

BAB IV

HASIL PENGEMBANGAN DAN PEMBAHASAN

a. Hasil Pengembangan

Produk dari hasil penelitian yang telah peneliti lakukan berupa media pembelajaran *e-modul* hidrokarbon berbasis PBL berorientasi *Education for Sustainable Development* (ESD) untuk meningkatkan literasi Sains. Media pembelajaran *e-modul* hidrokarbon ini dibuat dengan menggunakan aplikasi canva dan word yang kemudian diunggah pada *website/aplikasi* Flip PDF Corporate. Media pembelajaran *e-modul* hidrokarbon dapat diakses melalui scan barcode atau link, *e-modul* hidrokarbon berisi cover, daftar isi, daftar gambar, daftar tabel, peta konsep, glosarium, petunjuk penggunaan *e-modul*, pendahuluan, identitas, capaian pembelajaran, tujuan pembelajaran, alur tujuan pembelajaran, deskripsi, prasyarat, kegiatan pembelajaran 1-3, materi pembelajaran, contoh soal, tugas mandiri, studi kasus, gambar ilustrasi, video, soal penguatan, praktikum, quizziz, soal literasi sains dan daftar pustaka.

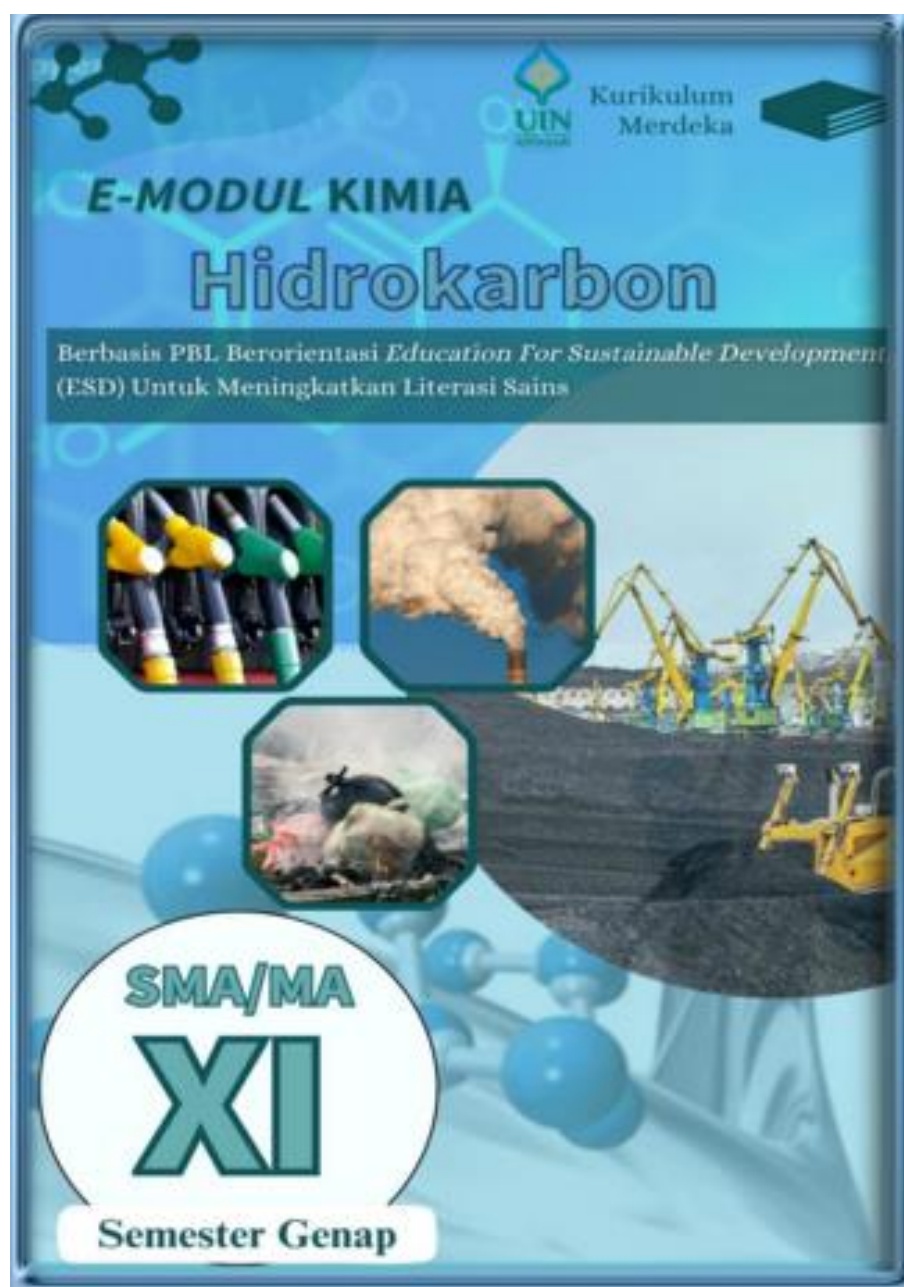
Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui tingkat kevalidan dan respon peserta guru serta guru kimia terhadap produk media pembelajaran *e-modul* hidrokarbon berbasis PBL berorientasi *Education for Sustainable Development* (ESD) untuk meningkatkan literasi sains yang dikembangkan, apakah produk yang dikembangkan mudah digunakan kapan dan di mana saja, mudah dipahami peserta didik, membantu peserta didik belajar mandiri, dapat meningkatkan semangat belajar peserta didik. Membantu peserta didik dalam menyelesaikan permasalahan

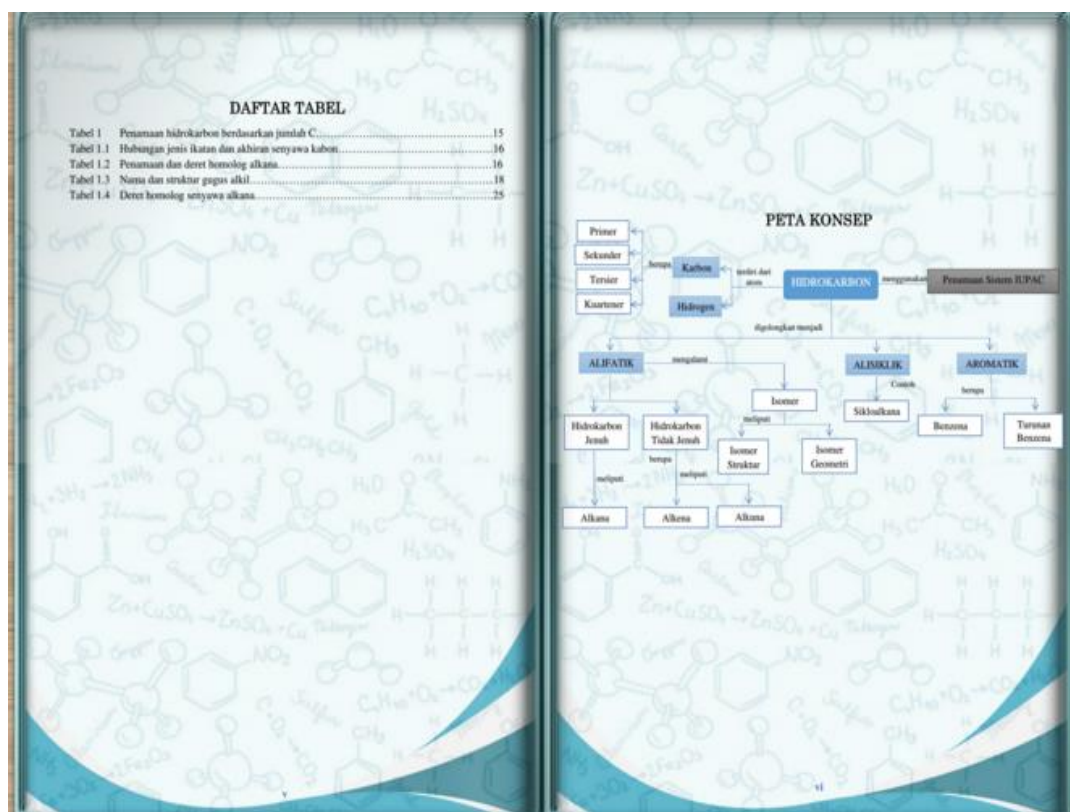
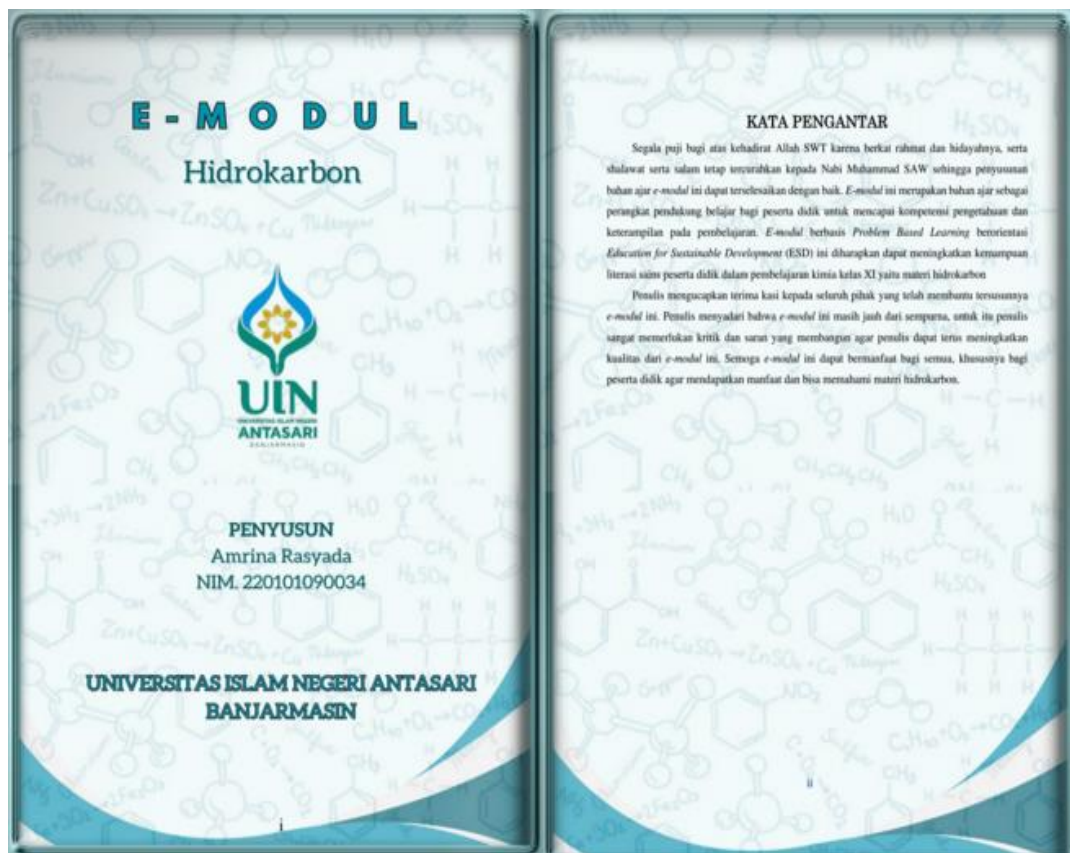
lingkungan dan dapat meningkatkan literasi sains peserta didik, serta dapat menumbuhkan kesadaran peserta didik terhadap isu-isu lingkungan yang terjadi.

1. Pengembangan Media Pembelajaran *E-modul* Hidrokarbon Berbasis PBL Berorientasi *Education for Sustainable Development* (ESD) untuk Meningkatkan Literasi Sains

Produk akhir pengembangan media pembelajaran *e-modul* hidrokarbon dapat diakses melalui link <https://online.flipbuilder.com/ruthq/voxcg/> atau melalui *scan barcode* dapat dilihat pada Gambar 4.1.







3. Peserta didik dapat menganalisis hidrokarbon berdasarkan jenis ikatan dan rantai karbonnya

4. Peserta didik dapat menganalisis golongan senyawa hidrokarbon

5. Peserta didik dapat mengidentifikasi rumus umum senyawa alkana, alkena dan alkuna

6. Peserta didik dapat menganalisis tata nama senyawa hidrokarbon alkana, alkena dan alkuna

7. Peserta didik dapat menganalisis isomer senyawa karbon

E. Deskripsi

Modul ini akan membahas materi yang terdiri dari 3 kegiatan pembelajaran sebagai berikut:

Kegiatan Pembelajaran 1 : Pengertian senyawa hidrokarbon dan kelikatan atom karbon

Kegiatan Pembelajaran 2 : Golongan senyawa hidrokarbon dan tata nama senyawa hidrokarbon

Kegiatan Pembelajaran 3 : Isomer senyawa karbon

F. Prasyarat

Modul ini dapat dipelajari dengan baik, jika telah memahami materi prasyarat sebelum mempelajari materi hidrokarbon yaitu struktur kimia, ikatan kimia dan stoikiometri.

G. Materi Pembelajaran

Hidrokarbon adalah suatu senyawa yang hanya mengandung dua unsur disebut hidrokarbon senyawa ini tersusun dari unsur karbon (C) dan unsur hidrogen (H). Misalnya metana (CH_4), etilena ($\text{CH}_2=\text{CH}_2$) dan benzena (C_6H_6). Beberapa alkana yang lazim ditemukan ialah metana (CH_4), etana (C_2H_6), propana (C_3H_8), dan butana (C_4H_{10}).

Kegiatan 1

Tujuan Pembelajaran:

1. Peserta didik dapat menguraikan pengertian senyawa hidrokarbon dengan tepat.
2. Peserta didik dapat mengidentifikasi kelikatan atom karbon dengan tepat.
3. Peserta didik dapat menganalisis hidrokarbon berdasarkan jenis ikatan dan rantai karbonnya dengan tepat.

Orientasi Masalah

Pernahkah kamu memperhatikan kondisi sungai di Banjarmasin, khususnya di Sungai Martapura?

Terkah kamu Banjarmasin dikenal sebagai Kota Seribu Sungai. Sungai-sungai seperti Sungai Martapura menjadi pusat aktivitas masyarakat, mulai dari transportasi, perdagangan (pasar terapung), hingga kebutuhan sehari-hari. Namun, saat ini banyak sungai di Banjarmasin mulai tercemar oleh sampah plastik, seperti kantong belanja, botol minuman, dan kemasan makanan. Sampah tersebut sering terlihat mengapung atau menumpuk di tepian sungai.

Gambar 1. Kondisi sungai di tengah Martapura Kota Banjarmasin (Sumber: khalid.amanah.com)

Menurut kalian, apa penyebab utama sampah tersebut menumpuk dan sulit hilang?

Apakah hanya karena kelikatan manusia yang masih membuang sampah sembarangan?

Ataukah ada faktor lain yang membuat sampah, terutama plastik tetap lama di lingkungan?

Berdasarkan Jenis Ikatan

1. Ikatan Jemih

Senyawa hidrokarbon yang mengandung ikatan kovalen tunggal ($\text{C}-\text{C}$).

