskan rancangan sederhana bahan pembersih rumah tangga yang lebih aman!	Misalnya: larutan campuran cuka dan air sebagai pembersih kaca
5	Sikap	Menunjukkan kepedulian terhadap lingkungan	Refleksi diri	Tuliskan pengalamanmu saat bekerja dalam proyek ini, bagaimana kamu menjaga keselamatan dan lingkungan?	Jawaban reflektif siswa (contoh: "Saya selalu menggunakan sarung tangan dan memilih bahan alami agar tidak mencemari lingkungan.")

AR-RANIRY





N0	Soal	Jawaban	Skor
2	Bahan kimia berikut yang berbahaya bagi kesehatan adalah... a. Sabun cuci tangan b. Pestisida c. Garam dapur Baking soda	B. Pestisida	20
3	Contoh bahan kimia rumah tangga yang berbahaya jika digunakan berlebihan adalah... a. Garam dapur b. Pemutih (NaClO) c. Baking soda d. Cuka	B. Pemutih (NaClO)	20
4	Tujuan utama merancang bahan kimia ramah lingkungan adalah... a. Meningkatkan keuntungan industry b. Mengurangi pencemaran dan menjaga kesehatan c. Mempercepat reaksi kimia berbahaya d. Menghasilkan zat beracun baru	B. Mengurangi pencemaran dan menjaga kesehatan	20
5	Salah satu dampak negatif penggunaan pestisida kimia berlebihan adalah... a. Meningkatkan kesuburan tanah a. Membuat tanaman lebih alami b. Mengurangi pencemaran udara c. Merusak ekosistem dan kesehatan manusia	B. Mengurangi pencemaran dan menjaga kesehatan D. Merusak ekosistem dan kesehatan manusia	20
	Mengapa penting bagi siswa SMA mempelajari konsep bahan kimia aman? a. Agar bisa membuat bahan kimia berbahaya b. Agar dapat menggunakan zat beracun dengan bebas c. Agar bisa menciptakan limbah lebih banyak d. Agar memahami dampak lingkungan dan kesehatan	D. Agar memahami dampak lingkungan dan kesehatan	20

3. Keterampilan

Teknik : (pilih tulis/lisan/penugasan)
 Bentuk : (pilih proyek, kinerja, produk)



No	Nama Peserta Didik	Keterampilan			Jumlah Skor	Nilai	Keterangan
		Eksperimen	Laporan Proyek	Presentasi & Komunikasi			
1							
2							
3							
4							
5							

جامعة الرانيري

AR - RANIRY

Aspek dinilai	Penilaian			
	1	2	3	4
Eksperimen : Keterampilan menyusun langkah kerja dan melakukan uji coba	Tidak mampu menyusun langkah kerja atau melakukan eksperimen	Langkah kerja kurang sistematis, eksperimen kurang aman	Langkah kerja cukup jelas, eksperimen aman, hasil sebagian sesuai	Langkah kerja sistematis, eksperimen aman, hasil sesuai tujuan
Laporan Proyek : Kemampuan menyusun laporan hasil proyek	Laporan tidak lengkap	Laporan kurang sistematis, beberapa bagian tidak jelas	Laporan cukup lengkap, ada kekurangan kecil	Laporan lengkap, sistematis, rapi, mencakup latar belakang, tujuan, metode, hasil, kesimpulan
Presentasi & Komunikasi	Tidak mampu menyampaikan hasil	Penyampaian kurang jelas, kurang percaya diri	Penyampaian cukup jelas, ada sedikit keraguan	Penyampaian komunikatif, percaya diri, jelas, mampu menjawab pertanyaan

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Jumlah Skor yang diperoleh}}{\text{Jumlah skor maksimal}}$$

Kriteria Penilaian:

81-100 =sangat baik

61-80,9 = baik (B)

41-60,9 =cukup (C)


21-40,9 =kurang (D)

Refleksi Peserta Didik dan Guru

Refleksi Guru	Refleksi Peserta Didik
<ol style="list-style-type: none"> 1. Apakah Peserta didik bias memahami pengertian dan pentingnya kimia hijau? 2. Bagaimana bila peserta didik belum memahami pengertian dan pentingnya pengertian dan pentingnya kimia hijau? 3. Peserta didik mana yang perlu perhatian saya? 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Apakah saya sudah dapat menjelaskan pengertian dan pentingnya kimia hijau? 2. Apakah saya sudah dapat menyebutkan prinsip kimia hijau? 3. Apakah saya sudah dapat menganalisis penerapan kimia hijau dalam kehidupan sehari-hari?

Refleksi Peserta Didik dan Guru







Pengayaan dan Remedial

Pengayaan

1. Jelaskan bagaimana prinsip Green Chemistry dapat diterapkan dalam pembuatan pengharum ruangan alami.
2. Bandingkan kelebihan dan kekurangan pengharum ruangan alami dengan pengharum ruangan sintetis dari sisi kesehatan dan lingkungan.
3. Analisis dampak penggunaan bahan kimia berbahaya dalam pengharum ruangan terhadap kualitas udara dalam ruangan.
4. Usulkan rancangan pengharum ruangan berbahan alami yang ramah lingkungan, sertakan bahan dan cara pembuatannya.
5. Jelaskan peran senyawa terpen (misalnya limonen) dalam memberikan aroma pada pengharum ruangan alami.

Jawabannya

1. Prinsip Green Chemistry diterapkan dengan memilih bahan alami seperti kulit jeruk, daun pandan, atau kayu manis yang tidak berbahaya bagi kesehatan dan lingkungan. Proses pembuatannya juga menggunakan metode sederhana tanpa menghasilkan limbah beracun.
2. Kelebihan dan kekurangan pengharum alami vs sintetis
 - Alami: lebih aman, ramah lingkungan, mudah dibuat, tetapi aromanya kurang tahan lama.
 - Sintetis: aromanya kuat dan tahan lama, tetapi sering mengandung bahan berbahaya yang dapat mencemari udara dan menimbulkan risiko kesehatan.
3. Dampak penggunaan bahan kimia berbahaya dalam pengharum ruangan. Senyawa berbahaya seperti formaldehida dapat menyebabkan iritasi pernapasan, alergi, bahkan gangguan kesehatan jangka panjang. Selain itu, pencemaran udara dalam ruangan dapat menurunkan kualitas hidup penghuni rumah.
4. Rancangan pengharum ruangan alami : Contoh: pengharum dari kulit jeruk dan kayu manis. Caranya, rebus kulit jeruk bersama batang kayu manis, lalu letakkan hasil rebusan dalam wadah terbuka. Aroma segar akan menyebar secara alami.
5. Peran senyawa terpen (limonen) ; Limonen adalah senyawa terpen yang terdapat pada kulit jeruk. Senyawa ini memberikan aroma segar khas citrus dan sering digunakan dalam produk pembersih serta pengharum ruangan alami.

Pengayaan dan Remedial



Pengayaan

1. Jelaskan bagaimana prinsip Green Chemistry dapat diterapkan dalam pembuatan pengharum ruangan alami.
2. Bandingkan kelebihan dan kekurangan pengharum ruangan alami dengan pengharum ruangan sintetis dari sisi kesehatan dan lingkungan.
3. Analisis dampak penggunaan bahan kimia berbahaya dalam pengharum ruangan terhadap kualitas udara dalam ruangan.
4. Usulkan rancangan pengharum ruangan berbahan alami yang ramah lingkungan, sertakan bahan dan cara pembuatannya.
5. Jelaskan peran senyawa terpen (misalnya limonen) dalam memberikan aroma pada pengharum ruangan alami

Jawabannya

1. Prinsip Green Chemistry diterapkan dengan memilih bahan alami seperti kulit jeruk, daun pandan, atau kayu manis yang tidak berbahaya bagi kesehatan dan lingkungan. Proses pembuatannya juga menggunakan metode sederhana tanpa menghasilkan limbah beracun.
2. Kelebihan dan kekurangan pengharum alami vs sintetis
 - Alami: lebih aman, ramah lingkungan, mudah dibuat, tetapi aromanya kurang tahan lama.
 - Sintetis: aromanya kuat dan tahan lama, tetapi sering mengandung bahan berbahaya yang dapat mencemari udara dan menimbulkan risiko kesehatan.
3. Dampak penggunaan bahan kimia berbahaya dalam pengharum ruangan. Senyawa berbahaya seperti formaldehida dapat menyebabkan iritasi pernapasan, alergi, bahkan gangguan kesehatan jangka panjang. Selain itu, pencemaran udara dalam ruangan dapat menurunkan kualitas hidup penghuni rumah.
4. Rancangan pengharum ruangan alami; Contoh: pengharum dari kulit jeruk dan kayu manis. Caranya, rebus kulit jeruk bersama batang kayu manis, lalu letakkan hasil rebusan dalam wadah terbuka. Aroma segar akan menyebar secara alami
5. Peran senyawa terpen (limonen); Limonen adalah senyawa terpen yang terdapat pada kulit jeruk. Senyawa ini memberikan aroma segar khas citrus dan sering digunakan dalam produk pembersih serta pengharum ruangan alami.



