

## BAB IV

### HASIL PENGEMBANGAN DAN PEMBAHASAN

#### A. Hasil Penelitian

Hasil penelitian ini berupa produk e-modul kimia berbasis visualisasi mikroskopis pada materi hidrokarbon untuk siswa kelas XI SMA. Pengembangan e-modul dilakukan menggunakan aplikasi *Canva* sebagai media utama dalam penyusunan tampilan dan isi materi. Setelah proses pengembangan selesai, e-modul dipublikasikan dalam bentuk digital melalui platform *Heyzine Flipbook*, sehingga dapat diakses menggunakan komputer maupun *smartphone*.

E-modul yang disusun sistematis, yakni Isi e-modul meliputi cover, petunjuk penggunaan, capaian pembelajaran, tujuan pembelajaran, materi hidrokarbon, visualisasi mikroskopis, kuis, latihan, rangkuman dan evaluasi. Penyajian materi dilengkapi dengan representasi kimia sehingga membantu siswa memahami konsep hidrokarbon. Selain itu, e-modul dirancang dengan tampilan yang interaktif melalui penggunaan ilustrasi, gambar, ikon, dan tata letak yang menarik sehingga dapat meningkatkan motivasi belajar serta mendorong kemandirian belajar siswa. Produk yang telah dikembangkan selanjutnya divalidasi oleh ahli materi dan ahli media sebelum dilakukan uji respons kepada siswa. Hasil produk dapat diakses melalui link <https://heyzine.com/flip-book/ca66178f9d.html>. Hasil validasi ahli, serta hasil respons siswa terhadap e-modul yang dikembangkan sebagai berikut.

#### 1. Validitas E-Modul Hidrokarbon Berbasis Visualisasi Mikroskopis pada Siswa SMAN 1 Gambut

##### a. Hasil Validasi Materi

Hasil penaksiran ahli materi yang dilaksanakan oleh Ibu Adinda Fatma Bella, S.Pd., Gr. Selaku Guru Kimia SMAN 1 Gambut dan Ibu Trining Puji Astutik, S.Si., S.Pd., M.Pd. selaku Dosen Tadris Kimia UIN Antasari Banjarmasin. Hasil validitas e-modul dapat dilihat pada tabel 4.1.

Tabel 4.1 Hasil Validasi Ahli Materi

| Tabel 1.1 Hasil Validasi Ahli Materi |              |              |                 |                |
|--------------------------------------|--------------|--------------|-----------------|----------------|
| No                                   | Aspek        | Analisis     | Validator       |                |
|                                      |              |              | Validator Dosen | Validator Guru |
| 1                                    | Kualitas Isi | S            | 87,5%           | 87,5%          |
|                                      |              | N            | 21              | 21             |
|                                      |              | P            | 24              | 24             |
|                                      |              | Kriteria     | Sangat Valid    | Sangat Valid   |
| 2                                    | Penyajian    | S            | 93,75%          | 100%           |
|                                      |              | N            | 15              | 16             |
|                                      |              | P            | 16              | 16             |
|                                      |              | Kriteria     | Sangat Valid    | Sangat Valid   |
| 3                                    | Bahasa       | S            | 100%            | 100%           |
|                                      |              | N            | 20              | 20             |
|                                      |              | P            | 20              | 20             |
|                                      |              | Kriteria     | Sangat Valid    | Sangat Valid   |
| Rata-rata Persentase                 |              | 94%          |                 |                |
| Kriteria                             |              | Sangat Valid |                 |                |

Sumber data: Diolah berdasarkan hasil angket validasi ahli materi terhadap e-modul kimia materi hidrokarbon berbasis visualisasi mikroskopis yang dikembangkan.

Keterangan:

S = Persentase Validitas

N = Jumlah Skor yang Dipilih

P = Jumlah Skor Ideal Maksimum

Beralaskan saran dan ulasan dari validator media tetap digunakan sebagai bahan evaluasi untuk menyempurnakan produk yang dikembangkan. Adapun komentar dan saran yang diberikan oleh validator materi disajikan pada bagian berikut:

1. Adinda Fatna Bella, S.Pd., Gr. (Guru Kimia SMAN 1 Gambut)

Komentar/saran:

- a) Pada halaman 12, materi tersebut tidak dicatumkan karena materi tersebut masuk ke pembahasan materi kelas 12.
- b) Eksperimen yang diminta pada halaman 4-5 belum menggambarkan eksperimen seperti apa yang dimaksud, serta tidak ada Kesimpulan ini untuk apa?

2. Trining Puji Astutik, S.Si., S.Pd., M.Pd (Dosen Tadris Kimia UIN Antasari)

Komentar/saran:

- a) Kata pengantar e-modul diganti (kata pengantarnya proposal skripsi)
- b) Mikroskopis tidak Nampak, biasanya bersandingan dengan makroskopik dan simbolik
- c) Kata contoh soal diubah menjadi kata kuis
- d) Tambahkan simbolik setelah mikroskopis

Beralaskan ulasan dan saran yang dibagikan validator materi di atas, maka dijalankan revisi yang bisa diperhatikan pada tabel 4.2.