2. Ikatan Tak Jemih

Jika terdapat ikatan rangkap antar karbon, baik rangkap dua ($\text{C}=\text{C}$) maupun rangkap tiga ($\text{C}\equiv\text{C}$). Ikatan ini dikatakan tak jemih karena ikatan rangkap dapat mengalami pemutusan ikatan.

Ikatan tak jemih

Ikatan jemih

Berdasarkan Bentuk Rantai Karbon

a. Senyawa Alifatik

Senyawa alifatik memiliki rantai karbon terbuka, dapat berupa rantai lurus dan

Rantai bercabang

Rantai lurus

b. Senyawa Aliklik

Senyawa siklik memiliki rantai karbon tertutup, dibedakan menjadi aliklik dan aromatik.

Senyawa Aliklik

Senyawa aliklik merupakan senyawa siklik yang rantai lingkarannya hanya terdiri dari atom karbon saja. Terdapat dua jenis, yaitu senyawa siklik jemih (silsalkana) dan tak jemih (silsalkena). Contoh senyawa aliklik adalah siklopropana dan siklopentena.

Siklopropana

Siklopentena

Benzena

Senyawa Aromatik

Senyawa aromatik merupakan senyawa siklik yang ikatannya terdiri atas ikatan tunggal dan rangkap dua dengan posisi berelang-seling. Benzena merupakan contoh senyawa aromatik.

Adapun senyawa siklik yang memiliki atom selain atom karbon dalam rantai lingkarannya disebut heterosiklik.

Tiazol

Furan

Benzena

Posisi Atom Karbon dalam Rantai Karbon

Berdasarkan kemampuan atom karbon yang dapat berikatan dengan atom karbon lain, jenis atom karbon dikelompokkan menjadi empat, yaitu atom karbon primer, sekunder, tertier, dan kuartener. Berikut ini didasarkan pada jumlah atom karbon yang terikat pada atom karbon tertentu.

Studi Kasus 1

Perhatikan Gambar di bawah ini!




Gambar 1a (a) Sampah Plastik (b) Sampah organik
(Sumber: <https://waste4change.com>)

Perhatikan kalian memperhatikan sampah di sekitar lingkungan rumah atau sekolah? Tidak semua sampah memiliki sifat yang sama. Beberapa yang dapat terurai dengan cepat, tetapi ada juga yang membutuhkan waktu sangat lama untuk hancur di alam.

1. Apa perbedaan kondisi sampah plastik dan sampah organik?
Jawaban:

.....

2. Mengapa plastik lebih sulit terurai dibandingkan daun atau sisa makanan? Jelaskan!
Jawaban:

.....

3. Bagaimana struktur kimia memengaruhi perbedaan sifat antara sampah plastik dan sampah organik?
Jawaban:

.....

Untuk dapat menjawab pertanyaan-pertanyaan tersebut, ayo lakukan kegiatan pada Aktivitas 1

AKTIVITAS 1

Tujuan: Peserta didik dapat mendeskripsikan struktur sampah yang sulit terurai

Petunjuk

1. Buatlah kelompok dengan anggota 2-3 orang
2. Cermati permasalahan yang ada di "studi kasus 1"
3. Diskusikan bersama teman-teman sekelompok untuk memecahkan permasalahan di atas dengan menjawab pertanyaan tersebut!
4. Anda dapat menjawab pertanyaan-pertanyaan tersebut dengan mencari referensi dari buku maupun mencari di internet.
5. Hasil diskusi akan dibahas secara bersama-sama

Mengumpulkan dan Menyajikan Hasil

1. Apa saja dampak yang ditimbulkan oleh penumpukan sampah plastik terhadap lingkungan?
2. Jika kondisi ini terus berlangsung, bagaimana pengaruhnya terhadap kesehatan, ekosistem, dan aktivitas masyarakat di masa depan?
3. Menurut kalian, solusi apa yang dapat dilakukan untuk mengurangi permasalahan sampah plastik di Kalimantan Selatan?

Analisis dan Evaluasi Proses Pencapaian Masalah

Setelah memahami permasalahan sampah plastik yang sulit terurai, sekarang saatnya kita mencoba membuat bioplastik sederhana. Ayo lakukan Praktikum berikut!

PRAKTIKUM
Pengolahan Pati Sorgong Menjadi Bioplastik: Solusi Mengurangi Limbah Plastik Konvensional

Setelah mempelajari senyawa hidrokarbon dan kelikatan atom karbon, tuliskan kesimpulan yang kalian dapatkan mengenai materi tersebut!

.....

.....

.....

VIDEO PEMBELAJARAN

Jika anda mengalami kesulitan dalam mengerjakan pertanyaan-pertanyaan tersebut, cermati tayangan video pembelajaran mengenai konsep Hidrokarbon untuk menambah pengetahuan. Caranya dengan memindai QR Code di samping.



Kegiatan 2

Tujuan Pembelajaran:

1. Peserta didik dapat menganalisis golongan senyawa hidrokarbon dengan tepat
2. Peserta didik dapat menganalisis nama-nama dan tata nama senyawa hidrokarbon dengan tepat.

Orientasi Masalah

Watch video on YouTube

Error 153
Video player configuration error

Perhatikan kelas: melihat asap kendaraan di jalan raya? Menurut kalian, mengapa hal tersebut dapat terjadi?

Tidak hanya kendaraan bermotor telah menjadi bagian penting dalam kehidupan sehari-hari. Hampir setiap hari kita menggunakan sepeda motor, mobil, atau angkutan umum untuk beraktivitas. Namun, di balik kemudahan tersebut, kendaraan juga menghasilkan asap yang dapat mencemari udara. Asap kendaraan berasal dari proses pembakaran bahan bakar seperti bensin dan solar di dalam mesin. Semakin banyak kendaraan di jalan raya, semakin banyak pula asap yang dihasilkan. Akibatnya, kualitas

Menurut kalian mengapa pembakaran bahan bakar kendaraan dapat menghasilkan polusi udara?

Apa hubungan senyawa hidrokarbon dengan asap kendaraan?

Contoh Soal

1. Tentukan nama senyawa hidrokarbon berikut.
 $\text{HC}\equiv\text{C}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{CH}_3$
2. Buatlah struktur senyawa 2,2-dimetil-3-heptana

Jawab

1. Nama senyawa hidrokarbon
 $\text{HC}\equiv\text{C}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{CH}_3$ Jumlah atom C pada rantai induk = 5, tidak memiliki rantai cabang, dan ikatan rangkap 3 terikat pada atom C nomor 1 dan 3 sehingga senyawa ini bernama 1,3-pentadiena.
2. Struktur senyawa 2,2-dimetil-3-heptana
 $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ | \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C}-\text{C}=\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array}$ Jumlah atom C pada rantai induk = 7 dan ikatan rangkap tiga terikat pada atom C nomor 3 sehingga nama rantai induk adalah 3-heptena.
 Jumlah rantai cabang = 2 (di)
 Rantai cabang terikat pada atom C, sehingga senyawa ini memiliki nama 2,2-dimetil-3-heptena

3. Tentukan nama IUPAC dari struktur berikut:
 $\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_3$
4. Gambarkan struktur dari senyawa berikut:
 a. Pentana
 b. 2-Metilbutana
5. Tentukan nama senyawa berikut:
 $\text{CH}_3-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$

Menyunting Penyediaan Masing-masing Kelompok

Tugas Mandiri

1. Buatlah struktur senyawa dari 2,2-dimetilbutana!
2. Berilah nama senyawa berikut!

$$\text{H}_3\text{C}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{CH}_2-\text{C}(\text{CH}_3)_2-\text{CH}_3$$

Studi Kasus 2

Perhatikan kedua gambar berikut. Perbedaan apa yang terlihat, bukan? Menurut kalian, apa yang menyebabkan satu lingkungan mengalami polusi udara lebih tinggi dibandingkan lingkungan lainnya?

Gambar 1. (a) Lingkungan yang terdampak (b) Lingkungan tepi jalan (Sumber: kompas.com)

1. Berdasarkan kedua gambar tersebut, bagaimana kondisi kualitas udara pada masing-masing lingkungan? Faktor apa yang kemungkinan menyebabkan perbedaan tersebut?

Jawaban:

Kegiatan 3

Tujuan Pembelajaran:
Peserta didik dapat mengidentifikasi isomer atom karbon dengan tepat

Orienasi Masalah

Tahukah kamu bahwa dua senyawa hidrokarbon dapat memiliki rumus molekul yang sama, tetapi menghasilkan kualitas bahan bakar yang berbeda? Mengapa hal itu bisa terjadi?

Apakah senyawa atom karbon dalam suatu molekul dapat memengaruhi kinerja bahan bakar dan dampaknya terhadap lingkungan? Mari kita selidiki hubungan antara isomer hidrokarbon dan kualitas bahan bakar minyak.

Tahukah Kamu??

Setiap hari masyarakat menggunakan bahan bakar minyak (BBM) untuk berbagai kebutuhan, seperti kendaraan bermotor, mesin industri, dan pembangkit energi. Namun, tidak semua bahan bakar memiliki kualitas yang sama. Beberapa bahan bakar mampu menghasilkan pembakaran lebih optimal, sedangkan yang lain dapat menyebabkan mesin mengalami gangguan dan menghasilkan emisi lebih tinggi.

Bahan bakar minyak berasal dari minyak bumi yang terdapat berbagai jenis senyawa hidrokarbon, yaitu senyawa yang hanya terdiri atas atom karbon (C) dan hidrogen (H). Senyawa hidrokarbon tersebut memiliki jumlah atom karbon yang berbeda-beda, bahkan beberapa di antaranya memiliki rumus molekul yang sama tetapi susunan atom karbon yang berbeda atau disebut sebagai isomer.

Menggunakan Pengetahuan Dalam Umak Belajar

Apakah senyawa dengan rumus molekul yang sama selalu memiliki sifat yang sama?

Ayo buktikan melalui pembelajaran tentang isomer senyawa hidrokarbon dan tentukan bagaimana struktur memengaruhi sifat suatu senyawa!

Tahukan Kamu?

Kata **isomer** sendiri berasal dari bahasa Yunani, yaitu *iso* yang berarti sama dan *meros* yang berarti bagian.

Isomer Senyawa Karbon

Dalam senyawa karbon banyak dijumpai senyawa-senyawa yang memiliki rumus molekul, namun memiliki rumus struktur yang berbeda. Peristiwa tersebut disebut dengan isomer atau keisomeran. Isomer terdiri dari dua jenis, yaitu isomer struktur dan rangkai.

Isomer Struktur

Isomer struktur, yaitu senyawa karbon memiliki rumus molekul sama, namun memiliki rumus struktur yang berbeda, isomer struktur dibedakan menjadi isomer rangkai, posisi, dan gugus fungsi.

Isomer Rangkai

Isomer rangkai terjadi ketika dua senyawa atau lebih memiliki rumus molekul yang sama, tetapi memiliki kerangka yang berbeda.

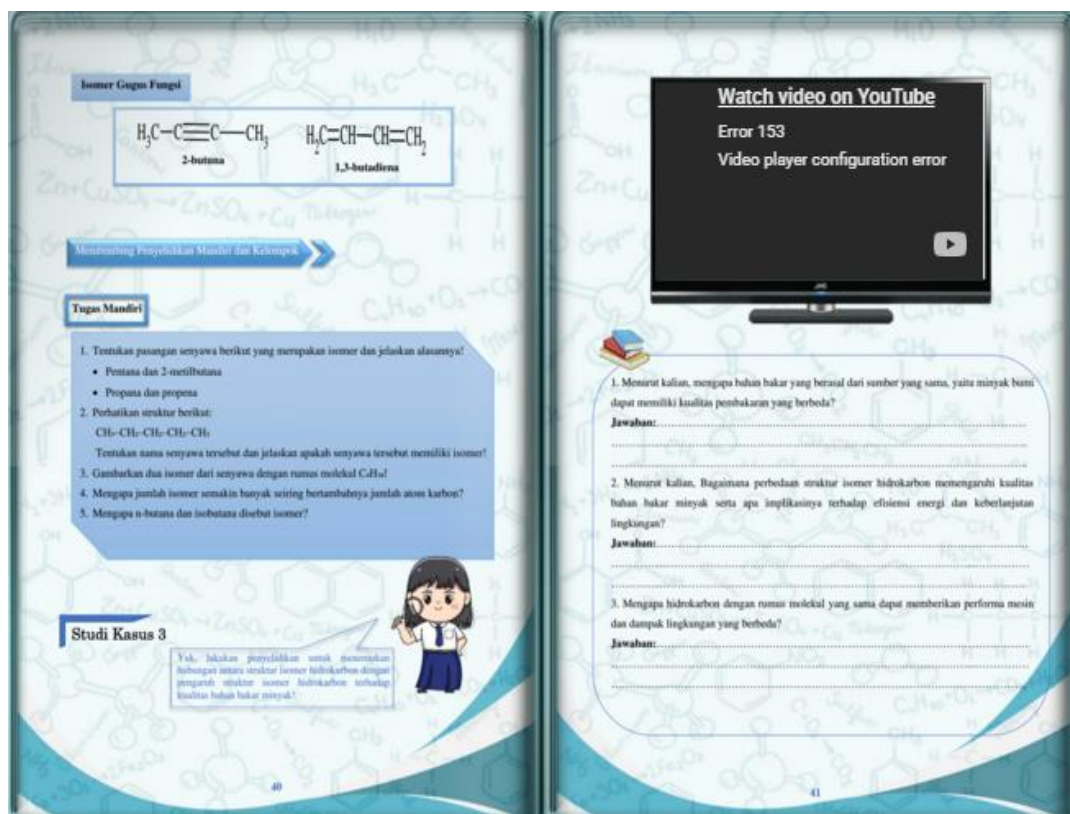
Contoh:

Isomer rangkai pada C_4H_{10}

$$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \\ \text{H}_3\text{C}-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array}$$

Isomer rangkai pada C_5H_{12}

$$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{C}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \\ \text{H}_2\text{C}=\text{CH}-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array}$$



Gambar 4.1 Sebagian isi produk pengembangan

2. Validitas Media Pembelajaran *E-modul* Hidrokarbon Berbasis PBL Berorientasi *Education for Sustainable Development* (ESD) untuk Meningkatkan Literasi Sains

Hasil validitas media pembelajaran *e-modul* hidrokarbon berbasis PBL berorientasi ESD untuk meningkatkan literasi sains dapat dilihat sebagai berikut.

a. Validitas Ahli Literasi Sains

Analisis data kuantitatif validitas ahli literasi sains dapat dilihat pada tabel

4.1.