Pengayaan dan Remedial

Remedial		
No	Soal	Jawaban
1	Bahan kimia yang aman digunakan dalam pengharum ruangan adalah... a. Formalin b. Alkohol 70% c. Kulit jeruk d. Merkuri	C (Kulit jeruk)
2	Prinsip utama dalam merancang bahan kimia yang lebih aman adalah... a. Menggunakan bahan yang murah b. Mengurangi toksisitas bahan c. Mempercepat proses produksi d. Menghasilkan aroma paling kuat	B (Mengurangi toksisitas bahan)
3	Bahan kimia yang lebih aman untuk digunakan sebagai pelarut dalam pewangi ruangan adalah... a. Benzena b. Toluena c. Air d. Formalin	C (Air)
4	Contoh bahan alami yang dapat digunakan sebagai pewangi ruangan adalah... a. Minyak atsiri lavender b. Formaldehida c. Amoniad d. Karbon monoksida	A (Minyak atsiri lavender)
5	Salah satu cara merancang pewangi ruangan yang ramah lingkungan adalah... a. Menggunakan bahan kimia berbahaya dalam jumlah kecil b. Menggunakan bahan alami yang dapat terurai c. Menambahkan zat pengawet sintetis d. Memperkuat aroma dengan bahan beracun	1B (Menggunakan bahan alami yang dapat terurai)



BAHAN BACA

A. Pengertian Kimia Hijau

Kimia Hijau adalah suatu pendekatan ilmiah dalam bidang kimia yang bertujuan untuk merancang produk dan proses kimia sedemikian rupa sehingga dapat meminimalkan atau bahkan menghilangkan penggunaan dan pembentukan zat-zat berbahaya bagi kesehatan manusia dan lingkungan. Pendekatan ini tidak hanya berfokus pada hasil akhir dari suatu reaksi kimia, tetapi juga mempertimbangkan seluruh siklus hidup bahan kimia, mulai dari pemilihan bahan baku, proses sintesis, penggunaan produk, hingga pembuangan limbahnya. Kimia Hijau lahir sebagai respons terhadap berbagai permasalahan lingkungan yang ditimbulkan oleh aktivitas industri kimia konvensional, seperti pencemaran air dan udara, akumulasi limbah beracun, serta penggunaan sumber daya alam yang tidak terbarukan. Oleh karena itu, Kimia Hijau menekankan pentingnya keberlanjutan (sustainability), efisiensi energi, dan keamanan dalam setiap aspek proses kimia. Pendekatan ini tidak hanya relevan bagi industri kimia, tetapi juga sangat penting dalam pendidikan, penelitian, dan kebijakan publik. Dengan menerapkan prinsip-prinsip Kimia Hijau, para ilmuwan dan pelaku industri dapat menciptakan inovasi yang ramah lingkungan, mengurangi biaya produksi, serta meningkatkan keselamatan kerja dan kualitas hidup masyarakat. Kimia Hijau bukanlah sekadar alternatif, melainkan sebuah paradigma baru dalam ilmu kimia yang mengintegrasikan nilai-nilai etika, ekonomi, dan ekologi. Ini adalah bentuk tanggung jawab ilmiah terhadap generasi mendatang, dengan memastikan bahwa kemajuan teknologi tidak mengorbankan kelestarian lingkungan. Kimia hijau memiliki banyak prinsip yang dirancang untuk menciptakan proses dan produk kimia yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan.

B. Pentingnya Kimia Hijau

Di lingkungan sekitar, berbagai peristiwa kimia sering terjadi, baik secara alami maupun sebagai akibat dari aktivitas manusia. Peristiwa tersebut dikenal sebagai reaksi kimia, yaitu proses yang melibatkan interaksi antara suatu zat kimia dengan zat lain atau dengan lingkungannya, sehingga menghasilkan zat baru dengan sifat yang berbeda. Oleh karena itu, kegiatan berikut dilakukan untuk membantu memahami berbagai reaksi kimia yang dapat dijumpai dalam kehidupan sehari-hari. Tidak semua proses kimia menimbulkan dampak negatif. Banyak reaksi kimia yang bersifat bermanfaat, aman, dan mendukung kelestarian lingkungan. Reaksi kimia yang dirancang untuk mengurangi dampak berbahaya terhadap manusia dan lingkungan dikenal sebagai reaksi kimia hijau. Konsep kimia hijau pertama kali diperkenalkan oleh Paul Anastas pada tahun 1998 bersama John Warner, yang dikenal sebagai pelopor pengembangan prinsip-prinsip kimia hijau.

Penerapan kimia hijau sangat penting dalam kehidupan sehari-hari, khususnya untuk menciptakan lingkungan rumah yang sehat dan aman. Pendekatan ini membantu melindungi udara, air, tanah, tumbuhan, dan hewan dari paparan bahan kimia berbahaya, sekaligus berperan dalam upaya mengurangi pemanasan global serta mencegah terjadinya kerusakan lingkungan dan bencana alam.

C. Prinsip kimia hijau

Kimia hijau memiliki pendekatan yang berbeda dibandingkan upaya pengurangan pencemaran atau kegiatan pembersihan lingkungan yang telah tercemar. Kimia hijau lebih menitikberatkan pada tindakan pencegahan sejak awal, yaitu dengan menghindari terbentuknya pencemaran langsung dari sumber utamanya. Untuk mendukung pendekatan tersebut, Paul T. Anastas dan John C. Warner merumuskan dua belas prinsip yang menjadi dasar dalam perancangan proses serta produksi bahan kimia. Prinsip-prinsip ini kemudian diterima secara luas dan dikenal sebagai 12 Prinsip Kimia Hijau.

Dua belas prinsip tersebut berfungsi sebagai pedoman utama dalam setiap aktivitas yang berkaitan dengan penggunaan, proses, dan produksi bahan kimia, dengan tujuan meminimalkan dampak negatif terhadap kesehatan manusia dan lingkungan.

12 Prinsip Kimia Hijau



Sumber : https://www.google.co.id/imgres?imgurl=https://daring.nurhidayahpress.id/wp-content/uploads/2025/10/IPA-10-INFOGRAFIS_BAB-3-Subbab-B.png&tb

12 Prinsip Kimia Hijau

1. Pencegahan Limbah

Prinsip pertama dalam kimia hijau menekankan bahwa pencegahan limbah lebih baik daripada mengolah atau membersihkan limbah setelah terbentuk. Dalam proses kimia, limbah sering kali menjadi sumber pencemaran lingkungan yang dapat merusak tanah, air, dan udara. Contoh di kehidupan sehari-hari, Menggunakan tas belanja kain (reusable) mengurangi limbah plastik sekali pakai.

2. Ekonomi Atom

Prinsip ekonomi atom bertujuan agar sebanyak mungkin atom dari bahan pereaksi dapat masuk ke dalam produk akhir. Dalam reaksi kimia, tidak semua atom pereaksi menjadi bagian dari produk yang diinginkan, sehingga sebagian dapat terbuang sebagai limbah. Contoh Kehidupan sehari-hari, Memilih produk dengan kemasan minimal (less packaging) agar seluruh bahan kemasan memiliki nilai guna dan sedikit yang menjadi sampah.

3. Sintesis Kimia yang Lebih Aman

Proses sintesis dalam kimia sebaiknya menggunakan metode yang aman bagi manusia dan lingkungan. Reaksi kimia yang menghasilkan zat beracun atau berbahaya dapat meningkatkan risiko pencemaran dan gangguan kesehatan. Oleh sebab itu, ilmuwan berupaya mengembangkan metode sintesis yang meminimalkan penggunaan bahan berbahaya. Contoh kehidupan sehari-hari, Membuat pembersih lantai sendiri menggunakan campuran cuka dan baking soda

4. Merancang Produk Kimia yang Aman

Produk kimia harus dirancang agar tetap memiliki fungsi yang efektif tetapi tidak menimbulkan dampak berbahaya. Banyak produk kimia yang digunakan sehari-hari dapat memberikan efek negatif jika tidak dirancang dengan baik. Oleh karena itu, penting untuk mempertimbangkan tingkat toksisitas produk sejak tahap perancangan. Contoh Kehidupan sehari-hari, Menggunakan deterjen pencuci pakaian yang berlabel biodegradable (mudah terurai) agar tidak mencemari air.

5. Penggunaan Pelarut dan Bahan Tambahan yang Aman

Dalam banyak proses kimia, pelarut digunakan untuk membantu reaksi berlangsung. Namun, beberapa pelarut dapat bersifat mudah terbakar, beracun, atau mencemari lingkungan. Contoh Kehidupan sehari-hari Safer Solvents and Auxiliaries, Menggunakan air atau etanol sebagai pelarut/pembersih daripada pelarut organik beracun.

6. Efisiensi Energi

Reaksi kimia sering memerlukan energi dalam bentuk panas atau tekanan tinggi. Prinsip efisiensi energi menekankan bahwa proses kimia sebaiknya dilakukan pada kondisi yang membutuhkan energi seminimal mungkin. Contoh Kehidupan sehari-hari, Design for Energy Efficiency, Memasak dengan panci presto untuk mempercepat waktu memasak, yang mengurangi penggunaan bahan bakar gas

7. Penggunaan Bahan Baku Terbarukan

Bahan baku yang berasal dari sumber daya terbarukan lebih disarankan dibanding bahan dari sumber yang terbatas. Contohnya adalah penggunaan bahan dari tumbuhan, biomassa, atau limbah organik. Menggunakan produk plastik yang berbahan dasar pati jagung atau singkong yang mudah terurai daripada plastik berbasis minyak bumi.

8. Mengurangi Derivatisasi

Derivatisasi adalah proses penambahan tahapan tertentu dalam reaksi kimia, seperti penggunaan pelindung gugus fungsi. Tahapan tambahan ini sering kali memerlukan bahan kimia ekstra dan menghasilkan limbah tambahan. Contoh Kehidupan sehari-hari, Memilih sabun mandi cair yang sekaligus berfungsi sebagai sampo (2-in-1) untuk mengurangi jumlah bahan kimia sintetis yang diproduksi.

9. Penggunaan Katalis

Katalis merupakan zat yang dapat mempercepat reaksi kimia tanpa ikut habis bereaksi. Penggunaan katalis lebih disarankan dibanding pereaksi dalam jumlah besar karena lebih efisien. Contoh Kehidupan sehari-hari, Menggunakan enzim dalam deterjen untuk memecah noda makanan pada pakaian, yang bekerja lebih cepat daripada deterjen biasa.

10. Desain Produk yang Mudah Terurai

Produk kimia sebaiknya dirancang agar dapat terurai secara alami setelah digunakan. Produk yang sulit terurai dapat menumpuk di lingkungan dan menyebabkan pencemaran jangka panjang. Contoh Kehidupan sehari-hari, Menggunakan kantong sampah organik (compostable) yang dapat terurai bersama sampah makanan.

11. Analisis Real-Time untuk Pencegahan Polusi

Pemantauan proses kimia secara langsung sangat penting untuk menghindari terbentuknya zat berbahaya. Dengan analisis real-time, kesalahan atau penyimpangan proses dapat segera diketahui. Contoh Kehidupan sehari-hari, Menggunakan air purifier (pemurni udara) yang memiliki sensor otomatis untuk mendeteksi polutan dan bekerja sebelum polusi meningkat.

12. Kimia yang Aman untuk Mencegah Kecelakaan

Prinsip terakhir menekankan pentingnya memilih bahan dan kondisi reaksi yang aman. Banyak kecelakaan di laboratorium atau industri disebabkan oleh bahan mudah meledak, mudah terbakar, atau sangat beracun. Contoh Kehidupan sehari-hari, Mengganti cairan pemutih berbasis klorin cair yang mudah tumpah dengan tablet kaporit yang lebih stabil dan aman dalam penyimpanan.