Tabel 4.2 Hasil Revisi E-Modul Setelah Validasi Ahli Materi

| No | Sebelum Validasi                                                                                                                                                                   | Setelah Validasi                                                                                                                                                                                      |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  |  <p>Kata pengantar di e-modul tentang isi</p>                                                     |  <p>Kata pengantar tentang isi</p>                                                                                  |
| 2  |  <p>Halaman 4 dan 5 tentang belum menggambarkan eksperimen dan mikroskopis yang tidak nampak</p> |  <p>Halaman 4 dan 5 tentang adanya penjelasan yang jelas mengenai eksperimen dan representasi kimia yang jelas</p> |

32

## E-MODUL KIMIA

### CONTOH SOAL

**Perhatikan struktur senyawa berikut:**

$$\begin{array}{ccccc}
 & H & & H & \\
 & | & & | & \\
 H & - C & - & C & - H \\
 & | & & | & \\
 & H & & H &
 \end{array}$$

Manakah

1. Senyawa hidrokarbon
2. Senyawa organik
3. Senyawa anorganik
4. Senyawa kompleks

**Jawab:**

1. Senyawa organik karena hanya ada senyawa terdapat unsur atom karbon (C), sehingga digolongkan sebagai senyawa organik.
2. Senyawa organik juga meliputi senyawa senyawa lain yang mengandung senyawa organik.
3. Senyawa anorganik
4. Senyawa kompleks

Sehingga jawaban yang benar adalah pada nomor 1 dan 2.

Sehingga jawaban yang benar adalah nomor 1 dan 2.

Sehingga jawaban yang benar adalah nomor 1 dan 2.

Klik video berikut untuk menonton materi ini di  
youtube. Selamat dan sukses!

56

KEUS

### Perbedaan pengujian anion kadmium

Sebelum melakukan pengujian anion kadmium secara mandiri, siswa dapat melakukan pengujian sebagai berikut.

#### Pertanyaan

Terminasi pada ionan apakah tidak terpengaruh terdapat?

#### Jawaban

Salah satu jenis kadmium memiliki anion pada

#### Hal yang harus

- melakukan prosedur untuk analisis pada unsur, yaitu Cd<sup>2+</sup>, dan mendeteksi melalui analisis yang ada.
- melakukan uji anion kadmium sebagai berikut.

#### Reaksi untuk Cd<sup>2+</sup>

$$\text{Cd}^{2+} + \text{H}_2\text{S} + 2\text{OH}^- \rightarrow \text{CdS} + 2\text{H}_2\text{O}$$

Struktur kimia dari kadmium hidroksida

#### Reaksi untuk Cd<sup>2+</sup>

$$\text{Cd}^{2+} + \text{H}_2\text{S} + 2\text{OH}^- \rightarrow \text{CdS} + 2\text{H}_2\text{O}$$

#### Reaksi untuk Cd<sup>2+</sup>

$$\text{Cd}^{2+} + \text{H}_2\text{S} + 2\text{OH}^- \rightarrow \text{CdS} + 2\text{H}_2\text{O}$$

Struktur kimia dari kadmium hidroksida

#### Reaksi untuk Cd<sup>2+</sup>

$$\text{Cd}^{2+} + \text{H}_2\text{S} + 2\text{OH}^- \rightarrow \text{CdS} + 2\text{H}_2\text{O}$$

Struktur kimia dari kadmium hidroksida

#### Reaksi untuk Cd<sup>2+</sup>

$$\text{Cd}^{2+} + \text{H}_2\text{S} + 2\text{OH}^- \rightarrow \text{CdS} + 2\text{H}_2\text{O}$$

Struktur kimia dari kadmium hidroksida

Dengan cara analisis anion siswa dapat mendeteksi melalui analisis anion, dengan prosedur analisis, sebagai berikut.

dan dengan mencari bentuk molekulnya!

## E-MODUL KIMIA

32

KUIS

Pahami dan selesaikan persoalan berikut!

$$\begin{array}{c}
 \text{H} & & \text{H} & & \text{H} \\
 | & & | & & | \\
 \text{H} - & \text{C} & - & \text{C} & - & \text{C} & - & \text{H} \\
 | & & | & & | \\
 \text{H} & & \text{H} & & \text{H}
 \end{array}$$

**Pertanyaan:**

1. Gambarkan struktur Lewis senyawa tersebut!
2. Gambarkan struktur elektron senyawa tersebut!
3. Gambarkan struktur molekul senyawa tersebut!

**Pembahasan:**

1. Menentukan struktur Lewis senyawa: Untuk melakukan senyawa tersebut dengan menggunakan simbol kimia seperti H, C, sehingga dapat menunjukkan konfigurasi elektronnya.
2. Menentukan struktur elektron senyawa: Untuk melakukan senyawa tersebut dengan menggunakan simbol kimia yang menunjukkan konfigurasi elektronnya.
3. Menentukan struktur molekul senyawa: Untuk melakukan senyawa tersebut dengan menggunakan simbol kimia.





Klik untuk melihat video Penjelasan soal-soal latihan di atas.

4

Halaman 12 tentang materi hidrokarbon

[illegible]

Halaman 12 tentang inti materi yang sesuai

### b. Hasil Validasi Media

Hasil penilaian ahli media yang dilakukan oleh Ibu Laila Sophia, S.Pd. selaku Guru Kimia SMAN 1 Gambut dan Ibu Aulia Azizah, S.Si., M.P.S selaku Dosen Tadris Kimia UIN Antasari Banjarmasin. Hasil validitas e-modul dapat dilihat pada tabel 4.3.

Tabel 4.3 Hasil Validasi Ahli Media

| No                   | Aspek            | Analisis | Validator       |                |
|----------------------|------------------|----------|-----------------|----------------|
|                      |                  |          | Validator Dosen | Validator Guru |
| 1                    | Tampilan         | S        | 75%             | 95%            |
|                      |                  | N        | 15              | 19             |
|                      |                  | P        | 20              | 20             |
|                      |                  | Kriteria | Sangat Valid    | Sangat Valid   |
| 2                    | Konsistensi      | S        | 75%             | 100%           |
|                      |                  | N        | 9               | 12             |
|                      |                  | P        | 12              | 12             |
|                      |                  | Kriteria | Sangat Valid    | Sangat Valid   |
| 3                    | Penggunaan Huruf | S        | 75%             | 87,5%          |
|                      |                  | N        | 6               | 7              |
|                      |                  | P        | 8               | 8              |
|                      |                  | Kriteria | Sangat Valid    | Sangat Valid   |
| 4                    | Kriteria Fisik   | S        | 75%             | 90%            |
|                      |                  | N        | 15              | 18             |
|                      |                  | P        | 20              | 20             |
|                      |                  | Kriteria | Sangat Valid    | Sangat Valid   |
| Rata-rata Persentase |                  |          | 84%             |                |
| Kriteria             |                  |          | Sangat Valid    |                |

Sumber data: diolah berdasarkan hasil angket validasi ahli media terhadap e-modul kimia materi hidrokarbon berbasis visualisasi mikroskopis yang dikembangkan.