Tabel 4.1 Analisis Data Kuantitatif Validitas Ahli Literasi Sains

No	Indikator Penelitian	Validator		Skor Total	ΣPer Indikator	% Per Indikator
		V1	V2			
1	Fenomena Ilmiah	4	3	7	27	84%
		3	3	6		
		3	3	6		
		4	4	8		
2	Pengetahuan Ilmiah	3	4	7	26	81%
		3	4	7		
		3	3	6		
		2	4	6		
3	Prediksi dan Kesimpulan	3	3	6	18	75%
		3	3	6		
		3	3	6		
4	Analisis Masalah	3	4	7	20	83%
		3	4	7		
		3	3	6		
5	Bukti Ilmiah	3	3	6	20	83%
		3	4	7		
		4	3	7		
6	Evaluasi Solusi	3	3	6	21	88%
		3	4	7		
		4	4	8		
Jumlah skor total		63	69	132	132	
%		79%	86%	83%	83%	

Analisis data kuantitatif validitas ahli literasi sains dapat dilihat pada Tabel

4.2.

Tabel 4.2 Analisis Data Kualitatif Validitas Ahli Literasi Sains

V	Data Kualitatif	Analisis	Kesimpulan
1	Buat studi kasus yang lebih berhubungan dengan topik/materi. “Dapat digunakan tetapi perlu sedikit revisi	Berdasarkan masukan dari validator 1 maka peneliti perlu membuat studi kasus yang lebih berhubungan dengan materi. Studi kasus yang disajikan belum sepenuhnya menggambarkan keterkaitan yang kuat dengan konsep-konsep pada setiap subbab materi hidrokarbon sehingga kurang optimal dalam mendukung pengembangan literasi sains peserta didik. Oleh karena itu setiap studi kasus disesuaikan dengan konsep yang dipelajari sehingga peserta didik dapat menghubungkan fenomena dalam kehidupan sehari-hari dengan konsep kimia yang sedang dipelajari. Validator 1 menyatakan bahwa <i>e-modul</i> dapat digunakan tetapi perlu sedikit revisi.	Direvisi mempertimbangkan masukan dan saran validator
2	Sebaiknya studi kasus di kegiatan 3 diganti dengan yang lebih berkaitan dengan materi isomer atom karbon, misal mengenai bahan bakar. Secara keseluruhan sudah bagus. “Dapat digunakan tetapi perlu sedikit revisi	Validator 2 menyarankan untuk menggunakan studi kasus yang lebih berkaitan dengan sub materi pada kegiatan 3, penggunaan studi kasus yang berkaitan dengan bahan bakar karena lebih sesuai untuk menjelaskan hubungan antara struktur isomer dengan perbedaan sifat dan kualitas bahan bakar dalam kehidupan sehari-hari. Validator 2 menyatakan <i>e-modul</i> yang dikembangkan dapat digunakan tetapi perlu sedikit revisi.	Dapat digunakan tetapi perlu sedikit revisi

Keterangan: Validator (V)

Berdasarkan kesimpulan sementara dari hasil analisis data kuantitatif dan kualitatif, selanjutnya dilakukan triangulasi data untuk mendapatkan kesimpulan dari kedua data tersebut. Triangulasi data validitas ahli literasi sains disajikan dalam tabel 4.3.

Tabel 4.3 Triangulasi Data Validitas Ahli Literasi Sains

V	Kesimpulan Sementara Data Kuantitatif	Kesimpulan Sementara Data Kualitatif	Kesimpulan Akhir
1	79% = Valid dapat digunakan tetapi perlu sedikit revisi	Dapat digunakan tetapi perlu sedikit revisi sesuai masukan validator	Direvisi sesuai masukan validator
2	86% = Sangat valid dapat digunakan tetapi perlu sedikit revisi	Dapat digunakan dengan mempertimbangkan saran validator	Direvisi mempertimbangkan masukan validator

Keterangan: Validator (V)

a. Validitas Ahli Materi

Analisis data kuantitatif validitas ahli materi dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Analisis Data Kuantitatif Validitas Ahli Materi

No	Indikator Penelitian	Validator		Skor Total	Σ Per Indikator	% Per Indikator
		V1	V2			
1	Kesesuaian Materi	4	3	7	70	80%
		3	3	6		
		2	3	5		
		3	3	6		
		3	3	6		
		3	3	6		
		3	4	7		
		3	3	6		
		4	3	7		
		3	3	6		
		4	4	8		
2	Kelengkapan Penyajian	4	3	7	25	78%
		3	3	6		
		3	3	6		
		3	3	6		

No	Indikator Penelitian	Validator		Skor Total	ΣPer Indikator	% Per Indikator
		V1	V2			
3	Kebermanfaatan	3	4	7	33	83%
		3	3	6		
		4	3	7		
		3	3	6		
		4	3	7		
Jumlah Skor Total		65	63	128	128	
%		81%	79%	80%	80%	

Kemudian analisis data kuantitatif validasi ahli materi dapat dilihat pada

Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Analisis Data Kualitatif Validitas Ahli Materi

V	Data Kualitatif	Analisis	Kesimpulan
1	- Peta konsep, aliksiklik dan aromatic ada kemungkinan memiliki isomer juga - Soal 7, senyawa aromatik di notice benzena tapi tidak ada gambarnya - Hal 18, Poin C nomor cabang = nama cabang + nama alkana. Mengapa pakai sama dengan (=)? - Hal 23, Point d penomoran seharusnya dari kanan - Hal 30, tidak ada soal terkait tata nama? “Dapat digunakan tetapi perlu sedikit revisi	Berdasarkan masukan dari validator 1 yang diberikan meliputi penyempurnaan peta konsep dengan menambahkan keterkaitan isomer pada senyawa alisiklik dan aromatik, penambahan gambar struktur benzena pada soal yang membahas senyawa aromatik, terdapat kesalahan dalam penulisan simbol pada aturan penulisan tata nama senyawa sehingga perlu diperbaiki penulisan (=) menjadi (–) dan kesalahan dalam penulisan nomor rantai karbon agar sesuai dengan kaidah IUPAC yaitu dari kanan, serta penambahan soal latihan terkait materi tata nama senyawa. E-modul dapat digunakan dan lanjut uji	Dapat digunakan namun perlu dilakukan sedikit revisi dengan mempertimbangkan masukan dan saran validator

V	Data Kualitatif	Analisis	Kesimpulan
		coba namun setelah dilakukan sedikit revisi.	
2	Lebih diperhatikan mengenai simbol, tata nama tulisan masih ada beberapa kesalahan dalam pengetikan. Mengenai materi pada <i>e-modul</i> sudah bagus setiap sub materi dikaitkan dengan permasalahan lingkungan dan banyak contoh soal latihan sehingga mempermudah pemahaman peserta didik. “Dapat digunakan tetapi perlu sedikit revisi	Berdasarkan masukan validator 2, <i>e-modul</i> yang dikembangkan masih memerlukan penyempurnaan pada aspek teknik, khususnya ketepatan penggunaan simbol kimia, penulisan tata nama senyawa serta perbaikan beberapa kesalahan pengetikan (<i>typo</i>). <i>E-modul</i> yang dikembangkan dapat digunakan dan lanjut uji coba namun setelah dilakukan sedikit revisi.	Dapat digunakan tetapi perlu sedikit revisi dengan mempertimbangkan masukan dan saran validator

Keterangan: Validator (V)

Berdasarkan kesimpulan sementara dari hasil analisis data kuantitatif dan kualitatif, selanjutnya dilakukan triangulasi data untuk mendapatkan kesimpulan dari kedua data tersebut. Triangulasi data validitas ahli materi disajikan dalam Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Triangulasi Data Validitas Ahli Materi

V	Kesimpulan Sementara Data Kuantitatif	Kesimpulan Sementara Data Kualitatif	Kesimpulan Akhir
1	81% = Sangat Valid dapat digunakan tetapi perlu sedikit revisi	Dapat digunakan namun perlu dilakukan sedikit revisi masukan dan saran validator	Direvisi sesuai masukan dan saran validator
2	79% = Valid dapat digunakan tetapi perlu sedikit revisi	Dapat digunakan tetapi perlu sedikit revisi	Direvisi sesuai masukan dan saran validator

Keterangan: Validator (V)

a. Validitas Ahli Media

Analisis data kuantitatif validitas media dapat dilihat pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7 Analisis Data Kuantitatif Validitas Ahli Media

No	Indikator Penelitian	Validator		Skor Total	ΣPer Indikator	% Per Indikator
		V1	V2			
1	Desain Cover	3	3	6	33	83%
		4	3	7		
		3	3	6		
		4	3	7		
		4	3	7		
2	Desain Isi	3	3	6	61	85%
		3	4	7		
		4	3	7		
		4	4	8		
		4	3	7		
		3	3	6		
		4	3	7		
		4	3	7		
		3	3	6		
3	Kemudahan Penggunaan	4	3	7	42	88%
		4	3	7		
		4	3	7		
		4	3	7		
		4	3	7		
		4	3	7		
Jumlah Skor Total		74	62	136	136	
%		93%	78%	85%	85%	

Kemudian analisis data kualitatif validitas ahli media dapat dilihat pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8 Analisis Data Kualitatif Validitas Ahli Media

V	Data Kualitatif	Analisis	Kesimpulan
1	- Bagian cover kurang kontras warnanya - Ada bagian yang kurang pas, hingga	Validator 1 menyarankan perbaikan kontras warna pada sampul, penyesuaian tata letak beberapa halaman, pembesaran ukuran huruf,	Perlu dilakukan revisi sesuai masukan validator

V	Data Kualitatif	Analisis	Kesimpulan
	keatas → ex hal. 33, 15 (kurang pas posisinya) - Ukuran terlalu kecil - Setelah kata pengantar kota, bulan tahun, penyusun - Ada kalimat yang warnanya kurang jelas - Di akhir sub materi belum ada latihan soal, konsisten langkah PBL - Perhatikan lagi soal literasi sains	penambahan identitas pada bagian kata pengantar, serta peningkatan kontras warna teks agar lebih mudah dibaca. Pada aspek penyajian, validator menyarankan penambahan latihan soal pada setiap akhir submateri agar konsisten dengan sintaks <i>Project Based Learning</i> (PBL). Selain itu, validator juga menyarankan agar soal-soal literasi sains ditinjau kembali sehingga sesuai dengan indikatornya <i>E-modul</i> bisa digunakan setelah melakukan revisi.	
2	Tampilan <i>e-modul</i> secara keseluruhan sudah bagus dan menarik, namun perlu konsisten tata letak, ukuran, warna agar tampilan <i>e-modul</i> lebih rapi dan lebih nyaman dibaca. “Dapat digunakan tetapi perlu sedikit revisi	Validator 2 menyatakan bahwa <i>e-modul</i> yang dikembangkan telah memiliki tampilan yang menarik dan mampu mendukung proses pembelajaran. Meskipun demikian, masih diperlukan beberapa penyempurnaan pada aspek desain khususnya terkait konsisten tata letak, ukuran dan penggunaan warna pada setiap halaman sehingga tampilan <i>e-modul</i> menjadi lebih rapi dan nyaman untuk dibaca. Validator 2 menyatakan <i>e-modul</i> bisa digunakan setelah melakukan revisi kecil.	Dapat digunakan tetapi perlu dilakukan sedikit revisi

Keterangan; Validator (V)

Berdasarkan kesimpulan sementara dari hasil analisis data kuantitatif dan kualitatif, selanjutnya dilakukan triangulasi data untuk mendapatkan kesimpulan

PD	Indikator Penilaian																				Σ	%
	Aspek Penggunaan								Aspek Penyajian					Aspek Manfaat								
	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	6	7		
4	4	4	3	4	3	4	4	3	2	3	4	4	4	4	4	3	4	4	3	4	72	90%
5	3	3	4	3	4	3	3	3	4	4	3	3	3	4	3	3	3	3	4	3	66	83%
6	4	3	3	3	3	3	3	3	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	63	79%
7	4	4	4	3	4	3	4	3	4	3	3	3	4	4	4	4	4	4	3	4	73	91%
8	4	4	3	3	3	4	3	4	3	4	3	3	4	4	4	3	3	4	4	4	71	89%
9	4	4	3	4	4	3	4	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	76	95%
10	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	80	100%
11	4	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	2	3	3	3	3	3	3	4	4	63	79%
12	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	60	75%
13	3	3	4	3	3	3	3	3	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	4	65	81%
14	3	3	3	2	3	3	4	3	4	3	3	2	3	4	3	3	4	3	3	3	62	78%
15	4	3	3	3	3	2	3	1	3	3	3	3	3	4	4	4	3	3	3	3	61	76%
16	3	3	3	3	3	2	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	58	73%
17	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	59	74%
18	3	3	2	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	2	3	3	3	2	3	58	73%
19	4	4	4	4	4	3	3	4	4	4	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	69	86%
20	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	71	89%
ΣPer Indikator	513								329					467							1309	
%	80%								82%					83%							82%	

Keterangan: Peserta Didik (PD)

Kemudian analisis data kualitatif respon peserta didik dapat dilihat pada

Tabel 4.11.

Tabel 4.11 Analisis Data Kualitatif Respon Pesera Didik

PD	Komentar atau saran	Analisis	Kesimpulan
1	<i>E-modul</i> sangat mudah dipahami dan membantu dalam pembelajaran	Media dinilai memiliki penyajian materi yang jelas sehingga memudahkan peserta didik memahami materi pembelajaran	Dapat digunakan tanpa revisi
2	<i>E-modul</i> menarik, praktis, dan memudahkan pemahaman materi	Peserta didik menilai bahwa media memiliki tampilan yang menarik dan lebih	Dapat digunakan tanpa revisi

PD	Komentar atau saran	Analisis	Kesimpulan
		praktis untuk belajar sehingga memudahkan dalam memahami materi.	
3	Sangat bagus dan mudah dimengerti, menarik perhatian untuk membacanya karena terdapat gambar dan warna, mudah digunakan karena dapat dibuka/dibaca dimana saja	Media yang dikembangkan dinilai sudah sangat bagus. Kombinasi ilustrasi, warna, dan fleksibilitas akses menjadi daya tarik media sehingga meningkatkan minat baca serta memudahkan peserta didik belajar kapan dan di mana pun.	Dapat digunakan tanpa revisi
4	Tidak ada komentar, sudah bagus	Tidak adanya saran maupun kritik menunjukkan bahwa peserta didik merasa media telah memenuhi harapan dan layak digunakan sebagai bahan ajar.	Dapat digunakan tanpa revisi
5	Sudah sangat baik	Peserta didik menilai media yang dikembangkan sudah sangat baik	Dapat digunakan tanpa revisi
6	Menarik	Media yang dikembangkan dinilai sangat menarik	Dapat digunakan tanpa revisi
7	Ajarin dong qq bikin <i>e-modul</i>	Peserta didik memberikan apresiasi terhadap kualitas media yang dikembangkan. Hal itulah yang menunjukkan ketertarikan terhadap desain dan penyajian sehingga ingin mengetahui cara pembuatannya.	Dapat digunakan tanpa revisi
8	Sudah sangat menarik ka Semangat kaka:)	Media yang dikembangkan dinilai sudah sangat menarik, dan peserta didik menyemangati peneliti yang menunjukkan peserta didik menyukai media yang dikembangkan	Dapat digunakan tanpa revisi
9	<i>E-modul</i> menarik buat kami” yang suka pegang hp, lebih praktis dan lebih simple buat masa sekarang, isinya mudah dipahami,	Peserta didik menilai bahwa media sesuai dengan karakteristik pembelajaran digital saat ini karena praktis diakses melalui hp, mudah dipahami, serta memiliki	Dapat digunakan tanpa revisi