Salah satu prinsip penting dalam Kimia Hijau adalah merancang bahan kimia yang lebih aman. Prinsip ini menekankan perlunya menciptakan senyawa yang tetap efektif dalam fungsinya, namun memiliki tingkat toksisitas yang rendah atau bahkan tidak berbahaya bagi manusia dan lingkungan. Dengan merancang bahan kimia yang lebih aman, para ilmuwan berupaya mengurangi risiko paparan zat beracun, mencegah dampak negatif jangka panjang, serta mendukung terciptanya industri kimia yang lebih bertanggung jawab dan berkelanjutan. Pendekatan ini tidak hanya mengutamakan efisiensi, tetapi juga keselamatan dan etika dalam pengembangan teknologi kimia modern.

Merancang bahan kimia yang lebih aman adalah suatu pendekatan ilmiah dan teknis dalam bidang kimia yang bertujuan untuk menciptakan, memodifikasi, atau memilih bahan kimia yang memiliki efektivitas tinggi dalam penggunaannya, namun dengan risiko minimal terhadap kesehatan manusia dan lingkungan. Proses ini tidak hanya mempertimbangkan fungsi kimia dari suatu senyawa, tetapi juga dampak jangka pendek dan jangka panjang yang mungkin ditimbulkan oleh bahan tersebut selama siklus hidupnya—mulai dari tahap produksi, penggunaan, hingga pembuangan.

Dalam praktiknya, merancang bahan kimia yang lebih aman melibatkan pemilihan bahan baku yang tidak beracun, penggunaan metode sintesis yang bersih dan efisien, serta desain molekul yang tidak bersifat karsinogenik, mutagenik, atau menyebabkan iritasi. Bahan kimia yang dirancang dengan pendekatan ini juga diharapkan memiliki sifat mudah terurai secara hayati (biodegradable), tidak menumpuk dalam tubuh makhluk hidup (non-bioakumulatif), dan tidak mencemari lingkungan. Konsep ini merupakan bagian integral dari prinsip kimia hijau (green chemistry), yang dikembangkan oleh Paul Anastas dan John Warner. Kimia hijau menekankan bahwa keamanan dan keberlanjutan harus menjadi pertimbangan utama sejak tahap awal desain produk kimia, bukan hanya pada tahap akhir seperti pengolahan limbah atau remediasi pencemaran. Dengan merancang bahan kimia yang lebih aman, para ilmuwan dan industri kimia dapat berkontribusi pada pembangunan berkelanjutan, mengurangi dampak negatif terhadap ekosistem, serta menciptakan produk yang lebih bertanggung jawab secara sosial dan lingkungan. Pendekatan ini juga sejalan dengan regulasi global seperti REACH (Uni Eropa), EPA (Amerika Serikat), dan standar lingkungan nasional yang mendorong penggunaan bahan kimia yang aman dan ramah lingkungan.

Pentingnya Merancang Bahan Kimia Aman

- Perlindungan lingkungan: mengurangi limbah beracun dan pencemaran air, tanah, serta udara.
- Kesehatan manusia: mencegah paparan zat berbahaya yang bisa menyebabkan penyakit akut maupun kronis.
- Keselamatan pekerja dan konsumen: bahan kimia aman meminimalkan risiko kecelakaan kerja dan bahaya penggunaan produk.
- Kepatuhan regulasi: memenuhi standar hukum internasional dan nasional terkait keamanan bahan kimia.
- Tuntutan pasar: konsumen kini lebih memilih produk yang ramah lingkungan dan aman digunakan.

Prinsip-Prinsip Utama

1. Identifikasi bahaya sejak awal
 - Menilai sifat toksik, mudah terbakar, atau korosif dari bahan sebelum diproduksi.
2. Substitusi aman
 - Mengganti bahan berbahaya dengan alternatif yang lebih ramah lingkungan.
 - Contoh: mengganti pelarut organik beracun dengan air atau pelarut berbasis nabati.
3. Desain molekul yang tidak berbahaya
 - Merancang struktur kimia agar tidak menimbulkan efek samping berbahaya.
 - Misalnya, membuat plastik biodegradable yang tidak menghasilkan mikroplastik beracun.
4. Penghapusan aman
 - Memastikan produk kimia dapat terurai secara alami tanpa meninggalkan residu berbahaya.



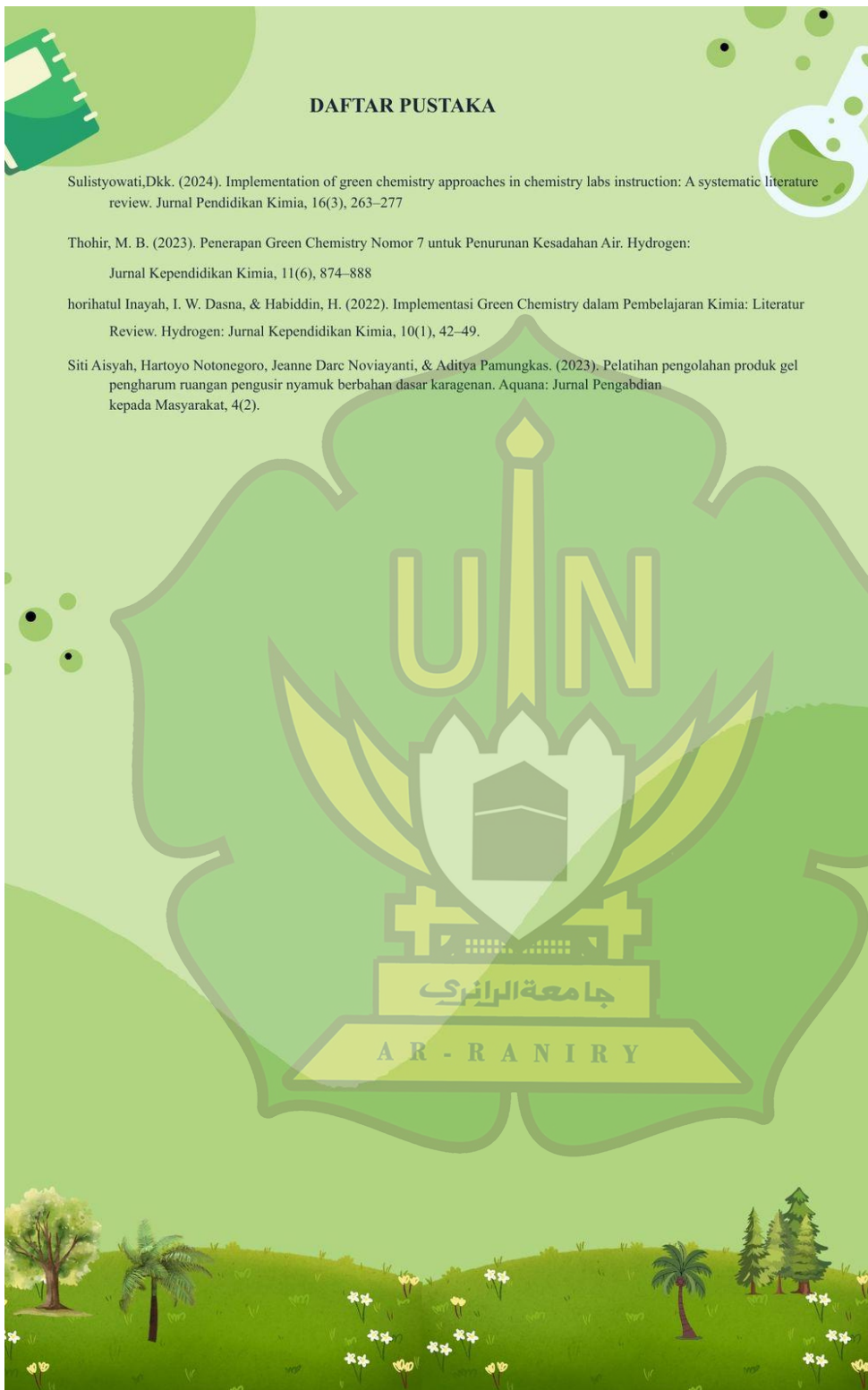
GLOSARIUM

Biodegradable	:Bahan yang bisa terurai secara alami tanpa mencemari lingkungan.
Desain Molekul	:Merancang struktur kimia agar berfungsi tanpa menimbulkan efek berbahaya.
Kimia Hijau	:Cabang kimia yang berfokus pada produk dan proses ramah lingkungan.
Produk Ramah Lingkungan	:Barang hasil kimia yang aman, tidak beracun, dan mudah didaur ulang.
Regulasi Kimia	:Aturan hukum untuk memastikan penggunaan bahan kimia aman.
Substitusi Aman	:Mengganti bahan berbahaya dengan alternatif yang lebih aman.
Toksistas	:Tingkat bahaya suatu bahan terhadap kesehatan makhluk hidup.



DAFTAR PUSTAKA

- Sulistiyowati, Dkk. (2024). Implementation of green chemistry approaches in chemistry labs instruction: A systematic literature review. *Jurnal Pendidikan Kimia*, 16(3), 263–277
- Thohir, M. B. (2023). Penerapan Green Chemistry Nomor 7 untuk Penurunan Kesadahan Air. *Hydrogen: Jurnal Kependidikan Kimia*, 11(6), 874–888
- horihatul Inayah, I. W. Dasna, & Habiddin, H. (2022). Implementasi Green Chemistry dalam Pembelajaran Kimia: Literatur Review. *Hydrogen: Jurnal Kependidikan Kimia*, 10(1), 42–49.
- Siti Aisyah, Hartoyo Notonegoro, Jeanne Dare Noviyanti, & Aditya Pamungkas. (2023). Pelatihan pengolahan produk gel pengharum ruangan pengusir nyamuk berbahan dasar karagenan. *Aquana: Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat*, 4(2).



Lampiran V Lembar Validasi modul ajar, 3 validator**LEMBAR VALIDASI MODUL AJAR BERBASIS PROJEK BASED
LEARNING PADA MATERI KIMIA HIJAU DISMA NEGERI
8 BANDA ACEH**

Nama Validator :

Instansi :

A. Petunjuk Pengisian Lembaran Validasi

1. Berikan penilaian tanda check list (✓) pada kolom validasi yang sesuai dengan penilaian Bapak
2. Penilaian, pendapat, kritik, dan saran yang membangun dari bapak/ibuk sebagai ahli akan sangat membantu dan bermanfaat untuk meningkatkan kualitas modul ajar ini.
3. Sehubungan dengan hal tersebut, dimohon Bapak/Ibu memberikan pendapat pada setiap pertanyaan lembar validasi ini dengan memberikan tanda centang ((✓) pada kolom yang telah disediakan.