Keterangan:

S = Persentase Validitas

N= Jumlah Skor yang Dipilih

P = Jumlah Skor Ideal Maksimum

Beberapa saran dan masukan dari validator media tetap digunakan sebagai bahan evaluasi untuk menyempurnakan produk yang dikembangkan. Adapun komentar dan saran yang diberikan oleh validator media disajikan pada bagian berikut:

1. Laila Sophia, S.Pd. (Guru Kimia SMAN 1 Gambut)

Komentar/saran:

- a) Sebaiknya Latihan soal tidak hanya ditampilkan barcodenya saja, tetapi juga tambahkan link agar bisa langsung di klik murid tanpa harus scan
- b) Pada halaman 8 bisa dtambahkan susunan molekul etena seperti etana dan etuna

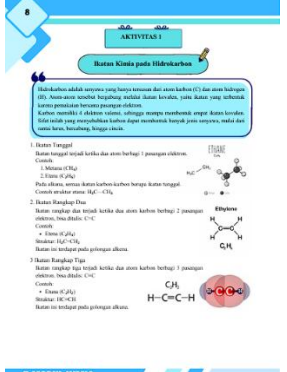
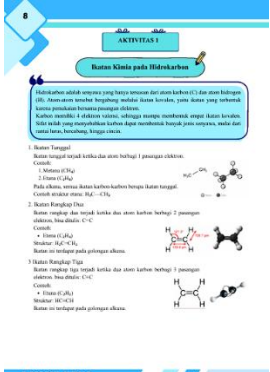
2. Aulia Azizah, S.Si., M.P.S (Dosen Tadris Kimia UIN Antasari)

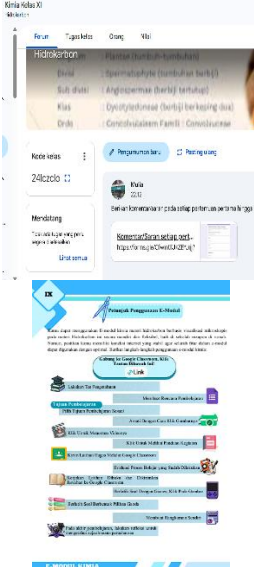
Komentar/saran:

- a) Tambahkan saran dan komentar terdapat dalam e-modulnya

Berdasarkan komentar/saran yang diberikan oleh validator media di atas, maka dilakukan perbaikan yang dapat dilihat pada tabel 4.4.

Tabel 4.4 Hasil Revisi E-Modul Setelah Validasi Ahli Media

| No | Sebelum Validasi                                                                                                               | Setelah Validasi                                                                                                                                    |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  |  <p>Bagian Latihan yang ada barcodenya</p>    |  <p>Bagian Latihan yang ada barcodenya sekaligus bisa di klik</p> |
| 2  |  <p>Kurangnya kesesuaian susunan molekul</p> |  <p>Kesesuaian susunan molekul yang tepat</p>                    |

|   |                                                                                                                                 |                                                                                                                               |
|---|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3 |  <p>Belum ada komentar/saran yang tersedia</p> |  <p>Adanya komentar/saran yang tersedia</p> |
|---|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

## 2. Respons Siswa Terhadap Pengembangan E-Modul Hidrokarbon Berbasis Visualisasi Mikroskopis Ditinjau dari Motivasi dan Kemandirian Belajar Siswa SMAN 1 Gambut

Pengujian produk dilaksanakan melalui tahap uji coba lapangan dengan melibatkan 28 siswa dari kelas XII MIPA 1 di SMAN 1 Gambut. Hasil tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Hasil Respons Siswa

| No | Aspek                 | Analisis | Respons Siswa  |
|----|-----------------------|----------|----------------|
| 1  | Materi                | S        | 79,4%          |
|    |                       | N        | 267            |
|    |                       | P        | 336            |
|    |                       | Kriteria | Sangat Menarik |
| 2  | Desain dan Penelitian | S        | 80,3%          |
|    |                       | N        | 360            |
|    |                       | P        | 448            |
|    |                       | Kriteria | Sangat Menarik |

|                      |                     |          |                |
|----------------------|---------------------|----------|----------------|
| 3                    | Motivasi Belajar    | S        | 78,2%          |
|                      |                     | N        | 263            |
|                      |                     | P        | 336            |
|                      |                     | Kriteria | Sangat Menarik |
| 4                    | Kemandirian Belajar | S        | 73,2%          |
|                      |                     | N        | 246            |
|                      |                     | P        | 336            |
|                      |                     | Kriteria | Menarik        |
| 5                    | Manfaat Secara Umum | S        | 75,8%          |
|                      |                     | N        | 170            |
|                      |                     | P        | 224            |
|                      |                     | Kriteria | Sangat Menarik |
| Rata-rata Persentase |                     |          | 78%            |
| Kriteria             |                     |          | Sangat Menarik |

Sumber data: Diolah berdasarkan hasil angket respons Siswa

Keterangan:

S = Persentase Validitas

N = Jumlah Skor yang Dipilih

P = Jumlah Skor Ideal Maksimum

Berdasarkan tabel 4.1 skor total yang diperoleh pada aspek penilaian keseluruhan sebesar 113 dengan persentase 94% dan tabel 4.3 skor total yang diperoleh pada aspek penilaian keseluruhan sebesar 101 dengan nilai persentase 84%, hal ini “Sangat Valid”. Pada tahap development langkah berikutnya adalah menilai respons siswa terhadap terhadap produk yang telah dibuat.