PD	Komentar atau saran	Analisis	Kesimpulan
	gak bikin bosan bentuknya juga unikk swipeenswpeee	tampilan yang tidak membosankan dalam belajar.	
10	Menurut saya <i>e-modul</i> ini cukup membantu untuk memahami materi hidrokarbon, Penjelasan nya mudah dimengerti, tampilannya juga menarik, jadi lebih semangat belajar dan tidak cepat bosan	Peserta didik mengatakan bahwa belajar dengan media yang dikembangkan menjadi lebih mudah untuk memahami isi materi yang disampaikan, hal ini dikarenakan materi jelas, tampilan yang menarik sehingga dapat meningkatkan semangat belajar dan tidak cepat bosan	Dapat digunakan tanpa revisi
11	Baguss	Media yang digunakan dinilai bagus	Dapat digunakan tanpa revisi
12	<i>E-modul</i> sangat penting bagi kita	Peserta didik menilai bahwa <i>e-modul</i> memiliki manfaat dalam mendukung proses pembelajaran sehingga keberadaannya dianggap penting sebagai media belajar.	Dapat digunakan tanpa revisi
13	Menurut saya <i>e-modul</i> sangat mempermudah untuk memahami materi dan bisa membuat saya tertarik untuk membaca karena tampilan gambar ilustrasi yang bagus	Menurut peserta didik ilustrasi visual pada media yang dikembangkan mampu Dapat digunakan tanpa revisi meningkatkan ketertarikan untuk membaca sekaligus membantu peserta didik memahami materi dengan lebih mudah	Dapat digunakan tanpa revisi
14	Respon Positif	Peserta didik memberikan penilaian yang baik terhadap media yang dikembangkan tanpa adanya kritik maupun saran perbaikan.	Dapat digunakan tanpa revisi
15	Sangat bagus	Peserta didik menilai media yang dikembangkan sudah sangat bagus	Dapat digunakan tanpa revisi
16	Sangat membantu bagi yang metode belajarnya menggunakan <i>e-modul</i>	Peserta didik menilai bahwa media yang dikembangkan sesuai dengan kebutuhan peserta didik yang terbiasa belajar menggunakan media	Dapat digunakan tanpa revisi

PD	Komentar atau saran	Analisis	Kesimpulan
		digital sehingga mendukung proses belajar secara mandiri.	
17	Tidak ada komentar	Tidak adanya komentar menunjukkan bahwa peserta didik tidak menemukan kendala yang berarti selama menggunakan media	Dapat digunakan tanpa revisi
18	Penggunaan <i>e-modul</i> dalam pembelajaran sangat membantu dan memberikan cara belajar baru yang lebih unik dan inovatif	Media yang dikembangkan mampu memberikan pengalaman belajar baru yang lebih unik dan inovatif sehingga dapat membantu dalam pembelajaran	Dapat digunakan tanpa revisi
19	<i>E-modul</i> ini memudahkan proses belajar karena dapat diakses kapan saja	Peserta didik menilai bahwa fleksibilitas akses menjadi salah satu keunggulan media sehingga mendukung proses belajar secara mandiri	Dapat digunakan tanpa revisi
20	Sangat bagus untuk anak muda seperti gen Z sekarang, dengan adanya <i>e-modul</i> tersebut memberikan kesadaran akan isu lingkungan yang terjadi dan solusi yang dapat dilakukan untuk mengurangi atau mencegahnya	Menurut peserta didik media yang dikembangkan tidak hanya membantu memahami materi hidrokarbon, tetapi juga berhasil mengintegrasikan konteks isu lingkungan sehingga meningkatkan kesadaran dan kemampuan peserta didik dalam mengaitkan konsep kimia dengan permasalahan nyata sesuai tujuan pengembangan literasi sains	Dapat digunakan tanpa revisi

Keterangan: Peserta Didik (PD)

Berdasarkan kesimpulan sementara dari hasil analisis data kuantitatif dan kualitatif, selanjutnya dilakukan triangulasi data untuk mendapatkan kesimpulan dari kedua data tersebut. Triangulasi data respon peserta didik disajikan dalam Tabel 4.12.

Tabel 4.12 Triangulasi Data Respon Peserta Didik

PD	Kesimpulan Sementara Data Kuantitatif	Kesimpulan Sementara Data Kualitatif	Kesimpulan Akhir
1	75% = Praktis dapat digunakan tetapi perlu sedikit revisi	Dapat digunakan tanpa revisi	Dapat digunakan tanpa revisi
2	78% = Praktis dapat digunakan tetapi perlu sedikit revisi	Dapat digunakan tanpa revisi	Dapat digunakan tanpa revisi
3	75% = Praktis dapat digunakan tetapi perlu sedikit revisi	Dapat digunakan tanpa revisi	Dapat digunakan tanpa revisi
4	90% = Sangat praktis dapat digunakan tanpa revisi	Dapat digunakan tanpa revisi	Dapat digunakan tanpa revisi
5	83% = Sangat praktis dapat digunakan tanpa revisi	Dapat digunakan tanpa revisi	Dapat digunakan tanpa revisi
6	79% = Praktis dapat digunakan tetapi perlu sedikit revisi	Dapat digunakan tanpa revisi	Dapat digunakan tanpa revisi
7	91% = Sangat praktis dapat digunakan tanpa revisi	Dapat digunakan tanpa revisi	Dapat digunakan tanpa revisi
8	89% = Sangat praktis dapat digunakan tanpa revisi	Dapat digunakan tanpa revisi	Dapat digunakan tanpa revisi
9	95% = Sangat praktis dapat digunakan tanpa revisi	Dapat digunakan tanpa revisi	Dapat digunakan tanpa revisi
10	100% = Sangat praktis dapat digunakan tanpa revisi	Dapat digunakan tanpa revisi	Dapat digunakan tanpa revisi
11	79% = Praktis dapat digunakan tetapi perlu sedikit revisi	Dapat digunakan tanpa revisi	Dapat digunakan tanpa revisi
12	75% = Praktis dapat digunakan tetapi perlu sedikit revisi	Dapat digunakan tanpa revisi	Dapat digunakan tanpa revisi
13	81% = Sangat praktis dapat digunakan tanpa revisi	Dapat digunakan tanpa revisi	Dapat digunakan tanpa revisi
14	78% = Praktis dapat digunakan tetapi perlu sedikit revisi	Dapat digunakan tanpa revisi	Dapat digunakan tanpa revisi

PD	Kesimpulan Sementara Data Kuantitatif	Kesimpulan Sementara Data Kualitatif	Kesimpulan Akhir
15	76 % = Praktis dapat digunakan tetapi perlu sedikit revisi	Dapat digunakan tanpa revisi	Dapat digunakan tanpa revisi
16	73% = Praktis dapat digunakan tetapi perlu sedikit revisi	Dapat digunakan tanpa revisi	Dapat digunakan tanpa revisi
17	74% = Praktis dapat digunakan tetapi perlu sedikit revisi	Dapat digunakan tanpa revisi	Dapat digunakan tanpa revisi
18	73% = Praktis dapat digunakan tetapi perlu sedikit revisi	Dapat digunakan tanpa revisi	Dapat digunakan tanpa revisi
19	86% = Sangat praktis dapat digunakan tanpa revisi	Dapat digunakan tanpa revisi	Dapat digunakan tanpa revisi
20	89% = Sangat praktis dapat digunakan tanpa revisi	Dapat digunakan tanpa revisi	Dapat digunakan tanpa revisi

Keterangan: Peserta Didik (PD)

Sebagai data tambahan peneliti juga menambahkan data respon guru kimia. Analisis data kuantitatif respon guru kimia terhadap media pembelajaran *e-modul* hidrokarbon berbasis PBL berorientasi *Education for Sustainable Development* (ESD) untuk meningkatkan literasi sains dapat dilihat sebagai berikut dapat dilihat pada Tabel 4.13.

Tabel 4.13 Analisis Data Kuantitatif Respon Guru Kimia

No	Indikator Penilaian	Respon Guru Kimia	Σ Per Indikator	%
1	Penggunaan	4	30	94%
		4		
		4		
		4		
		4		
		4		
		3		

No	Indikator Penilaian	Respon Guru Kimia	Σ Per Indikator	%
		3		
2	Penyajian	3	18	90%
		3		
		4		
		4		
		4		
3	Manfaat	4	28	100%
		4		
		4		
		4		
		4		
		4		
		4		
Jumlah Skor Total		76	76	
Jumlah		95%	95%	

Kemudian analisis data kualitatif respon guru kimia dapat dilihat pada Tabel

4.14.

Tabel 4.14 Analisis data Kualitatif Respon Guru Kimia

Data Kualitatif	Analisis	Kesimpulan
<i>E-modul</i> yang dikembangkan sangat membantu dan memudahkan peserta didik dalam kegiatan pembelajaran, Menggunakan model berbasis PBL kemudian berorientasi dengan ESD yang diterapkan didalam sebuah e-modul dapat memberikan pemahaman yang mendalam mengenai materi hidrokarbon yang dikaitkan dengan permasalahan lingkungan sehingga meningkatkan kesadaran akan pentingnya menjaga lingkungan khususnya disekitar kita serta dengan	Media yang dikembangkan memperoleh respon yang sangat positif. Guru menilai bahwa media mampu membantu dan memudahkan peserta didik dalam proses pembelajaran karena materi disajikan secara sistematis, kontekstual, dan mudah dipahami. <i>E-modul</i> berbasis <i>Problem Based Learning</i> (PBL) dengan pendekatan <i>Education for Sustainable Development (ESD)</i> dinilai mampu memberikan pemahaman yang lebih mendalam mengenai materi	Dapat digunakan tanpa revisi

Data Kualitatif	Analisis	Kesimpulan
adanya pengembangan <i>e-modul</i> ini dapat meningkatkan literasi sains peserta didik yang sebelumnya yang masih kurang. Suatu hal yang baru dan diharapkan akan memberikan perubahan yang lebih baik kepada peserta didik	hidrokarbon melalui penyajian permasalahan lingkungan yang dekat dengan kehidupan peserta didik. Selain meningkatkan penguasaan konsep, media juga dinilai dapat menumbuhkan kesadaran peserta didik terhadap pentingnya menjaga kelestarian lingkungan serta meningkatkan kemampuan literasi sains yang sebelumnya masih rendah. Dengan demikian, media yang dikembangkan dinilai layak digunakan sebagai bahan ajar pendukung dalam pembelajaran kimia, khususnya pada materi hidrokarbon.	

Berdasarkan kesimpulan sementara dari hasil analisis data kuantitatif dan kualitatif, selanjutnya dilakukan triangulasi data untuk mendapatkan kesimpulan dari kedua data tersebut. Triangulasi data respon guru kimia disajikan dalam Tabel 4.15.

Tabel 4.15 Triangulasi Data Respon Guru Kimia

Kesimpulan Sementara Data Kuantitatif	Kesimpulan Sementara Data Kualitatif	Kesimpulan
95% = Sangat praktis dapat digunakan tanpa revisi	Dapat digunakan tanpa revisi	Dapat digunakan tanpa revisi

b. Pembahasan

1. Pengembangan Media Pembelajaran *E-modul* Hidrokarbon Berbasis PBL Berorientasi *Education for Sustainable Development* (ESD) untuk Meningkatkan Literasi Sains

Penelitian dan pengembangan media pembelajaran *e-modul* hidrokarbon berbasis PBL berorientasi *Education For Sustainable Development* (ESD) untuk meningkatkan literasi sains memanfaatkan model ADDIE dengan tahapan berikut.

a. *Analyze* (analisis)

Analisis tahap awal model ADDIE untuk menentukan persyaratan atau kebutuhan pengembangan media pembelajaran yang dikembangkan. Tahap analisis terdiri dari tahapan berikut

1) Analisis Awal

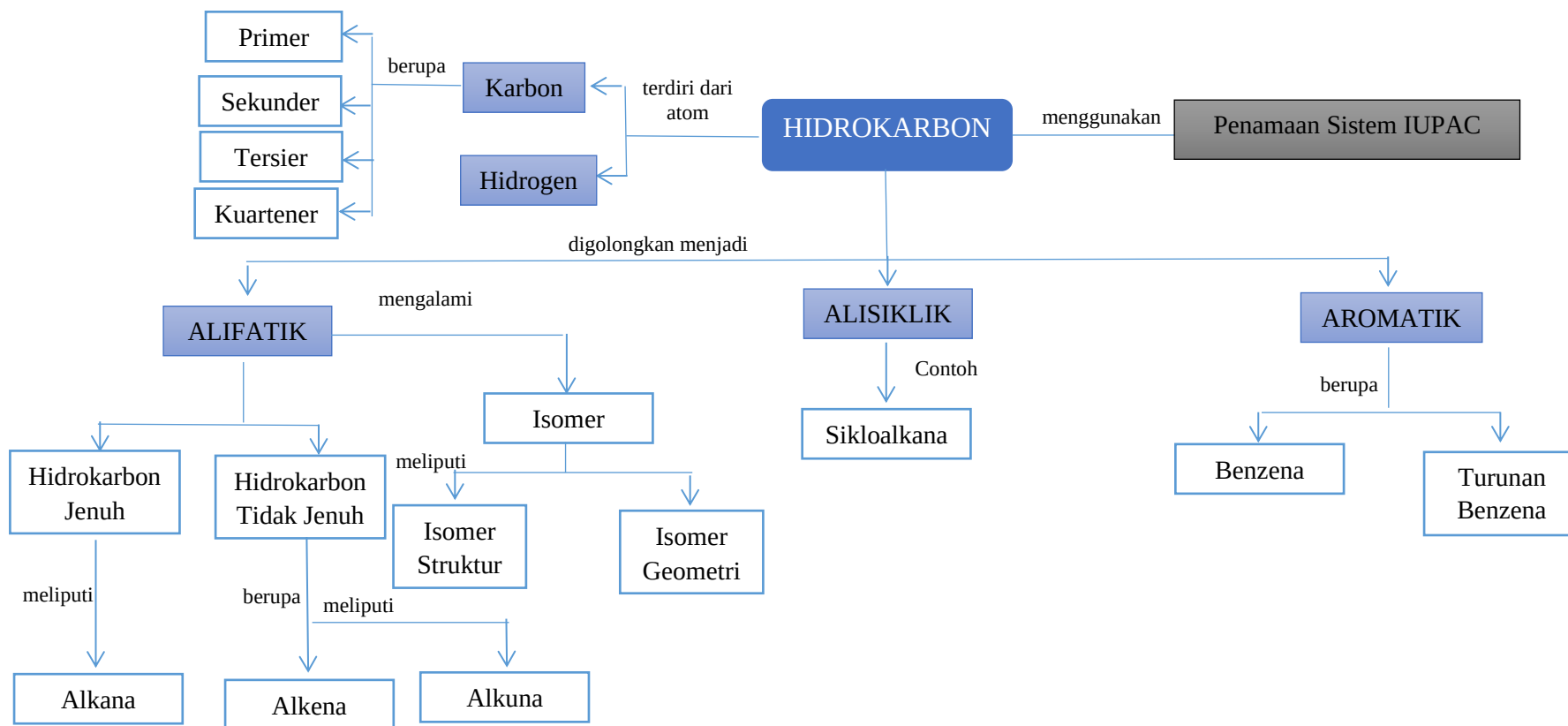
Analisis awal dilakukan dilakukan melalui wawancara dengan guru kimia MAN 3 Banjar, wawancara dengan peserta didik XI MIPA, penyebaran angket kemampuan awal literasi sains, serta analisis materi hidrokarbon. Berdasarkan hasil wawancara dengan guru kimia MAN 3 Banjar diketahui bahwa materi hidrokarbon masih menjadi salah satu materi yang dianggap sulit dipahami oleh peserta didik. Hal tersebut disebabkan karena materi hidrokarbon memuat konsep-konsep yang bersifat abstrak, seperti struktur molekul, isomer, serta tata nama senyawa, sehingga peserta didik cenderung menghafal konsep tanpa memahami penerapannya dalam kehidupan sehari-hari. Sejalan dengan pendapat (Rico & Fitriza, 2021) yang menyatakan bahwa hidrokarbon merupakan salah satu materi kimia yang dianggap sulit oleh peserta didik. Selain itu, Porwonto (2021)

juga menjelaskan bahwa konsep-konsep abstrak pada materi hidrokarbon sulit divisualisasikan sehingga menyebabkan peserta didik mengalami kesulitan dalam memahami materi tersebut.