Keterangan Penilaian :

5 = Sangat Setuju

4 = Setuju

3 = Kurang Setuju

2 = Tidak Setuju

1 = Sangat Tidak Setuju

No	Indikator Penilaian						Catatan
		1	2	3	4	5	
	Komponen Modul Ajar						
1.	Kelengkapan modul ajar kurikulum Merdeka memuat komponen modul ajar kemendikbudristek 2022 tentang panduan pembelajaran dan asesmen, yaitu informasi umum, komponen inti, dan lampiran.						
2.	Memuat capaian pembelajaran yang jelas.						
3.	Memuat Tujuan Pembelajaran yang jelas.						
4.	Memiliki alur tujuan pembelajaran yang jelas						
5.	Memiliki Dimensi Profil Pelajaran Pancasila						
6.	Memuat modul pembelajaran yang sesuai						

	dengan alur tujuan pembelajaran						
7.	Memiliki sarana dan prasarana yang sesuai dengan alur tujuan pembelajaran						
8.	Memuat alokasi jam pembelajaran (JP) per pertemuan						
9.	Memiliki referensi materi / media pembelajaran						
10.	Memiliki lembar kerja / latihan / asesmen, dan atau instrumen						
11.	Kesesuaian alur tujuan pembelajaran dengan tujuan pembelajaran						
12.	Ketepatan cakupan materi dengan modul ajar						
13.	Memuat materi pembelajaran yang dikemas dalam unit- unit kegiatan yang kecil / spesifik,						

	sehingga memudahkan untuk dipelajari secara tuntas						
14.	Tersedia contoh dan ilustrasi yang mendukung kejelasan pemaparan materi pembelajaran						
15.	Kemudahan memahami materi						
16.	Penyajian materi yang sistematis						
17.	Pemberian evaluasi berupa soal soal latihan, tugas, dan sejenisnya						
18.	Terdapat informasi tentang rujukan/pengayaan/referensi yang mendukung materi pembelajaran dalam modul ajar						
19.	Menggunakan Bahasa yang sederhana dan komunikatif						

1. Komentar dan Saran

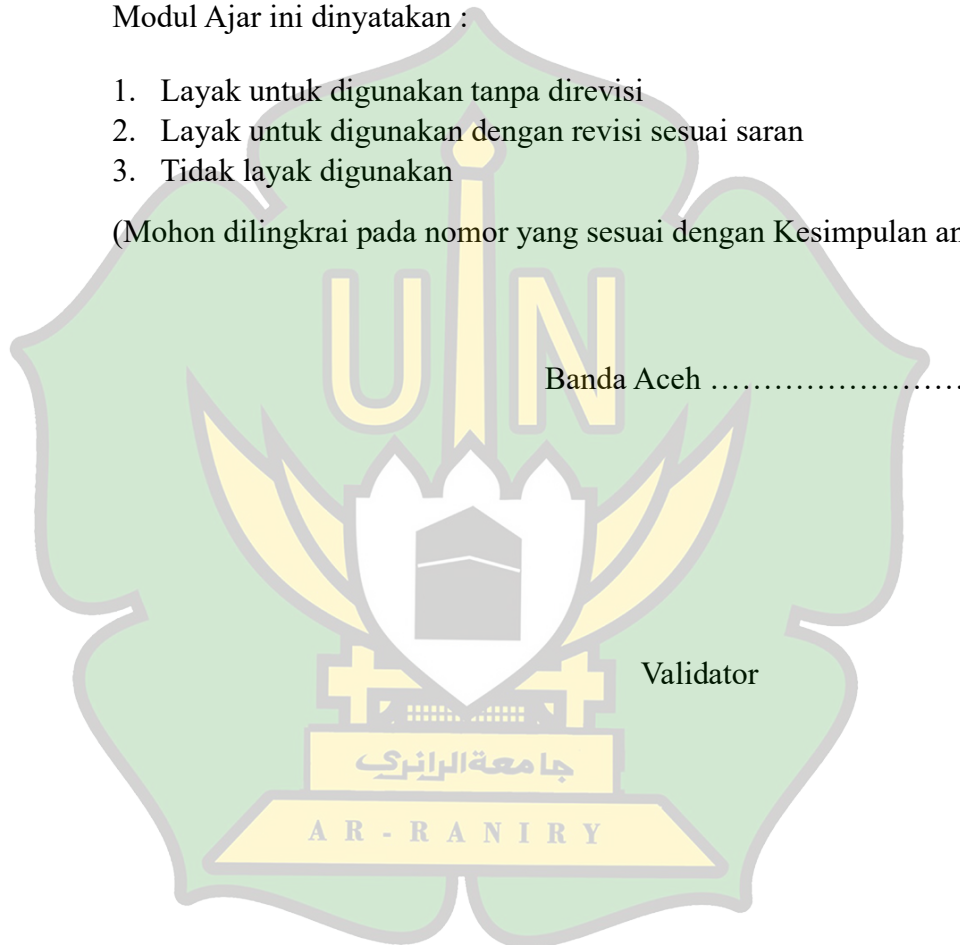
.....
.....
.....
.....

2. Kesimpulan

Modul Ajar ini dinyatakan :

- 1. Layak untuk digunakan tanpa direvisi
- 2. Layak untuk digunakan dengan revisi sesuai saran
- 3. Tidak layak digunakan

(Mohon dilingkrai pada nomor yang sesuai dengan Kesimpulan anda)



Banda Aceh

Validator

(.....)

NIP.

Lampiran VI Lembar Wawancara Guru

A. Identitas Narasumber

Nama sekolah : SMA Negeri 8 Banda Aceh
Nama Guru : Mawardi Slaamat Harianto, S.Pd.,M.Pd
Mata Pelajaran : Kimia
Kelas yang Diampu : x ipas 4
Hari /tanggal wawancara : 21 Januari 2025

B. Pedoman Wawancara

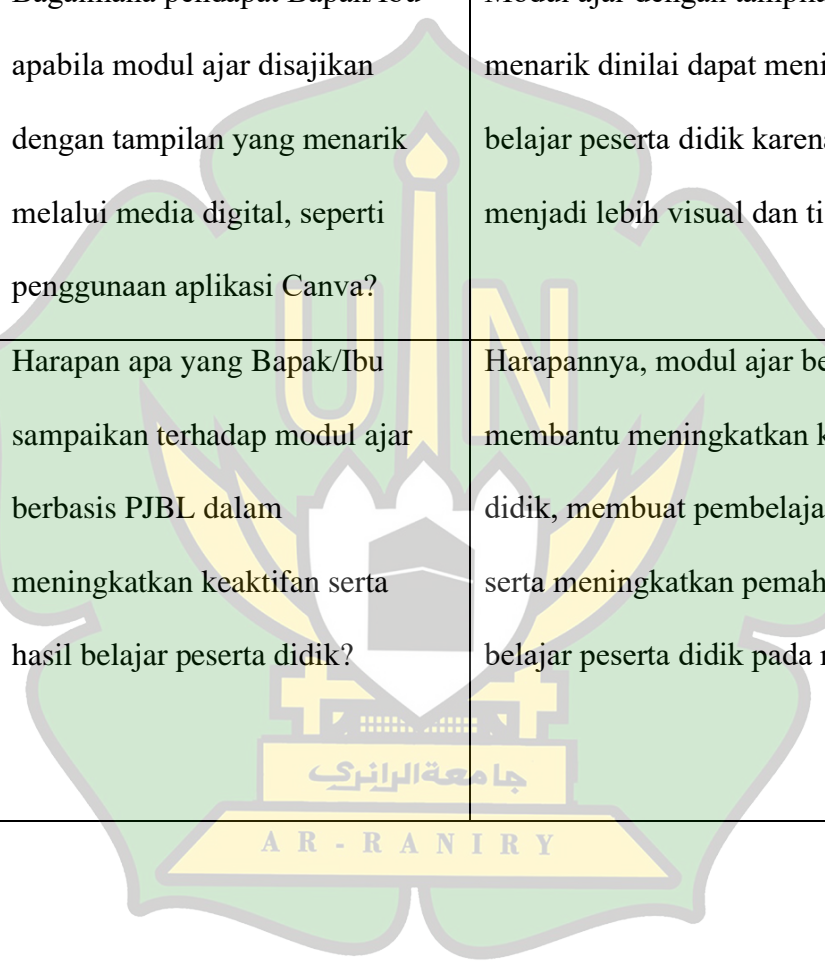
No	Pertanyaan	Jawaban
a. Kondisi Pembelajaran Kimia		
1	Bagaimana pelaksanaan pembelajaran kimia yang selama ini Bapak/Ibu lakukan di kelas X IPAS 4?	Pembelajaran kimia di kelas X IPAS 4 dilaksanakan dengan menyesuaikan materi yang diajarkan serta kondisi peserta didik di kelas. Kegiatan pembelajaran dilakukan melalui penjelasan materi, diskusi, tanya jawab, dan pemberian latihan soal. Guru berusaha mengaitkan materi dengan kehidupan sehari-hari agar peserta didik lebih mudah memahami konsep yang dipelajari.
2	Metode pembelajaran apa yang paling dominan digunakan	Metode yang paling sering digunakan adalah ceramah, diskusi, dan model pembelajaran Problem Based Learning (PBL). Model ini