Berdasarkan tabel 4.5 skor total yang diperoleh pada aspek penilaian keseluruhan sebesar 1306 dengan nilai persentase 78%. Hal ini menunjukkan bahwa produk yang dikembangkan termasuk ke dalam kriteria “Sangat Menarik”

## B. Pembahasan

Pembahasan ini disusun berdasarkan rumusan masalah yang telah ditetapkan pada Bab I. Oleh karena itu, pembahasan difokuskan pada dua aspek utama, yaitu validitas pengembangan e-modul kimia materi hidrokarbon berbasis visualisasi mikroskopis pada siswa kelas XI SMAN 1 Gambut dan respons siswa terhadap pengembangan e-modul kimia materi hidrokarbon berbasis visualisasi mikroskopis ditinjau dari motivasi dan kemandirian belajar siswa SMAN 1 Gambut. Hasil tersebut dihubungkan dengan teori dan beberapa penelitian terdahulu sehingga dapat diketahui kesesuaian antara temuan penelitian dengan kajian ilmiah yang sudah ada mengenai kualitas e-modul yang ditingkatkan.

### 1. Validitas Pengembangan E-Modul Hidrokarbon Berbasis Visualisasi Mikroskopis pada Siswa SMAN 1 Gambut

Pengembangan e-modul kimia materi hidrokarbon berbasis visualisasi mikroskopis pada penelitian ini mengacu metode *Research and Development* (R&D) dan model 4D yang terdiri atas tahap *Define*, *Design*, *Develop*, dan *Disseminate* (Thiagarajan et al., 1974). Namun, penelitian hanya dilaksanakan hingga tahap *Develop* karena keterbatasan waktu dan ruang lingkup penelitian (Rahayu, 2025). Pada tahap tersebut dilakukan analisis kebutuhan, perancangan e-modul, validasi oleh ahli, revisi produk, serta uji coba terbatas kepada siswa. Pengolahan peningkatan komoditas e-modul mengaplikasikan model 4D terdiri dari langkah-langkah tersebut:

#### a) Tahap *Define*

Tahap definisi adalah langkah pertama dalam model pengembangan 4D yang bertujuan untuk menemukan dan menetapkan kebutuhan siswa dalam pembelajaran yang menjadikan landasan pengembangan e-modul. Dalam langkah ini, peneliti mengevaluasi situasi pembelajaran kimia di SMAN 1 Gambut, karakteristik siswa, sifat materi hidrokarbon dan tujuan pembelajaran untuk menemukan masalah yang ada. Tahap *define* meliputi analisis awal-akhir, analisis siswa, analisis konsep, dan kebutuhan yang mendasari pengembangan produk (Sihombing, 2024).

### **i) Analisis Awal-Akhir**

Berdasarkan hasil observasi dan wawancara dengan guru kimia di SMAN 1 Gambut, pembelajaran masih didominasi penggunaan buku cetak, modul ajar dan media presentasi sederhana. Meskipun media digital pernah dimanfaatkan, penggunaannya masih terbatas sehingga belum mampu membantu siswa memahami konsep kimia yang bersifat abstrak, terutama pada materi hidrokarbon.

Selain itu, guru menyampaikan bahwa pembelajaran kimia memerlukan media yang tidak hanya menyajikan materi secara tekstual, tetapi juga mampu menampilkan representasi makroskopis, mikroskopis, dan mikroskopis. Oleh karena itu, pengembangan e-modul berbasis visualisasi mikroskopis dipandang alternatif yang dapat membantu siswa memahami materi hidrokarbon sekaligus meningkatkan motivasi belajar. Hal ini sejalan dengan penelitian Stowe dan Esselman (2023) yang menerangkan bahwa berbagai visualisasi memiliki bentuk representasi dalam pendidikan.

### **ii) Analisis Siswa**

Berdasarkan pengamatan terhadap siswa SMAN 1 Gambut, sejumlah siswa menghadapi tantangan dalam memahami topik hidrokarbon karena sifat konsep yang tidak konkret dan membutuhkan visualisasi. Sebagian hasilnya siswa lebih sering mengingat konsep tanpa mengenali keterkaitan antara konsep tersebut. Selain itu, penggunaan bahan ajar yang masih didominasi media cetak belum sepenuhnya mampu meningkatkan minat dan keterlibatan siswa dalam proses pembelajaran. Hasil ini sejalan dengan penelitian Salsabila dan Aznam (2024) bahwa minat siswa masih rendah dan bahan ajar berbasis multiple representasi masih terbatas. Di sisi lain, siswa telah terbiasa memanfaatkan perangkat digital seperti telepon dan laptop, baik untuk belajar maupun mencari Informasi. Oleh karena itu, e-modul berbasis visualisasi mikroskopis

dikembangkan sebagai alternatif media pembelajaran yang dapat membantu siswa memahami konsep hidrokarbon secara lebih jelas melalui penyajian visual yang menarik, interaktif dan mudah diakses kapan saja.

### **iii) Analisis Konsep**

Analisis mengenai konsep dilakukan untuk menentukan batasan lingkup materi yang akan disajikan dalam e-modul. Materi yang dibentuk mencakup kekhasan atom karbon, definisi hidrokarbon, klasifikasi hidrokarbon (alkana, alkena, alkuna, dan aromatik), penamaan senyawa sesuai dengan pedoman aturan IUPAC, sifat fisika dan sifat kimia, isomer, berbagai reaksi hidrokarbon dan pemanfaatannya dalam kehidupan sehari-hari.