Kondisi tersebut menunjukkan bahwa proses pembelajaran masih belum mampu memfasilitasi peserta didik dalam membangun pemahaman konsep secara bermakna. Menurut (Ihsan & Jannah, 2021) pembelajaran kimia pada era saat ini perlu didukung oleh media pembelajaran yang mampu meningkatkan pemahaman konsep sekaligus mengembangkan kemampuan literasi sains peserta didik. Hal ini dapat diperkuat melalui hasil angket kemampuan awal literasi sains. Hasil angket menunjukkan bahwa sebanyak 70,6% peserta didik belum terbiasa mengaitkan konsep kimia dengan isu lingkungan maupun sosial, 47,1% peserta didik belum terbiasa menggunakan bukti ilmiah sebelum mempercayai suatu informasi, dan 41,2% peserta didik masih mengalami kesulitan dalam mengidentifikasi serta merumuskan permasalahan ilmiah. Hasil tersebut menunjukkan bahwa kemampuan literasi sains peserta didik masih belum optimal, terutama pada aspek menjelaskan fenomena ilmiah, menggunakan bukti ilmiah, serta mengidentifikasi permasalahan. Peserta didik akan termotivasi untuk belajar kimia jika media yang digunakan bervariasi. Berdasarkan pernyataan guru kimia MAN 3 Banjar pembelajaran yang dihubungkan dengan fenomena lingkungan pada era sekarang agar dapat menumbuhkan kesadaran peserta didik akan pentingnya menjaga kelestarian lingkungan serta mendorong untuk memahami konsep-konsep kimia yang memiliki peran penting dalam menyelesaikan berbagai permasalahan lingkungan.

1) Analisis Materi

Setelah melakukan analisis, materi disusun dalam peta konsep sesuai Gambar 4.2.



Gambar 4.2. Analisis Materi Kimia

b. Design (Perancangan)

Analisis dari tahap sebelumnya berfungsi sebagai landasan untuk tahap desain. Bentuk tujuan pembelajaran disesuaikan dengan materi hidrokarbon berdasarkan hasil analisis, Adapun tujuan pembelajaran yang diinginkan yaitu; 1) Peserta didik dapat mengemukakan pengertian senyawa hidrokarbon; 2) Peserta didik dapat mengidentifikasi kekhasan atom karbon; 3) Peserta didik dapat menganalisis hidrokarbon berdasarkan jenis ikatan dan rantai karbonnya; 4) Peserta didik dapat menganalisis golongan senyawa hidrokarbon; 5) Peserta didik dapat mengidentifikasi rumus umum senyawa alkana, alkena dan alkuna; 6) Peserta didik dapat menganalisis tata nama senyawa hidrokarbon alkana, alkena dan alkuna; dan 7) Peserta didik dapat menganalisis isomer senyawa karbon.

Langkah selanjutnya peneliti melakukan penyusunan media pembelajaran *e-modul* hidrokarbon. Mengkaitkan materi hidrokarbon dengan isu-isu lingkungan yang terjadi dalam kehidupan sehari-hari menggunakan model PBL yang berorientasi *Problem Based Learning* (PBL) dengan pendekatan *Education for Sustainable Development (ESD)* yang sesuai, kemudian menentukan indikator kemampuan literasi sains yang dimunculkan dalam *e-modul*. *E-modul* yang dibuat terdiri dari *cover*, kata pengantar, daftar isi, daftar gambar, daftar tabel, peta konsep, glosarium, petunjuk penggunaan *e-modul*, pendahuluan, identitas modul, capaian pembelajaran, tujuan pembelajaran, alur tujuan pembelajaran, deskripsi, prasyarat. Kegiatan 1; pengertian senyawa hidrokarbon, kekhasan atom karbon, jenis ikatan, bentuk rantai karbon, senyawa alifatik dan siklik, posisi atom karbon

dan rantai karbon, contoh soal, tugas mandiri, tugas kelompok, studi kasus 1, aktivitas 1, Soal penguatan, kegiatan praktikum dan kesimpulan. Kegiatan 2; penamaan senyawa hidrokarbon berdasarkan jenis ikatan dan jumlah atom C, rumus umum senyawa alkana, alkena dan alkuna, tata nama senyawa alkana, alkena dan alkuna, contoh soal, tugas mandiri, studi kasus 2, tugas kelompok, aktivitas 2, soal penguatan, soal literasi sains dan kesimpulan. Kegiatan 3; isomer senyawa karbon, isomer struktur, isomer ruang, keisomeran alkana, alkena dan alkuna, tugas mandiri, studi kasus 3, aktivitas 3, tugas kelompok, soal penguatan, soal literasi sains, kesimpulan dan daftar pustaka. Media pembelajaran *e-modul* hidrokarbon berbasis *Problem Based Learning* (PBL) dengan pendekatan *Education for Sustainable Development* (ESD) untuk meningkatkan literasi sains di buat menggunakan aplikasi Microsoft word dan Canva.

c. Development (Pengembangan)

Tahap ini dilakukan setelah media pembelajaran *e-modul* hidrokarbon dirancang pada tahap perancangan. Pengembangan dilakukan melalui tahap berikut.

1) Konsultasi ke Dosen Pembimbing

Langkah yang mendasari penelitian ini dilakukan dengan mengkonsultasikan materi dan rencana media pembelajaran kepada dosen pembimbing. Selanjutnya peneliti membuat rancangan media pembelajaran *e-modul* sesuai bimbingan dosen pembimbing sehingga dibuatlah produk yang mendasari *e-modul* hidrokarbon berbasis *Problem Based Learning* (PBL) dengan pendekatan *Education for Sustainable Development* (ESD) untuk meningkatkan

literasi sains. *E-modul* yang dikembangkan dibuat dengan menggunakan Microsoft word dan Canva yang kemudian dipublikasikan pada aplikasi Flip PDF Corporate Edition. Flip PDF Corporate Edition merupakan aplikasi online yang dapat mengubah dokumen PDF menjadi buku digital interaktif dengan efek membalik halaman yang mirip dengan buku cetak. Aplikasi lain yang bisa digunakan untuk *membuat e-modul* yaitu Adobe InDesign, Microsoft PowerPoint, Kotobee Author, Sigil, dan Book Creator.

2) Revisi I

Melakukan revisi I terhadap media pembelajaran *e-modul* hidrokarbon PBL dengan pendekatan ESD untuk meningkatkan literasi sains yang dikembangkan sesuai dengan saran dan masukan dari dosen pembimbing.

3) Validasi Ahli Literasi Sains, Ahli Materi dan Ahli Media

Setelah dilakukan revisi selanjutnya melakukan validasi media yang dikembangkan. Validasi dilakukan oleh 2 dosen Tadris Kimia, 1 guru kimia MAN 3 Banjar untuk memvalidasi media pembelajaran yang dikembangkan. Untuk mendapatkan hasil media pembelajaran dalam *e-modul* hidrokarbon berbasis PBL berorientasi ESD untuk meningkatkan literasi sains yang dikembangkan, validasi dilakukan untuk mendapatkan masukan dan saran validator. Hasil persetujuan ahli literasi sains terhadap *e-modul* yang dikembangkan sebesar 83% masuk dalam klasifikasi “sangat valid”, 80% hasil ahli materi masuk dalam klasifikasi “valid” dan 85% hasil ahli media masuk dalam klasifikasi “sangat valid”. Kelayakan media pembelajaran *e-modul* hidrokarbon yang di kembangkan ditentukan oleh hasil

validitas berupa skor kevalidan, masukan dan saran validator sehingga selanjutnya dapat diuji cobakan (Sugiono, 2019).

d. *Implementation (Implementasi)*

Setelah dilakukan revisi II, menanggapi komentar, saran, dan masukan validator. Kemudian peneliti menguji cobakan media pembelajaran *e-modul* hidrokarbon berbasis *Problem Based Learning* (PBL) berorientasi *Education for Sustainable Development (ESD)* untuk meningkatkan literasi sains serta memberikan angket respon kepada peserta didik, yang bertujuan untuk mengetahui bagaimana respon peserta didik terhadap media pembelajaran *Problem Based Learning* (PBL) berorientasi *Education for Sustainable Development (ESD)* untuk meningkatkan literasi sains (Shabrina dkk., 2024). Tahap implementasi dilakukan di MAN 3 Banjar dengan 1 kali pertemuan yaitu pada tanggal 15 Juni 2026. Hasil yang didapatkan dari respon peserta didik sebesar 82% dengan kategori “sangat valid” dan data tambahan berupa respon guru kimia mendapatkan nilai sebesar 95% dengan kategori “sangat valid”.

e. *Evaluation (Evaluasi)*

Tahap evaluasi dilakukan penilaian hasil pengembangan pada setiap tahapan yang telah dilaksanakan, sehingga dapat diketahui kelebihan, kekurangan, serta perbaikan yang diperlukan terhadap produk yang dikembangkan (Latip, 2022). Setiap hasil penilaian, komentar, informasi dan gagasan dari ahli validator yang terdiri dari ahli literasi sains, ahli materi, dan ahli media dipertimbangkan saat penilaian validasi serta respon peserta didik dan data tambahan dari respon guru kimia terhadap media pembelajaran *e-modul hidrokarbon* yang dikembangkan.

Berdasarkan evaluasi, didapatkan hasil untuk mengetahui apakah media pembelajaran *e-modul* hidrokarbon berbasis PBL berorientasi ESD untuk meningkatkan literasi sains yang telah dikembangkan layak untuk digunakan dalam proses pembelajaran.

2. Validitas Media Pembelajaran *E-modul* Hidrokarbon Berbasis PBL Berorientasi *Education for Sustainable Development* (ESD) untuk Meningkatkan Literasi Sains

Tujuan mengetahui kelayakan *e-modul* hidrokarbon untuk mengetahui validitas *e-modul* hidrokarbon yang dikembangkan sebagai penunjang pembelajaran di kelas atau belajar mandiri. Para ahli dalam penelitian ini melakukan pengecekan validitas produk untuk melihat apakah *e-modul* hidrokarbon layak digunakan. Produk divalidasi oleh dosen Tadris Kimia UIN Antasari Banjarmasin dan Guru Kimia MAN 3 Banjar sebagai ahli literasi sains, ahli materi dan ahli media.

a. Hasil Validitas Ahli Literasi Sains

Validitas literasi sains dilakukan untuk mengetahui kesesuaian dan ketepatan penyajian aspek literasi sains pada *e-modul* hidrokarbon berbasis PBL berorientasi ESD untuk meningkatkan literasi sains yang dikembangkan. Validasi ini bertujuan untuk memastikan bahwa *e-modul* telah memuat komponen-komponen yang mampu memfasilitasi pengembangan kemampuan literasi sains peserta didik sesuai dengan tujuan pembelajaran. Indikator penilaian yang termuat dalam validasi literasi sains meliputi kemampuan menjelaskan fenomena ilmiah, menggunakan pengetahuan ilmiah untuk membuat prediksi dan menarik

kesimpulan, mengidentifikasi dan menganalisis permasalahan ilmiah, menggunakan bukti ilmiah, serta mengevaluasi dan menentukan solusi terhadap suatu permasalahan. Melalui proses validasi ini diharapkan *e-modul* yang dikembangkan memiliki kesesuaian dengan indikator literasi sains sehingga layak digunakan sebagai bahan ajar untuk meningkatkan kemampuan literasi sains peserta didik. Validasi dilakukan oleh dua ahli yaitu Bapak Alvian Ikhsanul Fatya, S.Pd., M.Si dan Ibu Naimah, S.Pd.

Tabel 4.1 menunjukkan *e-modul* yang dikembangkan memenuhi 6 indikator penilaian yaitu fenomena ilmiah, pengetahuan ilmiah, prediksi dan kesimpulan, analisis masalah, bukti ilmiah dan evaluasi solusi yang memuat beberapa butir penilaian. Jika diinterpretasikan, hasil persentase setiap indikator menunjukkan bahwa *e-modul* memiliki tingkat validitas yang baik. Indikator fenomena ilmiah memperoleh persentase sebesar 84%, pengetahuan ilmiah 81%, analisis masalah 83%, bukti ilmiah 83%, dan evaluasi solusi 88%, sehingga seluruhnya termasuk dalam kategori sangat valid. Sementara itu, indikator prediksi dan kesimpulan memperoleh persentase sebesar 75% dengan kategori valid. Hasil validasi literasi sains dari kedua validator menunjukkan total skor sebesar 132 dengan presentase 83% termasuk dalam kategori “sangat valid”. Hal ini sejalan dengan penelitian pengembangan media pembelajaran berbasis *Problem Based Learning* (PBL) yang diintegrasikan dengan pendekatan *Education for Sustainable Development* (ESD) oleh Shabrina, (2024) yang mana hasil validitas ahli terhadap media yang dikembangkan sebesar 89% dan masuk dalam kategori “sangat valid”. Media

pembelajaran dikatakan valid apabila presentase kevalidannya $\geq 62,50\%$ sebagaimana hasil penelitian yang dilakukan oleh Arumawati dkk., (2025).