	Bapak/Ibu dalam menyampaikan materi kimia hijau?	digunakan untuk melatih peserta didik berpikir kritis melalui pemecahan masalah yang berkaitan dengan materi kimia hijau..
3	Media serta sumber belajar apa saja yang dimanfaatkan dalam pembelajaran materi kimia hijau?	Media yang digunakan berupa buku paket, PowerPoint, guru juga memanfaatkan contoh-contoh permasalahan lingkungan yang berkaitan dengan kimia hijau.
4	Bagaimana tingkat partisipasi dan motivasi peserta didik selama proses pembelajaran berlangsung?	Partisipasi dan motivasi peserta didik masih tergolong rendah. Sebagian peserta didik kurang aktif dalam bertanya maupun berdiskusi. Kurangnya minat belajar menyebabkan beberapa peserta didik kurang fokus selama pembelajaran berlangsung
b. Pembelajaran Kimia Hijau		
5	Menurut pandangan Bapak/Ibu, sejauh mana pemahaman peserta didik terhadap materi kimia hijau?	Pemahaman peserta didik terhadap materi kimia hijau masih berada pada tingkat cukup. Sebagian peserta didik mampu memahami konsep dasar, namun masih banyak yang kesulitan memahami penerapan konsep dalam kehidupan nyata.
6	Apakah peserta didik mengalami kendala dalam memahami konsep kimia hijau? Jika ya, pada bagian	Ya, peserta didik mengalami kendala terutama dalam memahami prinsip-prinsip kimia hijau dan kaitannya dengan penerapan dalam

	materi apa saja kendala tersebut muncul?	kehidupan sehari-hari. Selain itu, kurangnya minat belajar membuat peserta didik sulit memahami materi secara mendalam.
7	Bagaimana capaian hasil belajar peserta didik pada materi kimia hijau jika dibandingkan dengan Kriteria Ketercapaian Tujuan Pembelajaran (KKTP)?	Capaian hasil belajar peserta didik masih bervariasi. Sebagian peserta didik telah mencapai KKTP, namun masih terdapat peserta didik yang belum mencapai target karena kurangnya pemahaman materi.
c. Penerapan Model Pembelajaran		
8	Apakah Bapak/Ibu pernah menerapkan model pembelajaran tertentu, seperti Problem Based Learning (PBL) atau Project Based Learning (PJBL), dalam pembelajaran kimia?	Guru pernah menerapkan model Problem Based Learning (PBL) dalam pembelajaran kimia, tetapi belum pernah menerapkan Project Based Learning (PJBL).
9	Bagaimana respon dan keterlibatan peserta didik terhadap penerapan model pembelajaran tersebut?	Respon peserta didik terhadap model PBL cukup beragam. Sebagian peserta didik terlihat lebih aktif saat diberikan masalah untuk didiskusikan, tetapi masih banyak peserta didik yang kurang terlibat secara maksimal.
10	Kendala apa saja yang Bapak/Ibu alami dalam	Kendala yang dihadapi antara lain rendahnya motivasi belajar peserta didik, keterbatasan

	mengimplementasikan model pembelajaran berbasis PBL atau PJBL?	waktu pembelajaran, serta kurangnya kesiapan peserta didik dalam mengikuti pembelajaran berbasis masalah.
d. Modul Ajar dan Kurikulum merdeka		
11	Apakah Bapak/Ibu menggunakan modul ajar sebagai perangkat pembelajaran kimia sesuai dengan Kurikulum Merdeka?	Ya, guru menggunakan modul ajar sebagai salah satu perangkat pembelajaran sesuai Kurikulum Merdeka.
12	Menurut Bapak/Ibu, apakah modul ajar yang digunakan saat ini sudah mampu mendorong keaktifan peserta didik dalam pembelajaran?	Modul ajar yang digunakan saat ini belum sepenuhnya mampu meningkatkan keaktifan peserta didik. Materi yang tersedia masih cenderung bersifat umum dan kurang melibatkan aktivitas peserta didik secara langsung.
13	Apa saja keterbatasan atau kelemahan modul ajar yang selama ini digunakan dalam pembelajaran materi kimia hijau?	Keterbatasan buku paket yang digunakan yaitu tampilan yang kurang menarik, aktivitas pembelajaran yang masih terbatas, serta belum adanya kegiatan proyek yang dapat meningkatkan keterlibatan peserta didik.
e. Kebutuhan Pengembangan Modul Ajar		
14	Menurut Bapak/Ibu, apakah pengembangan modul ajar berbasis Project Based Learning	Ya, pengembangan modul ajar berbasis PJBL perlu dilakukan karena dapat membantu peserta didik belajar lebih aktif melalui

	(PJBL) pada materi kimia hijau perlu dilakukan? Jelaskan alasan Bapak/Ibu.	kegiatan proyek. Modul ini juga dapat meningkatkan motivasi belajar dan membantu peserta didik memahami materi secara lebih nyata.
15	Bagaimana pendapat Bapak/Ibu apabila modul ajar disajikan dengan tampilan yang menarik melalui media digital, seperti penggunaan aplikasi Canva?	Modul ajar dengan tampilan digital yang menarik dinilai dapat meningkatkan minat belajar peserta didik karena penyajian materi menjadi lebih visual dan tidak membosankan.
16	Harapan apa yang Bapak/Ibu sampaikan terhadap modul ajar berbasis PJBL dalam meningkatkan keaktifan serta hasil belajar peserta didik?	Harapannya, modul ajar berbasis PJBL dapat membantu meningkatkan keaktifan peserta didik, membuat pembelajaran lebih menarik, serta meningkatkan pemahaman dan hasil belajar peserta didik pada materi kimia hijau.



Lampiran VII Lembar Angket Respon Siswa

ANGKET RESPON SISWA

TERHADAP MODUL MATERI KIMIA HIJAU

A. PETUNJUK

1. Berikut ada beberapa pertanyaan yang berkaitan dengan bahan ajar/modul yang siswa gunakan selama kegiatan pembelajaran
2. Dimohon siswa mencentang (√) pada kolom yang tersedia berdasarkan hasil pengamatan selama kegiatan pembelajaran
3. Makna skor penilaian adalah: 5 = SB (Sangat Baik), 4 = B (Baik), 3 = C (Cukup), 2 = KB (Kurang Baik), 1 = STB (Sangat Tidak Baik)

B. PENILAIAN

No.	Pertanyaan	Skor				
		5	4	3	2	1
		SB	B	C	KB	STB
1.	Materi yang disajikan dalam modul sesuai dengan tujuan pembelajaran yang harus dicapai					
2.	Penjelasan materi dalam modul disampaikan secara jelas sehingga konsepnya mudah dimengerti					
3.	Bahasa yang digunakan dalam modul mudah dipahami sesuai tingkat kemampuan					
4.	Kalimat dalam modul disusun dengan jelas sehingga isi materi dapat dipahami dengan baik					

5.	Penyajian materi dalam modul sangat menarik sehingga dapat meningkatkan minat belajar mandiri					
6.	Kegiatan belajar, pertanyaan pemantik, dan latihan yang terdapat dalam modul mendorong siswa berpikir lebih aktif selama proses pembelajaran					
7.	Tampilan desain modul dari penggunaan warna dan gambar sangat menarik sehingga tidak membosankan					
8.	Penggunaan ukuran huruf, jenis font, serta tata letak dalam modul memudahkan siswa untuk membaca dan memahami isi materi					
9.	Penggunaan modul pembelajaran meningkatkan minat dan motivasi belajar					
10.	Modul pembelajaran ini bermanfaat sebagai sumber belajar mandiri baik di sekolah maupun di rumah					

Lampiran VIII Lembar Angket Respon Guru

ANGKET RESPON GURU TERHADAP MODUL MATERI KIMIA HIJAU

A. PETUNJUK

1. Berikut ada beberapa pertanyaan yang berkaitan dengan bahan ajar/modul yang guru gunakan selama kegiatan pembelajaran
2. Dimohon guru mencentang (✓) pada kolom yang tersedia berdasarkan hasil pengamatan selama kegiatan pembelajaran
3. Makna skor penilaian adalah: 5 = SB (Sangat Baik), 4 = B (Baik), 3 = C (Cukup), 2 = KB (Kurang Baik), 1 = STB (Sangat Tidak Baik)

B. PENILAIAN

No.	Pertanyaan	Skor				
		5	4	3	2	1
		SB	B	C	KB	STB
1.	Materi kimia hijau sesuai dengan kurikulum yang berlaku					
2.	Tujuan pembelajaran dalam modul dirumuskan secara jelas dan sesuai dengan kompetensi awal					
3.	Materi kimia hijau yang diterapkan berkaitan dengan kehidupan sehari-hari					
4.	Bahasa yang digunakan dalam modul mudah dipahami oleh guru dan siswa					

5.	Modul mendorong siswa untuk memahami keterkaitan antara konsep kimia dengan isu-isu lingkungan					
6.	Sistematika penyajian modul terstruktur dan berurutan					
7.	Penggunaan ukuran huruf, jenis font, serta tata letak dalam modul memudahkan siswa untuk membaca dan memahami isi materi					
8.	Tampilan desain modul dari penggunaan warna dan gambar sangat menarik sehingga tidak membuat siswa bosan					
9.	Aktivitas dalam modul mendukung pembelajaran mandiri dan kelompok					
10.	Modul membantu guru mengelola pembelajaran secara efektif					

Banda Aceh, Februari 2026

Guru,

(.....)

NIP.

Lampiran IX Wawancara Siswa

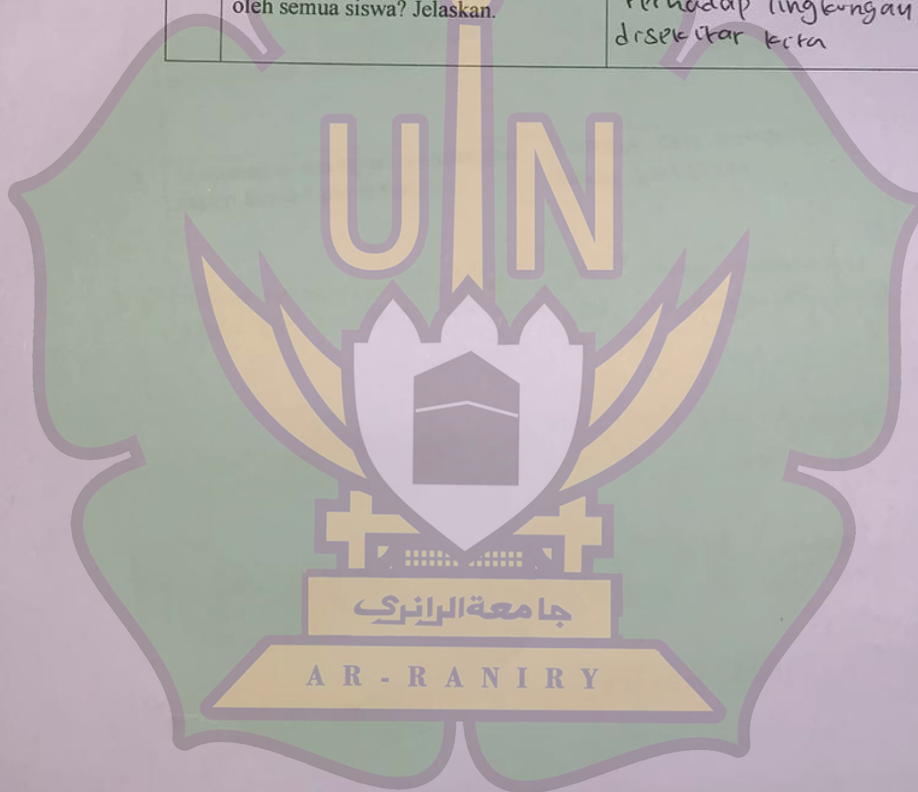
LEMBAR WAWANCARI SISWA

Hari/tanggal : 12-02-2026
Sekolah : SMA Negeri 8 Banda Aceh
Kelas : X IPAS 4
Nama : Zatul Mauliz