Di samping itu, konsep seperti struktur molekul, jenis ikatan, isomer, dan reaksi hidrokarbon tergolong abstrak, sehingga memerlukan presentasi dalam bentuk makroskopis, mikroskopis, dan simbolis. Dengan demikian, e-modul dirancang dengan fokus pada visualisasi mikroskopis guna membantu siswa mengerti hubungan antara struktur molekul, jenis ikatan, serta karakteristik senyawa hidrokarbon dengan lebih mendalam (Fatynia, 2025).

### **iv) Analisis Tujuan Pembelajaran**

Berdasarkan hasil analisis Capaian Pembelajaran (CP) dan Alur Tujuan Pembelajaran (ATP) fase F Kurikulum Merdeka, materi hidrokarbon menuntut siswa untuk memahami kekhasan atom karbon, struktur, tata nama senyawa hidrokarbon, klasifikasi, sifat, dan isomer. Hal ini menjadi dasar dalam penyusunan tujuan pembelajaran sekaligus penentuan ruang lingkup materi yang disajikan dalam e-modul. Hasil ini sejalan dengan penelitian Auliya dan Handayani (2025) yang mengindikasikan bahwa senyawa hidrokarbon perlu dihadirkan melalui platform digital dengan bantuan visualisasi supaya siswa lebih gampang menangkap pemahaman konsep-konsep kimia.

- Menjelaskan kekhasan atom karbon sebagai penyusun utama senyawa karbon.
- Menjelaskan sumber, pengolahan, dan pemanfaatan hidrokarbon dalam rutinitas harian.
- Menentukan rumus molekul, rumus struktur, dan nama senyawa hidrokarbon berdasarkan aturan IUPAC.
- Mengklasifikasikan senyawa hidrokarbon berdasarkan jenis ikatan dan strukturnya (alkana, alkena, alkuna, dan aromatik).
- Menganalisis sifat fisika dan sifat kimia hidrokarbon.
- Menganalisis berbagai reaksi hidrokarbon seperti pembakaran, substitusi, adisi, dan eliminasi.
- Menganalisis isomer pada senyawa hidrokarbon berdasarkan perbedaan struktur dan sifatnya.

Berdasarkan keseluruhan hasil analisis pada tahap *define*, yang meliputi analisis awal-akhir, analisis siswa, analisis konsep dan analisis tujuan pembelajaran, dapat disimpulkan bahwa kebutuhan pengembangan e-modul kimia. Oleh sebab itu, hasil analisis tersebut menjadi dasar untuk melanjutkan pengembangan ke tahap *design*, yaitu tahap perancangan struktur, tampilan, materi, dan instrumen penilaian e-modul.

#### **b) Tahap *Design***

Tahap *design* bertujuan menghasilkan rancangan awal e-modul yang akan dikembangkan. Pada tahap ini dilakukan penyusunan struktur e-modul, penentuan materi, penyusunan instrumen penelitian, serta penataan tampilan agar produk yang terwujud sesuai dengan tujuan pembelajaran (W. P. P. Sari, 2024).

Perancangan diawali dengan menyusun komponen e-modul yang terdiri atas halaman sampul, kata pengantar, daftar isi, petunjuk penggunaan, capaian pembelajaran, tujuan pembelajaran, materi hidrokarbon, visualisasi mikroskopis, contoh soal, kuis, latihan, rangkuman, evaluasi, daftar pustaka, dan profil penulis. Materi disusun secara sistematis dengan mengintegrasikan representasi makroskopis, mikroskopis dan simbolik, sehingga memudahkan siswa bisa memahami.

Selanjutnya, desain visual e-modul dibuat menggunakan aplikasi *Canva* dengan memperhatikan pemilihan warna, jenis huruf, ilustrasi, ikon, dan tata letak agar tampilan lebih menarik serta mudah dipahami. Setelah seluruh komponen selesai disusun, e-modul dipublikasikan dalam bentuk *flipbook* digital sehingga dapat diakses kapan saja.

Selain merancang produk, pada tahap ini juga disusun instrumen penelitian berupa lembar validasi ahli materi, lembar validasi ahli media dan angket respons siswa. Berdasarkan hasil pada tahap *design*, rancangan e-modul kimia berbasis visualisasi mikroskopis pada materi hidrokarbon telah tersusun sesuai dengan kebutuhan pembelajaran dan tujuan yang telah ditetapkan. Oleh karena itu, hasil perancangan tersebut menjadi dasar untuk melanjutkan pengembangan ke tahap *develop*, yaitu tahap pembuatan produk, validasi oleh ahli, revisi, dan uji coba terbatas.

### **c) Tahap *Develop***

Tahap *develop* merupakan langkah penyempurnaan rancangan e-modul yang sudah ditata pada langkah sebelumnya. Pada tahap ini, produk dikembangkan melalui proses validasi dan revisi berdasarkan ulasan dari para ahli sebelum diuji kepada siswa. Temuan ini sesuai penelitian oleh Yuliantari, dkk (2023) bahwa fase pengembangan mencakup validasi ahli dan perbaikan produk sebelum diterapkan dalam proses belajar.

Pelaksanaan tahap *develop* diawali dengan konsultasi bersama dosen pembimbing untuk memperoleh arahan mengenai isi materi, penyajian, dan tampilan e-modul. Selanjutnya, produk direvisi sesuai dengan saran yang diberikan, kemudian divalidasi oleh ahli materi dan ahli media untuk menilai kevalidan produk. Lalu, proses ini terdiri dari lima tahap, yaitu; (1) konsultasi dengan pembimbing; (2) revisi tahap pertama; (3) validasi dari ahli materi dan ahli media; (4) revisi tahap kedua; (5) respons siswa.