Berdasarkan hasil validitas tabel 4.1, kedua ahli literasi sains menyatakan bahwa *e-modul* hidrokarbon berbasis PBL berorientasi ESD untuk meningkatkan literasi sains yang dikembangkan telah memenuhi indikator literasi sains yang digunakan dalam penelitian, yaitu fenomena ilmiah, pengetahuan ilmiah, prediksi dan kesimpulan, analisis masalah, bukti ilmiah, serta evaluasi solusi. Hal ini menunjukkan bahwa penyajian materi, studi kasus, aktivitas pembelajaran, dan evaluasi dalam *e-modul* telah sesuai untuk memfasilitasi pengembangan kemampuan literasi sains peserta didik. Penyajian materi yang dikaitkan dengan fenomena kehidupan sehari-hari dan permasalahan lingkungan pada materi hidrokarbon dinilai mampu mendorong peserta didik untuk menjelaskan fenomena secara ilmiah, menggunakan pengetahuan ilmiah dalam membuat prediksi dan menarik kesimpulan, menganalisis permasalahan berdasarkan bukti ilmiah, serta mengevaluasi alternatif solusi yang tepat. Hasil tersebut sejalan dengan kerangka literasi sains yang dikemukakan oleh OECD (2020), yang menekankan bahwa peserta didik perlu mampu menjelaskan fenomena ilmiah, menggunakan pengetahuan ilmiah, menginterpretasikan bukti ilmiah, dan mengambil keputusan berdasarkan bukti.

Hasil validasi ini juga didukung oleh penelitian Agustina Nur Khairrunisa dkk., (2025) yang menyatakan bahwa penerapan model *Problem Based Learning* (PBL) mampu meningkatkan kemampuan literasi sains karena peserta didik dilibatkan secara aktif dalam menganalisis permasalahan nyata, mencari informasi

ilmiah, serta menyusun solusi berdasarkan bukti ilmiah. Selaras dengan itu, penelitian Shabrina dkk., (2024). menunjukkan bahwa perangkat pembelajaran berbasis PBL yang diintegrasikan dengan pendekatan ESD dinyatakan layak digunakan dan efektif dalam meningkatkan kemampuan literasi sains peserta didik melalui pembelajaran yang kontekstual dan berorientasi pada isu keberlanjutan. Hasil penelitian oleh Ningtyas dkk., (2025) memperkuat bahwa penerapan model PBL yang dipadukan dengan bahan ajar digital dan pendekatan ESD merupakan strategi yang efektif dalam mengembangkan literasi sains peserta didik pada pembelajaran kimia. Arumawati dkk., (2025) menyatakan penilaian validitas ahli literasi sains sesuai kriteria penilaiannya masing-masing maka, tiap indikator penilaian dengan nilai sebesar $\geq 62,50\%$ dinyatakan valid.

Tabel 4.2 hasil analisis data kualitatif validator ahli literasi sains menunjukkan kesimpulan sementara bahwa media pembelajaran *e-modul* hidrokarbon berbasis PBL berorientasi ESD untuk meningkatkan literasi sains dapat digunakan tetapi perlu sedikit revisi sesuai masukan validator 1 dan validator 2 berdasarkan hasil analisis data kualitatif. Hasil triangulasi data pada tabel 4.3 menunjukkan bahwa kedua validator ahli literasi sains menyatakan *e-modul* hidrokarbon yang telah dibuat layak digunakan setelah melakukan sedikit perbaikan sesuai dengan masukan dan saran validator. Peneliti melakukan revisi sesuai masukan dan saran dari validator 1 dan validator 2. Adapun media *e-modul* sebelum dan sesudah dilakukan revisi dapat dilihat pada Tabel 4.16.

Tabel 4.16 Revisi *E-modul* Berdasarkan Masukan dan Saran Ahli Literasi Sains

No	Sebelum revisi	Setelah Revisi
1	 Saran studi kasus yang lebih berhubungan dengan materi	 Mengubah studi kasus pada kegiatan 3 mengenai pengaruh kualitas bahan bakar yang lebih berkaitan dengan materi isomer atom karbon sesuai saran validator

Berdasarkan Tabel 4.16 revisi yang dilakukan adalah revisi dilakukan adalah dengan mengganti studi kasus yang awalnya mengenai pemanasan global menjadi pengaruh kualitas bahan bakar. Untuk studi kasus yang lain sudah sesuai dan berhubungan dengan sub materi hidrokarbon sehingga pada kegiatan pembelajaran 1 dan 2 tidak dilakukan revisi.

b. Hasil Validitas Ahli Materi

Validitas Materi dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui kelayakan materi pada media pembelajaran *e-modul* hidrokarbon berbasis PBL berorientasi ESD untuk meningkatkan literasi sains yang dikembangkan. Indikator penilaian yang termuat dalam validitas materi yaitu kesesuaian materi, kelengkapan penyajian dan kebermanfaatan. Validasi dilakukan oleh dua ahli yaitu Bapak Alvian

Ikhsanul Fayta, S.Pd., M.Si dan Ibu Naimah, S.Pd. Analisis data kuantitatif validasi ahli materi dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Berdasarkan Tabel 4.4 *e-modul* hidrokarbon yang dikembangkan memenuhi tiga indikator penilaian yaitu kesesuaian materi, kelengkapan penyajian, dan kebermanfaatan. Hasil presentase indikator kesesuaian materi mendapatkan nilai sebesar 80%, indikator kelengkapan penyajian mendapatkan nilai 78% dan indikator kebermanfaatan mendapatkan nilai 83%, untuk setiap indikatornya jika diinterpretasikan maka indikator kesesuaian materi dan kelengkapan materi masuk dalam kategori “valid” sedangkan pada indikator kebermanfaatan masuk dalam kategori “sangat valid”. Jumlah skor total dari kedua validator ahli materi yaitu 128 dengan presentase sebesar 80% dengan kategori “valid”. Media pembelajaran dikatakan valid apabila presentase kevalidannya $\geq 62,50\%$ sebagaimana hasil penelitian yang dilakukan oleh Arumawati dkk., (2025).

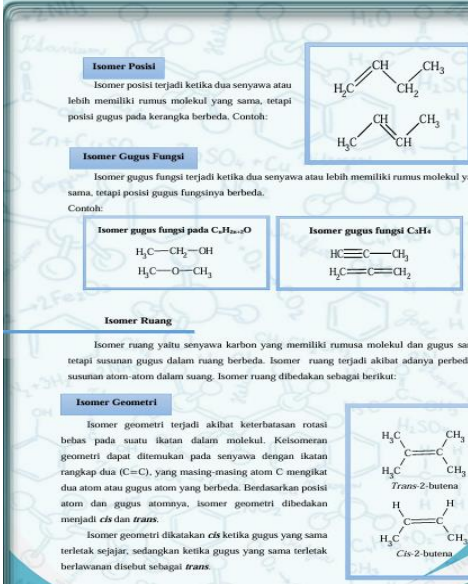
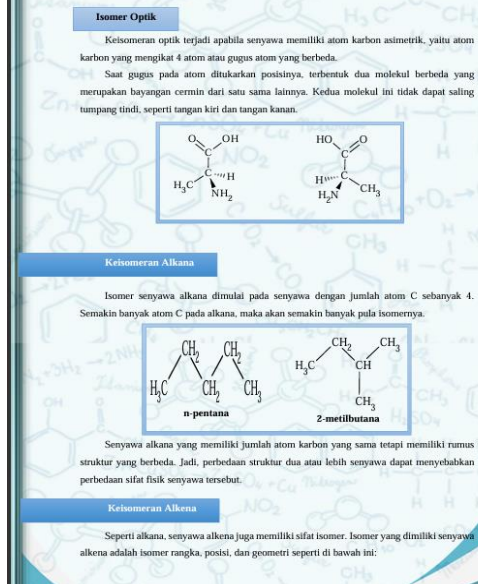
Berdasarkan hasil validitas, kedua validator ahli materi menilai produk yang dikembangkan dari segi kesesuaian materi sudah sesuai dengan indikator. Materi yang disajikan dinilai telah sesuai dengan capaian pembelajaran dan tujuan pembelajaran pada materi hidrokarbon, disusun secara sistematis, serta mampu menyajikan konsep mulai dari konsep dasar hingga keterkaitan antarkonsep secara runtut. Selain itu, penyajian contoh, ilustrasi, dan studi kasus yang dikaitkan dengan isu-isu lingkungan dinilai mampu mendukung pemahaman konsep peserta didik sekaligus memfasilitasi pengembangan kemampuan literasi sains. Integrasi model PBL dan pendekatan ESD dalam *e-modul* juga dinilai telah sesuai karena mampu menghubungkan materi hidrokarbon dengan permasalahan nyata, seperti

pencemaran udara, penggunaan bahan bakar fosil, dan sampah plastik, sehingga pembelajaran menjadi lebih kontekstual. Hal ini sejalan penelitian Shabrina dkk., (2024) yang menyatakan bahwa perangkat pembelajaran berbasis PBL yang terintegrasi dengan pendekatan ESD memenuhi kriteria kelayakam yang dapat mengaitkan konsep pembelajaran kimia dengan isu-isu keberlanjutan, sehingga pembelajaran menjadi lebih bermakna dan kontekstual bagi peserta didik.

Ditinjau dari aspek kelengkapan penyajian, kedua validator ahli materi menyatakan bahwa *e-modul* berbasis PBL berorientasi ESD telah disusun secara sistematis dan sesuai dengan struktur penyusunan bahan ajar. *E-modul* memuat komponen yang lengkap, meliputi sampul, kata pengantar, daftar isi, petunjuk penggunaan, capaian dan tujuan pembelajaran, peta konsep, kegiatan pembelajaran berbasis sintaks PBL, uraian materi, contoh soal, latihan soal, evaluasi, glosarium, daftar pustaka, serta profil penyusun. Penyajian materi yang tersusun secara runtut memudahkan peserta didik dalam memahami hubungan antar konsep pada materi hidrokarbon. Hal ini sejalan dengan penelitian Ningtyas dkk., (2025) yang menyatakan bahwa *e-modul* hidrokarbon berbasis *Problem Based Learning* memiliki penyajian yang sistematis dan memenuhi komponen penyusun bahan ajar elektronik, sehingga memperoleh kategori sangat valid berdasarkan penilaian ahli. Selain itu, penelitian Fauziah dkk., (Fauziah dkk., 2024) juga menunjukkan bahwa penyajian *e-modul* yang terstruktur tidak hanya memudahkan peserta didik dalam mengikuti alur pembelajaran, tetapi juga mendukung tercapainya tujuan pembelajaran secara lebih efektif.

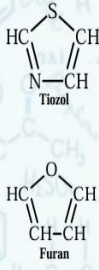
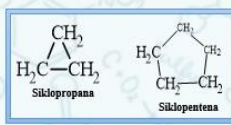
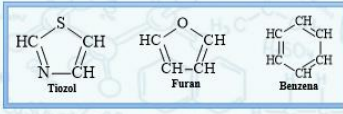
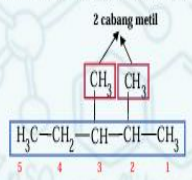
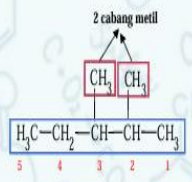
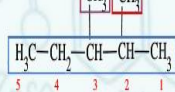
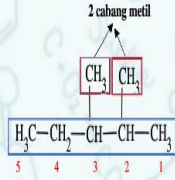
Kemudian analisis data kualitatif validasi ahli materi dapat dilihat pada Tabel 4.5. Kesimpulan sementara hasil data kualitatif yaitu dapat digunakan tetapi perlu sedikit revisi pada validator 1 dan validator 2 berdasarkan hasil analisis data kualitatif yang dilakukan. Triangulasi data validitas ahli materi disajikan dalam Tabel 4.6. *e-modul* hidrokarbon yang dikembangkan layak untuk diuji, dengan sedikit perbaikan dari masukan dan saran kedua validator. Adapun *e-modul* sebelum dan sesudah dilakukan revisi dapat dilihat pada Tabel 4.17.

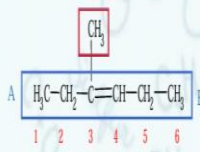
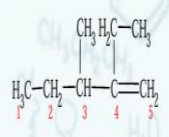
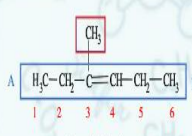
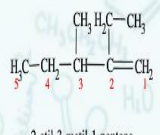
Tabel 4.17 Revisi *E-modul* Berdasarkan Masukan dan Saran Ahli Materi

No	Sebelum revisi	Setelah Revisi
1	 Isomer Posisi Isomer posisi terjadi ketika dua senyawa atau lebih memiliki rumus molekul yang sama, tetapi posisi gugus pada kerangka berbeda. Contoh: Isomer Gugus Fungsi Isomer gugus fungsi terjadi ketika dua senyawa atau lebih memiliki rumus molekul yang sama, tetapi posisi gugus fungsinya berbeda. Contoh: Isomer Ruang Isomer ruang yaitu senyawa karbon yang memiliki rumus molekul dan gugus sama tetapi susunan gugus dalam ruang berbeda. Isomer ruang terjadi akibat adanya perbedaan susunan atom-atom dalam ruang. Isomer ruang dibedakan sebagai berikut: Isomer Geometri Isomer geometri terjadi akibat keterbatasan rotasi bebas pada suatu ikatan dalam molekul. Keisomeran geometri dapat ditemukan pada senyawa dengan ikatan rangkap dua (C=C), yang masing-masing atom C mengikat dua atom atau gugus atom yang berbeda. Berdasarkan posisi atom dan gugus atomnya, isomer geometri dibedakan menjadi <i>cis</i> dan <i>trans</i>. Isomer geometri dikatakan <i>cis</i> ketika gugus yang sama terletak sejajar, sedangkan ketika gugus yang sama terletak berlawanan disebut sebagai <i>trans</i>.	 Isomer Optik Keisomeran optik terjadi apabila senyawa memiliki atom karbon asimetrik, yaitu atom karbon yang mengikat 4 atom atau gugus atom yang berbeda. Saat gugus pada atom ditukarkan posisinya, terbentuk dua molekul berbeda yang merupakan bayangan cermin dari satu sama lainnya. Kedua molekul ini tidak dapat saling tumpang tindih, seperti tangan kiri dan tangan kanan. Keisomeran Alkana Isomer senyawa alkana dimulai pada senyawa dengan jumlah atom C sebanyak 4. Semakin banyak atom C pada alkana, maka akan semakin banyak pula isomernya. Keisomeran Alkena Senyawa alkana yang memiliki jumlah atom karbon yang sama tetapi memiliki rumus struktur yang berbeda. Jadi, perbedaan struktur dua atau lebih senyawa dapat menyebabkan perbedaan sifat fisik senyawa tersebut.