No	Pernyataan	Jawaban
1	Apa yang kamu ketahui tentang pembelajaran kimia hijau?	Kimia hijau adalah mempelajari bahan yang berbahaya.
2	Menurutmu, apa tujuan mempelajari materi kimia hijau di sekolah?	agar mengetahui bahan berbahaya
3	Apakah pembelajaran kimia hijau mudah dipahami? Jelaskan alasannya.	terkadang ada yang mudah ada juga yang tidak mudah
4	Bagaimana pendapatmu tentang cara guru menjelaskan materi kimia hijau?	Lumayan baik saat saya mempelajarinya
5	Apakah pembelajaran kimia hijau membuatmu lebih peduli terhadap lingkungan?	Prinsip 12 kimia hijau
6	Materi apa yang paling menarik dalam pembelajaran kimia hijau?	Prinsip 12 kimia hijau soal nya mengenai bahasan lingkungan
7	Apakah kamu mengalami kesulitan saat mempelajari kimia hijau? Jika iya, kesulitan apa yang dialami?	Iya saya kesulitan memahami materinya

8	Bagaimana metode pembelajaran yang digunakan guru saat mengajarkan kimia hijau?	redengan cara bertanya menjawab soal, yang di tanyu sama guru
9	Apakah penggunaan media pembelajaran membantu memahami materi kimia hijau?	Lumayan membantu siswa dalam belajar
10	Menurutmu, apakah pembelajaran kimia hijau relevan dengan kehidupan sehari-hari?	ya sangat mendekati dengan kehidupan sehari-hari
11	Apakah kamu pernah melakukan praktik atau proyek terkait kimia hijau?	tidak pernah
12	Bagaimana pengalamanmu saat mengikuti kegiatan praktik kimia hijau?	tidak ada praktek
13	Apakah pembelajaran kimia hijau meningkatkan minat belajarmu terhadap pelajaran kimia?	kurang minat sih
14	Apa manfaat yang kamu rasakan setelah mempelajari kimia hijau?	bisa dilihat dari contoh lingkungan
15	Apa saranmu agar pembelajaran kimia hijau menjadi lebih menarik dan mudah dipahami?	Semoga ada pembelajaran membuat praktek
16	Apakah pembelajaran kimia hijau membuatmu lebih sadar akan penggunaan bahan kimia yang aman?	Yang saya pelajari dari teori membuat saya sedikit sadar
17	Bagaimana pendapatmu tentang hubungan kimia hijau dengan pelestarian lingkungan?	mengurangi pencemaran lingkungan.

18	Apakah kamu tertarik mempelajari materi kimia hijau lebih lanjut? Mengapa?	tumayan tertarik
19	Bagaimana suasana kelas saat pembelajaran kimia hijau berlangsung?	seperti biasa saja kuat bersemangat
20	Menurutmu, apakah pembelajaran kimia hijau penting untuk dipelajari oleh semua siswa? Jelaskan.	iya, karena penting terhadap lingkungan di sekitar kita



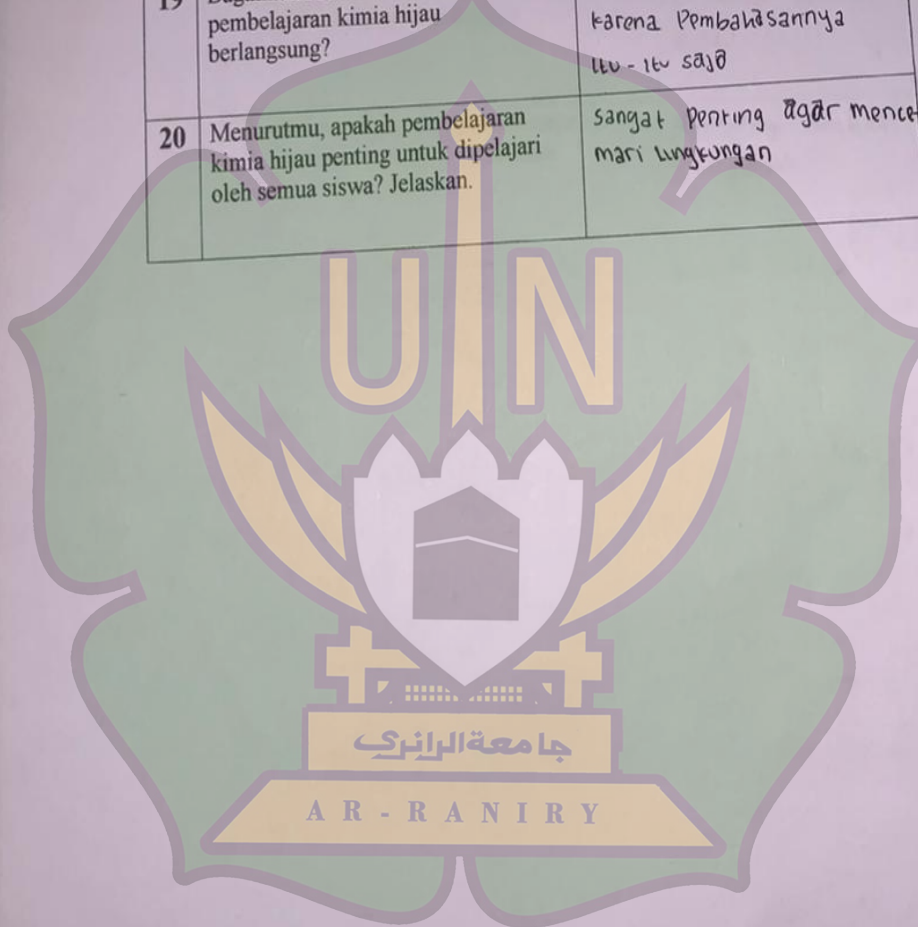
LEMBAR WAWANCARI SISWA

Hari/tanggal : Kamis 12-02-2026
 Sekolah : SMA Negeri 8 Banda Aceh
 Kelas : X IPA 1
 Nama : Arifa

No	Pernyataan	Jawaban
1	Apa yang kamu ketahui tentang pembelajaran kimia hijau	Kimia hijau mempelajari lingkungan sekitar
2	Menurutmu, apa tujuan mempelajari materi kimia hijau di sekolah	menurut saya mempelajari bahan berbahaya
3	Apakah pembelajaran kimia hijau mudah dipahami? Jelaskan alasannya.	Saya lumayan memahaminya karena bisa dilihat dari lingkungan kita
4	Bagaimana pendapatmu tentang cara guru menjelaskan materi kimia hijau?	baik saja dalam mempelajari kimia hijau dalam kelas
5	Apakah pembelajaran kimia hijau membuatmu lebih peduli terhadap lingkungan?	Iya membuat menyadarkan lingkungan agar lebih baik
6	Materi apa yang paling menarik dalam pembelajaran kimia hijau?	Penerapan kimia hijau
7	Apakah kamu mengalami kesulitan saat mempelajari kimia hijau? Jika iya, kesulitan apa yang dialami?	Sedikit kesulitan dalam mempelajari materinya

8	Bagaimana metode pembelajaran yang digunakan guru saat mengajarkan kimia hijau?	Kerja kelompok dan saling bertanya
9	Apakah penggunaan media pembelajaran membantu memahami materi kimia hijau?	Mungkin membantu jika menggunakan media lain
10	Menurutmu, apakah pembelajaran kimia hijau relevan dengan kehidupan sehari-hari?	Iya sedikit mendekati kehidupan sehari-hari kita
11	Apakah kamu pernah melakukan praktik atau proyek terkait kimia hijau?	Tidak pernah membuat proyek
12	Bagaimana pengalamanmu saat mengikuti kegiatan praktik kimia hijau?	Semoga saja ada proyek kedepannya
13	Apakah pembelajaran kimia hijau meningkatkan minat belajarmu terhadap pelajaran kimia?	Mungkin ada proyek lebih mengerti
14	Apa manfaat yang kamu rasakan setelah mempelajari kimia hijau?	Saya cukup sadar akan lingkungan
15	Apa saranmu agar pembelajaran kimia hijau menjadi lebih menarik dan mudah dipahami?	ada praktik di dalam kelas
16	Apakah pembelajaran kimia hijau membuatmu lebih sadar akan penggunaan bahan kimia yang aman?	Yang saya pelajari ada bahan berbahaya dan ada yang tidak
17	Bagaimana pendapatmu tentang hubungan kimia hijau dengan pelestarian lingkungan?	menyenaai lingkungan

18	Apakah kamu tertarik mempelajari materi kimia hijau lebih lanjut? Mengapa?	saya tertarik
19	Bagaimana suasana kelas saat pembelajaran kimia hijau berlangsung?	saya kurang bersemangat karena pembahasannya itu-itu saja
20	Menurutmu, apakah pembelajaran kimia hijau penting untuk dipelajari oleh semua siswa? Jelaskan.	sangat penting agar mence- mari lingkungan



Lampiran X Lembar Respon Guru

ANGKET RESPON GURU
TERHADAP MODUL MATERI KIMIA HIJAU

A. PETUNJUK

- Berikut ada beberapa pertanyaan yang berkaitan dengan bahan ajar/modul yang guru gunakan selama kegiatan pembelajaran
- Dimohon guru mencentang (✓) pada kolom yang tersedia berdasarkan hasil pengamatan selama kegiatan pembelajaran
- Makna skor penilaian adalah: 1 = SB (Sangat Baik), 2 = B (Baik), 3 = C (Cukup), 4 = KB (Kurang Baik), 5 = STB (Sangat Tidak Baik)

B. PENILAIAN

No.	Pertanyaan	Skor				
		1 SB	2 B	3 C	4 KB	5 STB
1.	Materi kimia hijau sesuai dengan kurikulum yang berlaku	✓				
2.	Tujuan pembelajaran dalam modul dirumuskan secara jelas dan sesuai dengan kompetensi awal	✓				
3.	Materi kimia hijau yang diterapkan berkaitan dengan kehidupan sehari-hari	✓				
4.	Bahasa yang digunakan dalam modul mudah dipahami oleh guru dan siswa		✓			
5.	Modul mendorong siswa untuk memahami keterkaitan antara konsep kimia dengan isu-isu lingkungan		✓			
6.	Sistematika penyajian modul terstruktur dan berurutan	✓				
7.	Penggunaan ukuran huruf, jenis font, serta tata letak dalam modul memudahkan siswa untuk membaca dan memahami isi materi	✓				
8.	Tampilan desain modul dari penggunaan warna dan gambar sangat menarik sehingga tidak membuat siswa bosan	✓				
9.	Aktivitas dalam modul mendukung pembelajaran mandiri dan kelompok	✓				
10.	Modul membantu guru mengelola pembelajaran secara efektif	✓				

Banda Aceh, Februari 2026.