#### **1) Konsultasi dengan Pembimbing**

Proses pengembangan diawali dengan konsultasi bersama dosen pembimbing mengenai rancangan e-modul, meliputi kesesuaian materi hidrokarbon

penyajian visualisasi mikroskopis, desain tampilan, bahasa dan penyusunan latihan dan evaluasi. Hasil diskusi tersebut menjadi dasar dalam penyusunan produk awal sehingga e-modul yang dikembangkan sesuai dengan tujuan pembelajaran dan kebutuhan riset

## **2) Revisi Tahap Pertama**

Setelah produk awal selesai disusun, peneliti melakukan revisi berdasarkan saran dan masukan dari dosen pembimbing. Perbaikan meliputi penyempurnaan isi materi agar lebih sesuai dengan Capaian Pembelajaran (CP), penyesuaian tata letak, penggunaan bahasa yang lebih komunikatif dan peningkatan kualitas ilustrasi dan visualisasi mikroskopis agar lebih mudah dipahami oleh siswa.

## **3) Validasi dari Ahli Materi dan Media**

Validasi dilakukan untuk mengetahui tingkat kelayakan e-modul sebelum diterapkan kepada siswa. Penilaian dilaksanakan menggunakan instrumen berbentuk angket dengan skala *likert*, sehingga setiap aspek produk dapat dievaluasi secara sistematis berdasarkan pendapat para validator.

### **(a) Ahli Materi**

Berdasarkan dari validator materi yang memvalidasi isi materi hidrokarbon oleh Ibu Adinda Fatna Bella, S.Pd.Gr. selaku Guru Kimia SMAN 1 Gambut dan Ibu Trining Puji Astutik, S.Si., S.Pd., M.Pd. selaku Dosen Tadris Kimia UIN Antasari Banjarmasin. Validasi oleh ahli materi dijalankan untuk menelaah sampai dimana produk yang masih ditingkatkan dengan mengisi ukuran kevalidan yang tepat, khususnya dalam hal materi. Penilaian produk oleh ahli materi ditinjau melalui aspek penilaian yang terdiri dari lima belas pertanyaan.

Mengacu pada tabel 4.1, nilai keseluruhan yang diperoleh pada aspek pengujian secara keseluruhan sebesar 113 dengan nilai persentase 94%. Hal ini menunjukkan bahwa produk yang ditingkatkan tercakup dalam kriteria “Sangat Valid”. Ahli materi memberikan penilaian bahwa produk yang dikembangkan masih menyimpan kekurangan.

Menanggapi masukan dari validator ahli materi, peneliti melakukan beberapa revisi pada e-modul, meliputi penyesuaian materi agar sesuai dengan capaian pembelajaran, penyempurnaan kegiatan eksperimen beserta kesimpulannya, perbaikan kata pengantar, serta penyajian representasi mikroskopis yang dipadukan dengan representasi makroskopis dan simbolik. Selain itu, istilah contoh soal diubah menjadi kuis agar lebih sesuai dengan karakteristik e-modul. Revisi tersebut dilakukan untuk meningkatkan kejelasan isi, ketepatan penyajian, dan kualitas e-modul sebelum diujicobakan kepada siswa.

Dapat disimpulkan bahwa hasil validasi oleh ahli materi memperoleh persentase sebesar 94% dengan kriteria “Sangat Valid”. Meskipun demikian, validator tetap menyampaikan beberapa ulasan perbaikan sebagai penyempurnaan produk. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Yuliana, dkk (2023) mengenai penciptaan e-modul kimia interaktif yang didasarkan pada pendekatan ilmiah dengan menggunakan *liveworksheets* pada topik mengenai laju reaksi yang mendapat hasil validasi sebesar 97,70% dengan kategori “Sangat Valid” angka ini menunjukkan bahwa e-modul yang telah dibuat memenuhi kriteria substansi materi, desain pengajaran, tampilan dan penggunaan perangkat lunak. Revisi tersebut dilakukan agar e-modul memiliki isi yang lebih akurat, sistematis dan valid digunakan pada tahap uji coba.

Selanjutnya, menanggapi masukan dari validator ahli materi, peneliti melakukan beberapa perbaikan terhadap e-modul. Penyesuaian dilakukan agar materi yang disajikan sesuai dengan capaian pembelajaran, kegiatan eksperimen dan kesimpulannya tersusun lebih sistematis dan representasi makroskopis, mikroskopis, simbolik tersaji secara jelas. Selain itu, perbaikan kata pengantar dan perubahan istilah contoh soal menjadi kuis dilakukan agar penyajian e-modul lebih komunikatif dan sesuai dengan karakteristik bahan ajar digital (Yuliandi, 2026). Penyelesaian tersebut bertujuan meningkatkan kejelasan materi sehingga siswa lebih mudah memahami konsep hidrokarbon secara utuh.

Dapat disimpulkan bahwa revisi berdasarkan masukan validator ahli materi dilakukan untuk meningkatkan kesesuaian isi dengan capaian pembelajaran, memperjelas penyajian konsep, serta menyempurnakan komponen pembelajaran pada e-modul. Sehingga peneliti melakukan penyesuaian materi, penyempurnaan kegiatan eksperimen beserta kesimpulannya, perbaikan kata pengantar, integrasi representasi makroskopis, mikroskopis dan simbolik, serta perubahan istilah contoh soal menjadi kuis sehingga e-modul menjadi lebih sistematis, mudah dipahami, dan layak digunakan pada tahap uji coba.

#### **(b) Ahli Media**

Berdasarkan dari validator media yang memvalidasi tampilan e-modul kimia materi hidrokarbon oleh Ibu Laila Sophia, S.Pd. selaku Guru Kimia SMAN 1 Gambut dan Aulia Azizah, S.Si., M.P.S. selaku Dosen Tadris Kimia UIN Antasari Banjarmasin. Validasi oleh ahli materi dilaksanakan untuk meneliti sejauh mana produk yang sedang ditingkatkan dengan memenuhi standar kevalidan yang tepat, terutama dalam hal media. Penilaian produk oleh ahli media ditinjau melalui aspek penilaian yang memuat dari lima belas pertanyaan.