Alisiklik dan aromatik ada kemungkinan memiliki isomer

Menambahkan isomer pada senyawa alisiklik dan aromatik sesuai saran validator

No	Sebelum revisi	Setelah Revisi
2	❖ Senyawa Aromatik Senyawa aromatik merupakan senyawa siklik yang ikatannya terdiri atas ikatan tunggal dan rangkap dua dengan posisi berselang-seling. Benzena merupakan contoh senyawa aromatik. Adapun senyawa siklik yang memiliki atom selain atom karbon dalam rantainya disebut heterosiklik. Posisi Atom Karbon dalam Rantai Karbon Berdasarkan kemampuan atom karbon yang dapat berikatan dengan atom karbon lain, jenis atom karbon dikelompokkan menjadi empat, yaitu atom karbon primer, sekunder, tersier, dan kuarterner. Istilah ini didasarkan pada jumlah atom karbon yang terikat pada atom karbon tertentu. 	Senyawa alisiklik merupakan senyawa siklik yang rantainya hanya terdiri dari atom karbon saja. Terdapat dua jenis, yaitu senyawa siklik jenuh (siloalkana) dan tak jenuh (siloalkena). Contoh senyawa alisiklik adalah siklopropana dan siklopentena.  ❖ Senyawa Aromatik Senyawa aromatik merupakan senyawa siklik yang ikatannya terdiri atas ikatan tunggal dan rangkap dua dengan posisi berselang-seling. Benzena merupakan contoh senyawa aromatik. Adapun senyawa siklik yang memiliki atom selain atom karbon dalam rantainya disebut heterosiklik.  Posisi Atom Karbon dalam Rantai Karbon Berdasarkan kemampuan atom karbon yang dapat berikatan dengan atom karbon lain, jenis atom karbon dikelompokkan menjadi empat, yaitu atom karbon primer, sekunder, tersier, dan kuarterner. Istilah ini didasarkan pada jumlah atom karbon yang terikat pada atom karbon tertentu.
3	b) Beri nomor rantai induk dari ujung yang paling dekat dengan cabang  c) Penulisan nama senyawa mengikuti aturan: Nomor cabang = nama cabang + nama alkana  2-3-dimetilpentana Cabang (substituen) yang berasal dari gugus alkana yang disebut sebagai gugus al Kesalahan dalam aturan penulisan senyawa	 c) Penulisan nama senyawa mengikuti aturan: Nomor cabang - nama cabang + nama alkana  2-3-dimetilpentana Cabang (substituen) yang berasal dari gugus alkana yang disebut sebagai gugus alkil. Gugus alkil merupakan gugus alkana yang kehilangan 1 atom H, sehingga rumus umumnya adalah C_nH_{2n+1}. Gugus alkil dinamai menurut induk alkannya dengan merubah akhiran -ana menjadi -il. Nama dan rumus struktur gugus alkil yang sering dijumpai sebagai berikut. Tabel 1.3 Nama dan Struktur Gugus Alkil Memperbaiki kesalahan dalam aturan penulisan senyawa (=) menjadi (-)

No	Sebelum revisi	Setelah Revisi								
4	 3-metil-3-heksana d) Jika terdapat dua atau lebih substituen yang berbeda, penulisan namanya disusun berdasarkan urutan abjad huruf pertama substituen.  2-etil-3-metil-1-pentena e) Awalan di, tri, sek, ters, tidak perlu diperhatikan dalam penentuan urutan abjad, sedangkan awalan yang tidak dipisahkan dengan tanda hubung (seperti: iso-, dan	c) Penamaan senyawa alkene mengikuti aturan. Nomor atom cabang – nama cabang – nomor atom C yang terdapat ikatan rangkap – nama alkene  3-metil-3-heksana d) Jika terdapat dua atau lebih substituen yang berbeda, penulisan namanya disusun berdasarkan urutan abjad huruf pertama substituen.  2-etil-3-metil-1-pentena e) Awalan di, tri, sek, ters, tidak perlu diperhatikan dalam penentuan urutan abjad, sedangkan awalan yang tidak dipisahkan dengan tanda hubung (seperti: iso-, dan								
	Kesalahan penomoran seharusnya dari kanan bukan dari kiri	Memperbaiki kesalahan penomoran dari kiri kekanan karena yang paling dekat dengan rantai cabang								
5	Soal Literasi Sains Kerjakan soal di bawah ini dengan tepat! 1. Asap kendaraan bermotor merupakan salah satu penyumbang pencemaran udara perkotaan. Bahan bakar kendaraan sebagian besar tersusun atas senyawa hidrokarbon. Senyawa hidrokarbon adalah senyawa yang tersusun atas... A. Karbon dan oksigen B. Hidrogen dan oksigen C. Karbon dan hidrogen D. Karbon, hidrogen, dan nitrogen 2. Perhatikan data berikut! <table><tr><th>Senyawa</th><th>Rumus Molekul</th></tr><tr><td>X</td><td>C₆H₁₀</td></tr><tr><td>Y</td><td>C₆H₈</td></tr><tr><td>Z</td><td>C₆H₆</td></tr></table> Senyawa Y termasuk golongan... A. Alkana B. Alkena C. Alkuna D. Alkohol 3. Saat pembelajaran siswa diminta mengidentifikasi jenis hidrokarbon pada LPG yang memiliki rumus C₃H₈. Berdasarkan rumus umumnya C₃H₈ termasuk... 4. Perhatikan rumus berikut. C₆H₁₂ Golongan senyawa tersebut adalah... A. Alkana B. Alkena C. Alkuna D. Siloalkana 7. Pemerintah mendorong penggunaan transportasi umum untuk mengurangi emisi gas rumah kaca. Langkah tersebut bertujuan untuk mengurangi... A. Penggunaan hidrokarbon sebagai bahan bakar B. Produksi oksigen di atmosfer C. Jumlah tumbuhan hijau D. Intensitas cahaya matahari 8. Seorang siswa menemukan senyawa dengan rumus umum C₆H₁₀. Senyawa tersebut termasuk golongan... A. Alkana B. Alkena C. Alkuna D. Alkohol 9. Perhatikan fenomena berikut. “Jumlah kendaraan bermotor meningkat setiap tahun sehingga emisi hasil pembakaran bahan bakar semakin tinggi.” Fenomena tersebut menunjukkan bahwa penggunaan hidrokarbon dapat A. Meningkatkan kualitas udara B. Mengurangi pemanasan global C. Menyebabkan pencemaran udara D. Mengurangi jumlah karbon dioksida	Senyawa	Rumus Molekul	X	C ₆ H ₁₀	Y	C ₆ H ₈	Z	C ₆ H ₆	A. Alkana B. Alkena C. Alkuna D. Alkohol 3. Senyawa CH₂=CH₂ memiliki nama IUPAC... A. Etana B. Etena C. Etuna D. Propena 4. Nama IUPAC dari senyawa CH₃-CH₂-CH₃ adalah... A. Etana B. Propana C. Butana D. Pentana 5. Plastik merupakan bahan yang sulit 8. Seorang siswa menemukan senyawa dengan rumus umum C₆H₁₀. Senyawa tersebut termasuk golongan... A. Alkana B. Alkena C. Alkuna D. Alkohol 9. Perhatikan fenomena berikut. “Jumlah kendaraan bermotor meningkat setiap tahun sehingga emisi hasil pembakaran bahan bakar semakin tinggi.” Fenomena tersebut menunjukkan bahwa penggunaan hidrokarbon dapat A. Meningkatkan kualitas udara B. Mengurangi pemanasan global C. Menyebabkan pencemaran udara D. Mengurangi jumlah karbon dioksida
Senyawa	Rumus Molekul									
X	C ₆ H ₁₀									
Y	C ₆ H ₈									
Z	C ₆ H ₆									
	Pada kegiatan pembelajaran 2 soal literasi sainsnya tidak ada terkait tata nama	Menambahkan pertanyaan terkait tata nama pada soal literasi sains kegiatan pembelajaran 2								

No	Sebelum revisi	Setelah Revisi
6	b. Senyawa Alifatik Senyawa siklik memiliki rantai karbon tertutup, dibedakan menjadi alisiklik dan aromatik. ❖ Senyawa Alisiklik Senyawa alisiklik merupakan senyawa siklik yang rantainya hanya terdiri dari atom karbon saja. Terdapat dua jenis, yaitu senyawa siklik jenuh (siloalkana) dan tak jenuh (siloalkena). Contoh senyawa alisiklik adalah siklopropana dan siklopentena. Diagram showing the chemical structures of three cyclic compounds: Cyclopropane (a three-membered carbon ring), Cyclopentene (a five-membered carbon ring with one double bond), and Benzene (a six-membered carbon ring with alternating double bonds). ❖ Senyawa Aromatik Senyawa aromatik merupakan senyawa siklik yang ikatannya terdiri atas ikatan tunggal dan rangkap dua dengan posisi berselang-seling. Benzena merupakan Terdapat kesalahan (<i>typo</i>) dalam pengetikan	b. Senyawa Siklik Senyawa siklik memiliki rantai karbon tertutup, dibedakan menjadi alisiklik dan aromatik. ❖ Senyawa Alisiklik Senyawa alisiklik merupakan senyawa siklik yang rantainya hanya terdiri dari atom karbon saja. Terdapat dua jenis, yaitu senyawa siklik jenuh (siloalkana) dan tak jenuh (siloalkena). Contoh senyawa alisiklik adalah siklopropana dan siklopentena. Diagram showing the chemical structures of two cyclic compounds: Cyclopropane (a three-membered carbon ring) and Cyclopentene (a five-membered carbon ring with one double bond). ❖ Senyawa Aromatik Senyawa aromatik merupakan senyawa siklik yang ikatannya terdiri atas ikatan Memperbaiki kesalahan (<i>typo</i>) dalam pengetikan
7	Pernahkah kalian melihat asap kendaraan di jalan raya? Menurut kalian, mengapa hal tersebut dapat terjadi? Tahukah kamu kendaraan bermotor telah menjadi bagian penting dalam kehidupan sehari-hari. Hampir setiap hari kita menggunakan sepeda motor, mobil, atau angkutan umum untuk beraktivitas. Namun, di balik kemudahan tersebut, kendaraan juga menghasilkan asap yang dapat mencemari udara. Asap kendaraan berasal dari proses pembakaran bahan bakar seperti bensin dan solar di dalam mesin. Semakin banyak kendaraan di jalan raya, semakin banyak pula asap yang dihasilkan. Akibatnya, kualitas pembakaran bahan bakar kendaraan dapat menghasilkan polusi udara? apa hubungan senyawa hidrokarbon dengan asap kendaraan? Terdapat bagian yang terpotong	Pernahkah kalian melihat asap kendaraan di jalan raya? Menurut kalian, mengapa hal tersebut dapat terjadi? Tahukah kamu kendaraan bermotor telah menjadi bagian penting dalam kehidupan sehari-hari. Hampir setiap hari kita menggunakan sepeda motor, mobil, atau angkutan umum untuk beraktivitas. Namun, di balik kemudahan tersebut, kendaraan juga menghasilkan asap yang dapat mencemari udara. Asap kendaraan berasal dari proses pembakaran bahan bakar seperti bensin dan solar di dalam mesin. Semakin banyak kendaraan di jalan raya, semakin banyak pula asap yang dihasilkan. Akibatnya, kualitas udara menurun dan dapat menimbulkan berbagai dampak bagi kehidupan. Apakah pembakaran bahan bakar kendaraan dapat menghasilkan polusi udara? Apa hubungan senyawa hidrokarbon dengan asap kendaraan? Memperbaiki bagian yang terpotong

Berdasarkan Tabel 4.17 dilakukan perbaikan penambahan isomer pada senyawa alisiklik dan aromatik sesuai arahan validator dan penambahan struktur benzene yang belum ada gambarnya. Kemudian memperbaiki kesalahan dalam

aturan penulisan senyawa, memperbaiki kesalahan penomoran yang seharusnya dari kanan karena paling dekat dengan cabang. Menambahkan pertanyaan terkait tata nama pada soal literasi sains kegiatan pembelajaran 2, memperbaiki kesalahan (*typo*) dalam pengetikan serta ada bagian yang terpotong untuk menyempurnakan media pembelajaran *e-modul*.

c. Hasil Validitas Ahli Media

Validitas media dilakukan dengan tujuan untuk menentukan kelayakan desain pada media pembelajaran *e-modul* hidrokarbon berbasis PBL berorientasi ESD untuk meningkatkan literasi sains yang dibuat. Aspek yang dilihat dalam validitas media yaitu desain cover, desain isi, dan kemudahan penggunaan. Validasi dilakukan oleh Ibu Ratna Kartika Irawati, S.Pd., M.Pd dan Ibu Naimah, S.Pd.

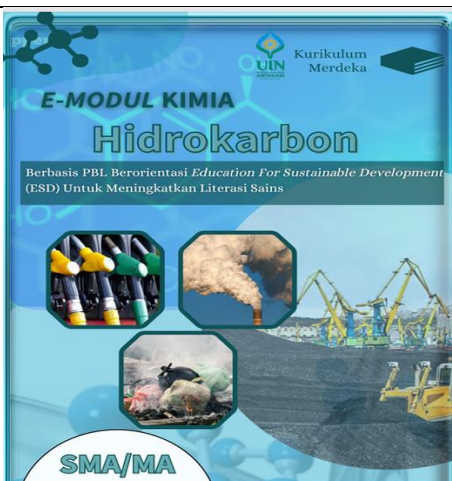
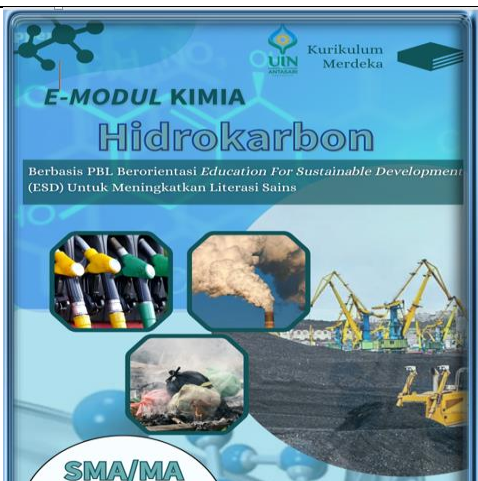
Analisis data kuantitatif validitas ahli media dapat dilihat pada Tabel 4.7. Berdasarkan Tabel 4.7 dapat diketahui bahwa *e-modul* hidrokarbon yang dikembangkan memenuhi tiga indikator penilaian dari desain *cover*, desain isi dan kemudahan penggunaan. Hasil presentase per indikator jika diinterpretasikan maka indikator penilaian desain *cover*, desain isi dan kemudahan penggunaan masuk dalam kategori “sangat valid” dengan presentase berturut-turut 83%, 85% dan 88%. Hal ini sejalan dengan penelitian Yanti dkk., (2024) menunjukkan bahwa *e-modul* berbasis PBL yang dikembangkan memenuhi kriteria sangat valid pada aspek tampilan dan kemudahan penggunaan, sehingga mampu meningkatkan ketertarikan peserta didik dalam mengikuti proses pembelajaran. Dengan demikian, desain media yang baik tidak hanya meningkatkan daya tarik visual, tetapi juga

mendukung kemudahan peserta didik dalam mengakses informasi dan memahami materi pembelajaran.