Guru,
M. A. Maswari
AR-RANIRI
(MASWARI, SPd)
NIP. 1968042003122006

**ANGKET RESPON GURU
TERHADAP MODUL MATERI KIMIA HIJAU**

A. PETUNJUK

1. Berikut ada beberapa pertanyaan yang berkaitan dengan bahan ajar/modul yang guru gunakan selama kegiatan pembelajaran
2. Dimohon guru mencentang (✓) pada kolom yang tersedia berdasarkan hasil pengamatan selama kegiatan pembelajaran
3. Makna skor penilaian adalah: 1 = SB (Sangat Baik), 2 = B (Baik), 3 = C (Cukup), 4 = KB (Kurang Baik), 5 = STB (Sangat Tidak Baik)

B. PENILAIAN

No.	Pertanyaan	Skor				
		1	2	3	4	5
		SB	B	C	KB	STB
1.	Materi kimia hijau sesuai dengan kurikulum yang berlaku	✓				
2.	Tujuan pembelajaran dalam modul dirumuskan secara jelas dan sesuai dengan kompetensi awal	✓				
3.	Materi kimia hijau yang diterapkan berkaitan dengan kehidupan sehari-hari	✓				
4.	Bahasa yang digunakan dalam modul mudah dipahami oleh guru dan siswa		✓			
5.	Modul mendorong siswa untuk memahami keterkaitan antara konsep kimia dengan isu-isu lingkungan		✓			
6.	Sistematika penyajian modul terstruktur dan berurutan	✓				
7.	Penggunaan ukuran huruf, jenis font, serta tata letak dalam modul memudahkan siswa untuk membaca dan memahami isi materi		✓			
8.	Tampilan desain modul dari penggunaan warna dan gambar sangat menarik sehingga tidak membuat siswa bosan					
9.	Aktivitas dalam modul mendukung pembelajaran mandiri dan kelompok	✓				
10.	Modul membantu guru mengelola pembelajaran secara efektif	✓				

جامعة الرانيري

A R - R A N I R Y

Banda Aceh, Februari 2026

Guru,

Yusra, S. Si

(197901232023212005)

NIP.

**ANGKET RESPON GURU
TERHADAP MODUL MATERI KIMIA HIJAU**

A. PETUNJUK

1. Berikut ada beberapa pertanyaan yang berkaitan dengan bahan ajar/modul yang guru gunakan selama kegiatan pembelajaran
2. Dimohon guru mencentang (✓) pada kolom yang tersedia berdasarkan hasil pengamatan selama kegiatan pembelajaran
3. Makna skor penilaian adalah: 1 = SB (Sangat Baik), 2 = B (Baik), 3 = C (Cukup), 4 = KB (Kurang Baik), 5 = STB (Sangat Tidak Baik)

B. PENILAIAN

No.	Pertanyaan	Skor				
		1 SB	2 B	3 C	4 KB	5 STB
1.	Materi kimia hijau sesuai dengan kurikulum yang berlaku	✓				
2.	Tujuan pembelajaran dalam modul dirumuskan secara jelas dan sesuai dengan kompetensi awal	✓				
3.	Materi kimia hijau yang diterapkan berkaitan dengan kehidupan sehari-hari	✓				
4.	Bahasa yang digunakan dalam modul mudah dipahami oleh guru dan siswa	✓				
5.	Modul mendorong siswa untuk memahami keterkaitan antara konsep kimia dengan isu-isu lingkungan		✓			
6.	Sistematika penyajian modul terstruktur dan berurutan	✓				
7.	Penggunaan ukuran huruf, jenis font, serta tata letak dalam modul memudahkan siswa untuk membaca dan memahami isi materi		✓			
8.	Tampilan desain modul dari penggunaan warna dan gambar sangat menarik sehingga tidak membuat siswa bosan		✓			
9.	Aktivitas dalam modul mendukung pembelajaran mandiri dan kelompok	✓				
10.	Modul membantu guru mengelola pembelajaran secara efektif	✓				

A R - R A N I R

Banda Aceh, 4 Februari 2026
Guru,

(Mawati Skimat Harahap, SPd, M.Pd)
NIP. 19900406200211004

Lampiran XI Lembar Validasi Ahli Media

2.	Memuat capaian pembelajaran yang jelas.				✓	
3.	Memuat Tujuan Pembelajaran yang jelas.				✓	
4.	Memiliki alur tujuan pembelajaran yang jelas				✓	
5.	Memiliki Dimensi Profil Pelajaran Pancasila				✓	
6.	Memuat modul pembelajaran yang sesuai dengan alur tujuan pembelajaran				✓	
7.	Memiliki sarana dan prasarana yang sesuai dengan alur tujuan pembelajaran				✓	
8.	Memuat alokasi jam pembelajaran (JP) per pertemuan				✓	
9.	Memiliki referensi materi / media pembelajaran				✓	
10.	Memiliki lembar kerja / latihan / asesmen, dan atau instrumen				✓	
11.	Kesesuaian alur tujuan pembelajaran dengan tujuan pembelajaran				✓	
12.	Ketepatan cakupan materi dengan modul ajar				✓	
13.	Memuat materi pembelajaran yang dikemas dalam unit-unit kegiatan yang kecil / spesifik, sehingga memudahkan untuk dipelajari secara tuntas				✓	
14.	Tersedia contoh dan ilustrasi yang mendukung kejelasan pemaparan materi pembelajaran				✓	
15.	Kemudahan memahami materi				✓	
16.	Penyajian materi yang sistematis				✓	

17.	Pemberian evaluasi berupa soal soal latihan, tugas, dan sejenisnya				✓	
18.	Terdapat informasi tentang rujukan/pengayaan/referensi yang mendukung materi pembelajaran dalam modul ajar				✓	
19.	Menggunakan Bahasa yang sederhana dan komunikatif				✓	

1. Komentor dan Saran

Ajar dipertbaiki sama dengan saran dan masukan

2. Kesimpulan

Modul Ajar ini dinyatakan :

1. Layak untuk digunakan tanpa direvisi
- ② Layak untuk digunakan dengan revisi sesuai saran
3. Tidak layak digunakan

(Mohon dilingkrai pada nomor yang sesuai dengan Kesimpulan anda)

Banda Aceh ... 12/02/2026

Validator

Safrizal

(Safrizal, M.Pd)

NIP. 1988030420232011021

AR - RANIRY

**LEMBAR VALIDASI MODUL AJAR BERBASIS PROJEK BASED
LEARNING PADA MATERI KIMIA HIJAU DISMA
NEGERI 8 BANDA ACEH**

Nama Validator : *Silva Fauz. Wisda Lubis. M.p.d.*
Instansi : *VIN Ar-Raniry Banda Aceh*

A. Petunjuk Pengisian Lembaran Validasi

1. Berikan penilaian tanda check list (✓) pada kolom validasi yang sesuai dengan penilaian Bapak
2. Penilaian, pendapat, kritik, dan saran yang membangun dari bapak/ibuk sebagai ahli akan sangat membantu dan bermanfaat untuk meningkatkan kualitas modul ajar ini.
3. Sehubungan dengan hal tersebut, dimohon Bapak/Ibu memberikan pendapat pada setiap pertanyaan lembar validasi ini dengan memberikan tanda centang (✓) pada kolom yang telah disediakan.

Keterangan Penilaian :

5 = Sangat Valid

4 = Valid

3 = Kurang Valid

2 = Tidak Valid

1 = Sangat Tidak Valid

No	Indikator Penilaian	1	2	3	4	5	Catatan
	Komponen Modul Ajar				✓		
1.	Kelengkapan modul ajar kurikulum Merdeka memuat komponen modul ajar kemendikbudristek 2022 tentang panduan pembelajaran dan asesmen, yaitu informasi umum,				✓		

	komponen inti, dan lampiran.							
2.	Memuat capaian pembelajaran yang jelas.					✓	✓	
3.	Memuat Tujuan Pembelajaran yang jelas.					✓	✓	
4.	Memiliki alur tujuan pembelajaran yang jelas					✓	✓	
5.	Memiliki Dimensi Profil Pelajaran Pancasila					✓	✓	
6.	Memuat modul pembelajaran yang sesuai dengan alur tujuan pembelajaran					✓	✓	
7.	Memiliki sarana dan prasarana yang sesuai dengan alur tujuan pembelajaran					✓	✓	
8.	Memuat alokasi jam pembelajaran (JP) per pertemuan					✓	✓	
9.	Memiliki referensi materi / media pembelajaran					✓	✓	
10.	Memiliki lembar kerja / latihan / asesmen, dan atau instrumen					✓	✓	
11.	Kesesuaian alur tujuan pembelajaran dengan tujuan pembelajaran					✓	✓	
12.	Ketepatan cakupan materi dengan modul ajar					✓	✓	
13.	Memuat materi pembelajaran yang dikemas dalam unit- unit kegiatan yang kecil / spesifik, sehingga memudahkan untuk dipelajari secara tuntas					✓	✓	
14.	Tersedia contoh dan ilustrasi yang mendukung kejelasan pemaparan materi pembelajaran					✓	✓	
15.	Kemudahan memahami materi					✓	✓	
16.	Penyajian materi yang sistematis					✓	✓	

Lembar Validasi Modul Ajar Kelas Kontrol

PENGARUH PENERAPAN MODUL PEMBELAJARAN PROJECT BASED LEARNING (PJBL) TERHADAP HASIL BELAJAR SISWA MATA PELAJARAN IPAS KELAS V SEKOLAH DASAR

Nama Validator : Puri Navira, M.Pd

Instansi :

1. Berikan penilaian tanda check list (✓) pada kolom validasi yang sesuai dengan penilaian Bapak
2. Penilaian, pendapat, kritik, dan saran yang membangun dari bapak/ibu sebagai ahli akan sangat membantu dan bermanfaat untuk meningkatkan kualitas modul ajar ini.
3. Sehubungan dengan hal tersebut, dimohon Bapak/Ibu memberikan pendapat pada setiap pertanyaan lembar validasi ini dengan memberikan tanda centang ((✓) pada kolom yang telah disediakan.