Bersumber pada tabel 4.3, angka keseluruhan yang didapatkan pada aspek penilaian secara keseluruhan sebanyak 101 dengan persentase 84%. Hal ini menunjukkan bahwa produk yang dikembangkan termasuk ke dalam kriteria “Sangat Valid”. Ahli media memberikan penilaian bahwa produk yang ditingkatkan masih adanya kerumitan.

Validator menyarankan agar latihan soal tidak hanya ditampilkan di sistem QR Code, tetapi dilengkapi dengan tautan (*hyperlink*) agar dapat diakses langsung oleh siswa. Penambahan tautan dilakukan untuk mempermudah akses latihan soal. Temuan penelitian ini sejalan oleh Awwalina dan Indana (2022) bahwa penyediaan akses digital melalui QR Code memperbaiki kenyamanan penggunaan e-modul.

Menanggapi kekurangan media pembelajaran pada poin 2, validator menyarankan penambahan susunan molekul etena pada halaman 8 agar penyajian materi hidrokarbon lebih lengkap dan konsisten dengan pembahasan etana dan etuna. Penambahan visual struktur molekul dilakukan untuk membantu siswa memahami perbedaan dan hubungan antar senyawa hidrokarbon. Hal ini sejalan dengan penelitian Farheen, dkk (2024) yang memanfaatkan berbagai penggambaran molekul dan dapat mendukung pemahaman siswa secara mendalam.

Menanggapi kekurangan media pembelajaran pada poin 3, validator menyarankan penambahan fitur saran dan komentar pada e-modul. Fitur tersebut bertujuan memberikan ruang bagi siswa untuk menyampaikan tanggapan terhadap media yang digunakan sehingga dapat menjadi bahan evaluasi dalam pengembangan produk. Sehingga solusi yang dilakukan peneliti yaitu menambahkan kolom saran dan ulasan pada e-modul.

#### **4) Revisi Tahap Kedua**

Setelah memperoleh masukan dari ahli materi dan ahli media, peneliti melakukan revisi tahap kedua untuk menyempurnakan produk yang dikembangkan. Revisi dilakukan dengan memperbaiki bagian-bagian yang masih memerlukan penyesuaian, baik dari aspek isi, penyajian, maupun tampilan visual. Hasil revisi ini menghasilkan e-modul yang telah memenuhi kriteria kelayakan dan siap digunakan pada tahap uji respons siswa.

#### **5) Respons Siswa**

Setelah melalui proses validasi dan revisi, e-modul diuji coba secara terbatas kepada 28 siswa kelas XII SMAN 1 Gambut untuk memperoleh respons terhadap kualitas materi, desain, manfaat, motivasi belajar, dan kemandirian belajar. Berdasarkan tabel 4.5, skor total yang diperoleh pada aspek penelitian keseluruhan sebesar 1306 dengan nilai persentase mencapai 78%. Hal ini menunjukkan bahwa produk yang dikembangkan termasuk ke dalam kriteria “sangat layak”.

Setelah menjalankan koreksi beralaskan ulasan dan saran dari validator, langkah berikutnya langkah berikutnya adalah melakukan penelitian respons siswa terhadap produk akhir yang telah dikembangkan. Proses penilaian respons siswa ini dilaksanakan di SMAN 1 Gambut, spesifiknya dengan melibatkan siswa kelas XII MIPA 1 yang berjumlah 28 siswa sebagai responden. Langkah ini dipetik untuk mendapati respons siswa pada e-modul kimia materi hidrokarbon berbasis visualisasi mikroskopis. Berdasarkan penilaian respons siswa, secara umum e-modul memperoleh tanggapan yang sangat baik. Meskipun demikian, masih terdapat beberapa siswa yang memberikan penilaian kurang positif pada beberapa indikator, seperti kemudahan memahami materi, keterbacaan tampilan, serta peningkatan kepercayaan diri dan kemandirian belajar. Oleh karena itu, solusi yang peneliti sarankan yaitu melakukan penyempurnaan E-modul dari perbaikan tampilan lebih mudah dibaca, penyederhanaan penyajian materi, penambahan contoh-contoh kontekstual, serta penyediaan latihan yang lebih bervariasi sehingga dapat membantu siswa memahami materi secara optimal. Temuan dari studi ini diperkuat oleh Waruwu (2024) yang menyatakan bahwa riset dan pengembangan dan pengembangan langkah yang teratur dan keberlanjutan, di mana hasil dari pengujian produk berfungsi sebagai landasan untuk melakukan penilaian dan perbaikan.

Berdasarkan hasil pada tahap *develop*, e-modul kimia berbasis visualisasi mikroskopis pada materi hidrokarbon telah selesai dikembangkan, divalidasi oleh ahli, direvisi berdasarkan masukan validator, dan diuji coba secara terbatas kepada siswa. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa e-modul telah memenuhi kriteria kelayakan untuk digunakan sebagai bahan ajar. Tahap selanjutnya dalam model 4D adalah *disseminate*, yakni tahap penyebarluasan produk. Namun, pada penelitian ini tahap *disseminate* belum dilaksanakan karena penelitian dibatasi hingga tahap *develop* sesuai dengan ruang lingkup penelitian.

**d) Tahap *Disseminate***

Dalam model 4D, tahap *disseminate* bertujuan untuk menyebarluaskan produk yang telah dikembangkan kepada pengguna yang lebih luas. Namun, pada penelitian ini tahap *disseminate* tidak dilaksanakan karena penelitian dibatasi sampai tahap *develop* sesuai dengan tujuan penelitian dan keterbatasan waktu serta ruang lingkup penelitian oleh Rahayu (2025) yang menguraikan bahwa penyesuaian langkah-langkah dalam riset dan pengembangan dapat dilakukan sesuai dengan sasaran dan kebutuhan penelitian.