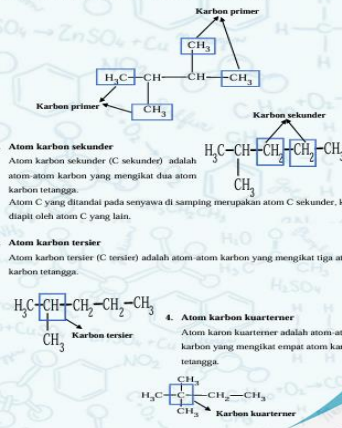
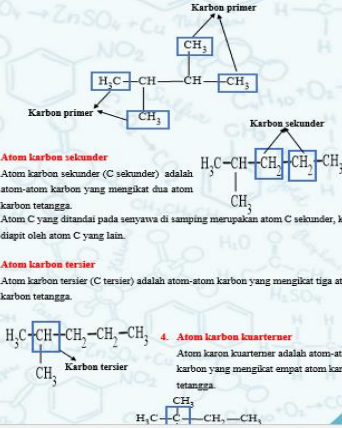
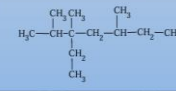
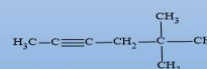
Kemudian, analisis data kualitatif hasil validasi ahli media dapat dilihat pada Tabel 4.8. Berdasarkan hasil analisis tersebut, kedua validator menyatakan bahwa *e-modul* dapat digunakan dengan beberapa perbaikan sesuai masukan dan saran yang diberikan. Perbaikan yang dilakukan meliputi penyempurnaan tampilan media, konsistensi tata letak, penggunaan jenis dan ukuran huruf, serta penyesuaian beberapa elemen visual agar lebih menarik dan mudah dipahami oleh peserta didik. Setelah seluruh saran validator ditindaklanjuti, *e-modul* dinyatakan layak untuk digunakan pada tahap uji coba.

Triangulasi data untuk mendapatkan kesimpulan dari kedua data tersebut. Triangulasi data validitas ahli media disajikan dalam Tabel 4.9. Kesimpulan akhir dari kedua validator adalah media yang dikembangkan dapat digunakan tetapi perlu sedikit revisi. Adapun *e-modul* sebelum dan sesudah dilakukan revisi dapat dilihat pada Tabel 4.18.

Tabel 4.18 Revisi *E-modul* Berdasarkan Masukan dan Saran Ahli Media

No	Sebelum revisi	Setelah Revisi
1		

No	Sebelum revisi	Setelah Revisi
	Bagian penulisan kurang kontras warnanya	Memperbaiki bagian penulisan kurang kontras warnanya sesuai saran validator
2	 Ada bagian yang posisinya kurang pas pada	 Memperbaiki bagian yang posisinya kurang pas pada
3	 Setelah kata pengantar kota, bulan tahun, penyusun	 Menambahkan setelah kata pengantar kota, bulan tahun, penyusun

No	Sebelum revisi	Setelah Revisi
4	1. Atom karbon primer Atom karbon primer (C primer) adalah atom-atom karbon yang mengikat satu atom karbon lain. Senyawa terdiri dari enam buah atom C, atom karbon yang berikatan dengan satu atom karbon lain ada empat buah, seperti pada gambar berikut.  2. Atom karbon sekunder Atom karbon sekunder (C sekunder) adalah atom-atom karbon yang mengikat dua atom karbon tetangga. Atom C yang ditandai pada senyawa di samping merupakan atom C sekunder, karena diapit oleh atom C yang lain. 3. Atom karbon tersier Atom karbon tersier (C tersier) adalah atom-atom karbon yang mengikat tiga atom karbon tetangga. 4. Atom karbon kuartener Atom karbon kuartener adalah atom-atom karbon yang mengikat empat atom karbon tetangga. Terdapat kalimat yang warnanya kurang jelas	1. Atom karbon primer Atom karbon primer (C primer) adalah atom-atom karbon yang mengikat satu atom karbon lain. Senyawa terdiri dari enam buah atom C, atom karbon yang berikatan dengan satu atom karbon lain ada empat buah, seperti pada gambar berikut.  2. Atom karbon sekunder Atom karbon sekunder (C sekunder) adalah atom-atom karbon yang mengikat dua atom karbon tetangga. Atom C yang ditandai pada senyawa di samping merupakan atom C sekunder, karena diapit oleh atom C yang lain. 3. Atom karbon tersier Atom karbon tersier (C tersier) adalah atom-atom karbon yang mengikat tiga atom karbon tetangga. 4. Atom karbon kuartener Atom karbon kuartener adalah atom-atom karbon yang mengikat empat atom karbon tetangga. Merevisi kalimat yang warnanya kurang jelas sesuai dengan saran validator
5.	Membimbing Penyelidikan Mandiri dan Kelompok Tugas Mandiri 1. Bagaimana cara untuk mengidentifikasi unsur C (karbon), H (hidrogen) dalam senyawa karbon? jelaskan caranya! 2. Tentukan jumlah atom karbon primer, sekunder, tersier dan kuartener pada gambar struktur berikut ini!  Studi Kasus 1 Perhatikan Gambar di bawah ini!  Perlu ditambahkan tugas mandiri minimal 5 soal	Tugas Mandiri 1. Buatlah struktur senyawa dari 2,2-dimetilbutana! 2. Berilah nama struktur senyawa berikut!  3. Tentukan nama IUPAC dari struktur berikut: $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ 4. Gambarkan struktur dari senyawa berikut: a. Pentana b. 2-Metilbutana 5. Tentukan nama senyawa berikut: $\text{CH}_3-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ Menambah menjadi 5 soal pada tugas mandiri sesuai arahan validator

Berdasarkan Tabel 4.18 dilakukan perbaikan bagian penulisan kurang kontras warnanya sesuai saran validator dan ada posisi/tata letak yang kurang pada pada *e-modul* dan menambahkan setelah kata pengantar kota, bulan tahun, penyusun. Merevisi kalimat yang warna kurang jelas pada *e-modul* serta menambah soal pada tugas mandiri menjadi 5 soal.

3. Respon Peserta Didik dan Guru Kimia Media Pembelajaran *E-modul* Hidrokarbon Berbasis PBL Berorientasi *Education for Sustainable Development* (ESD) untuk Meningkatkan Literasi Sains

E-modul hidrokarbon setelah dinyatakan valid dan dilakukan revisi berdasarkan hasil validasi ahli literasi sains, ahli materi, dan ahli media, maka *e-modul* selanjutnya diuji cobakan dengan menggunakan angket respon peserta didik. Penilaian respon dilakukan pada 20 orang kelas XI MIPA 2 MAN 2 Banjar. Pengumpulan data dilakukan 1 kali pertemuan. Peneliti memperkenalkan media pembelajaran *e-modul*, menjelaskan model PBL berorientasi ESD dalam pembelajaran, menjelaskan cara penggunaan *e-modul*, dan menjelaskan kembali materi hidrokarbon berbasis PBL berorientasi ESD untuk meningkatkan literasi sains kepada peserta didik. Setelah dibagikan *e-modul* kepada peserta didik peneliti memberikan angket respon kepada peserta didik untuk menguji cobakan media pembelajaran *e-modul* hidrokarbon berbasis PBL berorientasi ESD untuk meningkatkan literasi sains

Analisis data kuantitatif respon peserta didik dapat dilihat pada Tabel 4.10. Berdasarkan Tabel 4.10 respon peserta didik terhadap *e-modul* hidrokarbon menunjukkan respon positif, sebesar 80% berada pada kategori “praktis” untuk indikator penggunaan, 82% berada pada kategori “sangat praktis” untuk indikator penilaian penyajian, dan 83% berada pada kategori “sangat praktis” untuk indikator manfaat. Hasil tersebut menunjukkan bahwa peserta didik menilai *e-modul* yang dikembangkan mudah digunakan, memiliki penyajian yang menarik dan sistematis,

serta memberikan manfaat dalam membantu memahami materi hidrokarbon dan menghubungkannya dengan permasalahan nyata di lingkungan.

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Wijayanti & Dama, (2025) yang menunjukkan bahwa bahan ajar berbasis *Problem Based Learning* pada materi hidrokarbon memperoleh respon yang sangat baik dari peserta didik karena mampu meningkatkan keterlibatan dalam pembelajaran dan mempermudah pemahaman konsep. Selain itu, penelitian Shabrina dkk., (2024) juga melaporkan bahwa perangkat pembelajaran berbasis PBL yang diintegrasikan dengan pendekatan ESD memperoleh respon positif dari peserta didik karena mampu menyajikan pembelajaran yang lebih menarik, interaktif, dan relevan dengan isu-isu keberlanjutan, sehingga mendukung pengembangan literasi sains.

Kemudian analisis data kualitatif respon peserta didik dapat dilihat pada Tabel 4.11. Berdasarkan Tabel 4.11 peserta didik secara umum memberikan tanggapan positif terhadap media pembelajaran *e-modul* hidrokarbon yang dikembangkan. Peserta didik menyukai media pembelajaran berupa *e-modul* karena tertarik dengan tampilan desain, gambar ilustrasi dan dihubungkan dengan fenomena lingkungan kemudian peserta didik menyatakan lebih mudah memahami materi hidrokarbon menggunakan *e-modul* yang dikembangkan dibandingkan buku yang telah digunakan karena memudahkan proses belajar yang dapat diakses kapan saja dan tidak membosankan. Hal ini sejalan dengan penelitian Ningtyas dkk., (2025) yang menunjukkan bahwa *e-modul* hidrokarbon berbasis *Problem Based Learning* memperoleh respon sangat baik dari peserta didik karena memiliki

tampilan yang menarik, mudah digunakan, serta mampu meningkatkan motivasi belajar dan literasi sains.

Peserta didik juga berpendapat bahwa media pembelajaran *e-modul* hidrokarbon sangat membantu dan memberikan cara belajar baru yang lebih inovatif, hal ini dibuktikan dengan hasil respon peserta didik pada Tabel 4.10 indikator penilaian manfaat mendapatkan persentase sebesar 83% dengan kategori “sangat praktis” yang menunjukkan media *e-modul* hidrokarbon yang dikembangkan bermanfaat bagi peserta didik yaitu mempermudah dalam memahami materi hidrokarbon, meningkatkan motivasi dan kemandirian belajar, menciptakan suasana pembelajaran yang lebih menarik dan tidak membosankan, serta memberikan pengalaman belajar yang lebih kontekstual melalui penyajian permasalahan nyata yang berkaitan dengan isu-isu lingkungan.

Peserta didik juga menunjukkan antusias yang tinggi terhadap *e-modul* berbasis PBL berorientasi ESD yang dikembangkan. Antusias tersebut terlihat karena materi hidrokarbon disajikan dengan mengaitkan berbagai fenomena dan permasalahan lingkungan yang dekat dengan kehidupan sehari-hari, seperti sampah plastik, pencemaran udara akibat emisi kendaraan bermotor, serta penggunaan bahan bakar fosil. Penyajian materi yang kontekstual tersebut membuat peserta didik lebih mudah memahami konsep hidrokarbon sekaligus menyadari keterkaitannya dengan kehidupan nyata. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Shabrina dkk., (2024) yang menyatakan bahwa perangkat pembelajaran berbasis PBL yang diintegrasikan dengan pendekatan ESD memperoleh respon positif dari peserta didik karena mampu menyajikan pembelajaran yang lebih

menarik, relevan, dan meningkatkan kemampuan literasi sains. Selain itu, penelitian Khairrunisa dkk., (2025) juga menunjukkan bahwa penerapan model PBL yang dikaitkan dengan permasalahan nyata dapat meningkatkan keterlibatan peserta didik dalam proses pembelajaran, sehingga mereka lebih aktif dalam menganalisis masalah, menggunakan bukti ilmiah, dan menyusun solusi.

Triangulasi data respon peserta didik disajikan dalam Tabel 4.12. Media pembelajaran *e-modul* hidrokarbon berbasis PBL berorientasi ESD untuk meningkatkan literasi sains tidak dilakukan revisi berdasarkan pertimbangan pada pembahasan di atas. Sebagai data tambahan dalam penelitian ini, peneliti juga mengambil respon guru kimia terhadap media pembelajaran *e-modul* hidrokarbon yang dikembangkan, hal ini dilakukan karena media yang dikembangkan kedepannya akan menjadi bahan yang akan digunakan guru kimia ketika pembelajaran di dalam kelas. Adapun analisis data kuantitatif respon guru kimia terhadap media pembelajaran *e-modul* hidrokarbon berbasis PBL berorientasi ESD untuk meningkatkan literasi sains dapat dilihat pada Tabel 4.13.

Berdasarkan Tabel 4.13 dapat diketahui hasil respon guru terhadap media pembelajaran *e-modul* hidrokarbon yang dikembangkan pada indikator penggunaan mendapatkan nilai 94% dan masuk kategori “sangat praktis”, indikator penyajian sebesar 90% masuk kategori “sangat praktis”, serta indikator manfaat sebesar 100% masuk kategori “sangat praktis”. Jumlah skor total respon guru kimia sebesar 76 dengan presentase 95% dan masuk kategori “sangat praktis”. Hal ini sejalan dengan penelitian Ningtyas dkk., (2025) yang melaporkan bahwa *e-modul* hidrokarbon berbasis *Problem Based Learning* memperoleh tingkat kepraktisan sebesar 92,63%

pada kelas XIA dan 92,84% pada kelas XIB dengan kategori sangat praktis, sehingga layak digunakan dalam pembelajaran kimia.

Berdasarkan dari hasil tersebut, *e-modul* hidrokarbon yang dikembangkan dapat digunakan dalam kegiatan belajar mengajar oleh guru kimia sebagai media pembelajaran untuk membantu guru menyampaikan materi kimia khususnya hidrokarbon. Hasil validasi dan angket respon peserta didik, *e-modul* berbasis PBL berorientasi ESD pada materi hidrokarbon dinyatakan layak digunakan dalam proses pembelajaran. *E-modul* yang dikembangkan dapat dimanfaatkan oleh guru kimia sebagai media pembelajaran untuk membantu menyampaikan materi hidrokarbon secara lebih kontekstual, interaktif, dan berpusat pada peserta didik. Penyajian materi yang dikaitkan dengan fenomena lingkungan serta dilengkapi aktivitas pembelajaran berbasis sintaks PBL mampu memfasilitasi peserta didik dalam memahami konsep hidrokarbon sekaligus mengembangkan kemampuan literasi sains. Hasil ini sejalan dengan penelitian Shabrina dkk., (2024) yang menyatakan bahwa perangkat pembelajaran berbasis PBL yang diintegrasikan dengan pendekatan ESD memiliki tingkat kelayakan yang tinggi dan mampu mendukung pembelajaran yang lebih bermakna serta meningkatkan kemampuan literasi sains peserta didik. Selain itu, penelitian Wijayanti & Dama, (2025) juga menunjukkan bahwa bahan ajar berbasis PBL pada materi hidrokarbon dinyatakan layak digunakan karena mampu meningkatkan pemahaman konsep dan keterlibatan peserta didik dalam proses pembelajaran. Berdasarkan hal tersebut, maka dapat disimpulkan bahwa media pembelajaran *e-modul* hidrokarbon berbasis PBL

berorientasi ESD untuk meningkatkan literasi sains dapat membantu guru dalam proses pembelajaran.