Keterangan Penilaian :

5 = Sangat Setuju

4 = Setuju

3 = Kurang Setuju

2 = Tidak Setuju

1 = Sangat Tidak Setuj

No	Indikator Penilaian	Komponen Modul Ajar					Catatan
		1	2	3	4	5	
1.	Kelengkapan modul ajar kurikulum memuat Merdeka komponen modul ajar kemendikbudristek 2022 tentang panduan pembelajaran dan asesmen, yaitu informasi umum, komponen inti, dan lampiran			✓			
2.	Memuat capaian pembelajaran yang jelas.					✓	

3.	Memuat Tujuan Pembelajaran yang jelas.					✓	✓
4.	Memiliki alur tujuan pembelajaran yang jelas					✓	✓
5.	Memiliki Dimensi Profil Pelajaran Pancasila	✓				✓	cek lg Profil PP
6.	Memuat modul pembelajaran yang sesuai dengan alur tujuan pembelajaran			✓			Masih kurang sesuai modul dg tujuan
7.	Memiliki sarana dan prasarana yang sesuai dengan alur tujuan pembelajaran			✓			cb lihat lagi apa yg dimaksud dgn sarana dan prasarana
8.	Memuat alokasi jam pembelajaran-(JP) per pertemuan					✓	
9.	Memiliki referensi materi / media pembelajaran					✓	
10.	Memiliki lembar kerja / latihan / asesmen, dan atau instrumen				✓		Tugas/observasi harus dibuat
11.	Kesesuaian alur tujuan pembelajaran dengan tujuan pembelajaran					✓	
12.	Ketepatan cakupan materi dengan modul ajar					✓	
13.	Memuat materi pembelajaran yang dikemas dalam unit-unit kegiatan yang kecil / spesifik, sehingga memudahkan untuk dipelajari secara tuntas			✓			Materinya masih sangat kurang. Siswa masih bisa kebingungan.
14.	Tersedia contoh dan ilustrasi yang mendukung kejelasan pemaparan materi pembelajaran			✓			Tidak ada!
15.	Kemudahan memahami materi			✓			Sama
16.	Penyajian materi yang sistematis					✓	
17.	Pemberian evaluasi berupa soal soal latihan, tugas, dan sejenisnya					✓	
18.	Terdapat informasi tentang						

	rujukan/pengayaan/referensi yang mendukung materi pembelajaran dalam modul ajar					✓	
19.	Menggunakan Bahasa yang sederhana dan komunikatif					✓	

3. Komentar dan Saran

Sebaiknya, dalam membuat modul perhatikan terlebih dahulu Poin^o penfasunan modul. Materi yang disampaikan juga harus rinci bukan hanya garis besar saja.

4. Kesimpulan

Modul Ajar ini dinyatakan :

- 4. Layak untuk digunakan tanpa direvisi
- ⑤ Layak untuk digunakan dengan revisi sesuai saran
- 6. Tidak layak digunakan

(Mohon dilingkrai pada nomor yang sesuai dengan Kesimpulan anda)

Banda Aceh, 14 Januari 2026

Validator

(Putri Alvira, M.Pd.)

A R - R A N I R Y NIP. 199612112025052007

جامعة الرانيري

Lampiran XII Lembar Respon Siswa

9

Ahmad Darhabi
X IPA 4

**ANGKET RESPON SISWA
TERHADAP MODUL MATERI KIMIA HIJAU**

A. PETUNJUK

- Berikut ada beberapa pertanyaan yang berkaitan dengan bahan ajar/modul yang siswa gunakan selama kegiatan pembelajaran
- Dimohon siswa mencentang (√) pada kolom yang tersedia berdasarkan hasil pengamatan selama kegiatan pembelajaran
- Makna skor penilaian adalah: 1 = SB (Sangat Baik), 2 = B (Baik), 3 = C (Cukup), 4 = KB (Kurang Baik), 5 = STB (Sangat Tidak Baik)

B. PENILAIAN

No.	Pertanyaan	Skor				
		1 SB	2 B	3 C	4 KB	5 STB
1.	Materi yang disajikan dalam modul sesuai dengan tujuan pembelajaran yang harus dicapai		√			
2.	Penjelasan materi dalam modul disampaikan secara jelas sehingga konsepnya mudah dimengerti			√		
3.	Bahasa yang digunakan dalam modul mudah dipahami sesuai tingkat kemampuan			√		
4.	Kalimat dalam modul disusun dengan jelas sehingga isi materi dapat dipahami dengan baik		√			
5.	Penyajian materi dalam modul sangat menarik sehingga dapat meningkatkan minat belajar mandiri		√			
6.	Kegiatan belajar, pertanyaan pemantik, dan latihan yang terdapat dalam modul mendorong siswa berpikir lebih aktif selama proses pembelajaran		√			
7.	Tampilan desain modul dari penggunaan warna dan gambar sangat menarik sehingga tidak membosankan		√			
8.	Penggunaan ukuran huruf, jenis font, serta tata letak dalam modul memudahkan siswa untuk membaca dan memahami isi materi		√			
9.	Penggunaan modul pembelajaran meningkatkan minat dan motivasi belajar		√			
10.	Modul pembelajaran ini bermanfaat sebagai sumber belajar mandiri baik di sekolah maupun di rumah		√			

**ANGKET RESPON SISWA
TERHADAP MODUL MATERI KIMIA HIJAU**

A. PETUNJUK

1. Berikut ada beberapa pertanyaan yang berkaitan dengan bahan ajar/modul yang siswa gunakan selama kegiatan pembelajaran
2. Dimohon siswa mencentang (√) pada kolom yang tersedia berdasarkan hasil pengamatan selama kegiatan pembelajaran
3. Makna skor penilaian adalah: 1 = SB (Sangat Baik), 2 = B (Baik), 3 = C (Cukup), 4 = KB (Kurang Baik), 5 = STB (Sangat Tidak Baik)

B. PENILAIAN

No.	Pertanyaan	Skor				
		1 SB	2 B	3 C	4 KB	5 STB
1.	Materi yang disajikan dalam modul sesuai dengan tujuan pembelajaran yang harus dicapai		✓			
2.	Penjelasan materi dalam modul disampaikan secara jelas sehingga konsepnya mudah dimengerti		✓			
3.	Bahasa yang digunakan dalam modul mudah dipahami sesuai tingkat kemampuan			✓		
4.	Kalimat dalam modul disusun dengan jelas sehingga isi materi dapat dipahami dengan baik			✓		
5.	Penyajian materi dalam modul sangat menarik sehingga dapat meningkatkan minat belajar mandiri			✓		
6.	Kegiatan belajar, pertanyaan pemantik, dan latihan yang terdapat dalam modul mendorong siswa berpikir lebih aktif selama proses pembelajaran				✓	
7.	Tampilan desain modul dari penggunaan warna dan gambar sangat menarik sehingga tidak membosankan				✓	
8.	Penggunaan ukuran huruf, jenis font, serta tata letak dalam modul memudahkan siswa untuk membaca dan memahami isi materi			✓		
9.	Penggunaan modul pembelajaran meningkatkan minat dan motivasi belajar			✓		
10.	Modul pembelajaran ini bermanfaat sebagai sumber belajar mandiri baik di sekolah maupun di rumah			✓		

25

FARID

X IPA 4

ANGKET RESPON SISWA

TERHADAP MODUL MATERI KIMIA HIJAU

A. PETUNJUK

1. Berikut ada beberapa pertanyaan yang berkaitan dengan bahan ajar/modul yang siswa gunakan selama kegiatan pembelajaran
2. Dimohon siswa mencentang (✓) pada kolom yang tersedia berdasarkan hasil pengamatan selama kegiatan pembelajaran
3. Makna skor penilaian adalah: 5 = SB (Sangat Baik), 4 = B (Baik), 3 = C (Cukup), 2 = KB (Kurang Baik), 1 = STB (Sangat Tidak Baik)

B. PENILAIAN

No.	Pertanyaan	Skor				
		5 SB	4 B	3 C	2 KB	1 STB
1.	Materi yang disajikan dalam modul sesuai dengan tujuan pembelajaran yang harus dicapai		✓			
2.	Penjelasan materi dalam modul disampaikan secara jelas sehingga konsepnya mudah dimengerti	✓				
3.	Bahasa yang digunakan dalam modul mudah dipahami sesuai tingkat kemampuan		✓			
4.	Kalimat dalam modul disusun dengan jelas sehingga isi materi dapat dipahami dengan baik		✓			
5.	Penyajian materi dalam modul sangat menarik sehingga dapat meningkatkan minat belajar mandiri	✓				
6.	Kegiatan belajar, pertanyaan pemantik, dan latihan yang terdapat dalam modul mendorong siswa berpikir lebih aktif selama proses pembelajaran		✓			
7.	Tampilan desain modul dari penggunaan warna dan gambar sangat menarik sehingga tidak membosankan	✓				
8.	Penggunaan ukuran huruf, jenis font, serta tata letak dalam modul memudahkan siswa untuk membaca dan memahami isi materi	✓				
9.	Penggunaan modul pembelajaran meningkatkan minat dan motivasi belajar		✓			
10.	Modul pembelajaran ini bermanfaat sebagai sumber belajar mandiri baik di sekolah maupun di rumah	✓				

Lampiran XIII Dokumentasi

		
<p>Gedung dapan sekolah SMA N8 Banda Aceh</p>	<p>Depan sekolah</p>	<p>Respon guru</p>
		
<p>Respon guru</p>	<p>Pemberian angket ke siswa</p>	<p>Pembukaan kelas</p>



Pemberian angket ke siswa



Pemberian angket ke siswa



Pemberian angket ke siswa



Pemberian angket ke siswa



Pemberian angket ke siswa



Nama :Aulia Anggraini
Tempat/Tanggal Lahir :Kampung Baru, 17-02-2003
Jenis Kelamin :Perempuan
Alamat :Jl. Belang Kejeren, Kumbang Jaya, Kec Badar, Aceh
Tenggara.

Kewarganegaraan :Indonesia
Agama :Islam
Status :Mahasiswa
No. Hp :082267264810
Email :210208037@student.ar-raniry.ac.id

Riwayat Pendidikan

TK -
SD :Kampung Baru
SLTP :SMP N1 Badar
SLTA :SMA N:1 Badar
Perguruan Tinggi :UIN Ar-Ranry Banda Aceh
Prodi :Pendidikan Kimia

Riwayat Keluarga

Nama Ayah :Shaddin
Nama Ibu :Nuraini
Alamat :Jl. Belang Kejeren, Kumbang Jaya, Kec Badar, Aceh
Tenggara.