## **2) Respons Siswa Terhadap Pengembangan E-Modul Hidrokarbon Berbasis Visualisasi Mikroskopis Ditinjau dari Motivasi dan Kemandirian Belajar Siswa SMAN 1 Gambut**

Setelah e-modul kimia materi hidrokarbon berbasis visualisasi mikroskopis disebut menarik berasas perolehan penilaian ahli materi dan ahli media, langkah seterusnya ialah melakukan uji coba terbatas kepada siswa. Uji coba ini bertujuan untuk mengetahui respons siswa terhadap penggunaan e-modul, khususnya ditinjau dari aspek motivasi belajar dan kemandirian belajar. Tahap ini merupakan bagian dari tahap *develop* dalam model riset dan pengembangan (*Research and Development*) menggunakan model 4D.

Pelaksanaan percobaan dilakukan kepada 28 siswa kelas XII MIPA 1 SMAN 1 Gambut yang dipilih sebagai subjek penelitian. Sebelum pelaksanaan uji coba, peneliti terlebih dahulu berkoordinasi dengan guru mata pelajaran kimia mengenai pelaksanaan pembelajaran menggunakan e-modul yang telah dikembangkan. Selanjutnya, siswa diberikan kesempatan untuk mempelajari materi hidrokarbon menggunakan e-modul berbasis visualisasi mikroskopis, kemudian mengisi angket respons yang telah disusun berdasarkan indikator materi, desain dan tampilan, motivasi belajar, kemandirian belajar dan manfaat penggunaan e-modul secara umum. Hal ini sejalan dengan penelitian Simanjuntak, dkk (2022) yang melakukan pengujian e-modul kepada siswa setelah proses validasi untuk mendapatkan umpan balik pengguna kemudahan penyajian materi dan keefektifan e-modul.

Berdasarkan hasil angket respons siswa pada Tabel 4.5 diperoleh nilai persentase respons secara keseluruhan sebesar 78% dengan kriteria “Sangat Menarik” menunjukkan bahwa siswa memberikan tanggapan yang baik terhadap e-modul yang telah dibuat. Besarnya tanggapan tersebut terkait dengan cara penyampaian materi yang terstruktur, gambaran mikroskopis dan desain yang menarik perhatian siswa.

Pada aspek materi memperoleh nilai persentasenya sebesar 79,4% dengan kriteria “Sangat Menarik”, menunjukkan isi materi mudah dipahami, tersusun secara sistematis dan sesuai pembelajaran.

Aspek desain dan tampilan memperoleh nilai persentase 81,3%, yang menunjukkan bahwa tata letak, ilustrasi, warna, serta visualisasi mikroskopis mampu meningkatkan ketertarikan siswa dalam mempelajari materi hidrokarbon.

Pada aspek motivasi belajar, persentase yang diperoleh berada dinilai 78,2% dengan kriteria “Sangat Menarik”. Hasil ini menunjukkan bahwa penggunaan e-modul mampu mendorong minat dan semangat siswa dalam mengikuti pembelajaran, meskipun masih terdapat beberapa indikator yang dapat ditingkatkan pada pengembangan selanjutnya.

Pada aspek kemandirian belajar memperoleh nilai persentase 73,2% dengan kriteria “Menarik”, yang menunjukkan bahwa e-modul memberikan kesempatan kepada siswa untuk belajar secara mandiri sesuai dengan kecepatan dan kemampuan masing-masing.

Pada aspek manfaat secara umum memperoleh nilai persentase 78,6% dengan kriteria “Sangat Menarik”, yang menunjukkan bahwa siswa merasakan manfaat penggunaan e-modul sebagai media pembelajaran yang masih ditemukan topik utama pada produk. Ulasan dan saran dari sebagian siswa kelas XII MIPA 1 yang dapat dimasukkan sebagai tanggapan/kritik terhadap kekurangan e-modul antara lain:

- 1) Ahmad Rasyid Ridho: Menyarankan ukuran tulisan diperbesar pada beberapa bagian agar lebih mudah dibaca. Selain itu, menurutnya e-modul akan lebih efektif apabila tetap didampingi penjelasan guru.
- 2) Muhammad Rasyid Ridho: Menyarankan tata letak e-modul dibuat lebih rapi sehingga lebih nyaman dibaca dan tidak membuat mata cepat lelah.
- 3) Fathia Nur Izzati Purnomo: Menyarankan agar tampilan e-modul dibuat lebih menarik sehingga siswa tidak mudah bosan dan lebih termotivasi untuk belajar.
- 4) Afriza Nazril Yuda: Menyampaikan bahwa meskipun e-modul praktis digunakan, penjelasan guru tetap diperlukan agar materi lebih mudah dipahami.

- 5) Hibban Ibnu Jarir: Menyampaikan bahwa e-modul akan lebih optimal apabila digunakan bersama guru yang mampu memanfaatkan teknologi dalam pembelajaran.
- 6) Febrianti: Mengusulkan adanya pilihan jawaban netral pada angket respons karena pada beberapa pernyataan ia merasa tidak sepenuhnya setuju maupun tidak setuju.

Beberapa yang dapat dimasukkan sebagai tanggapan positif/pujian terhadap e-modul kimia berbasis visualisasi mikroskopis antara lain:

- 1) Nur Maulida Cantika: menyampaikan bahwa e-modul sangat bagus dan menarik, memiliki tampilan yang tidak membosankan, isi materi lengkap, serta mudah dipahami.
- 2) Natasya: menyatakan bahwa e-modul mudah dipahami dan sangat membantu dalam proses belajar materi hidrokarbon.
- 3) Isabella Cintamy Azzahra: berpendapat bahwa e-modul membantu siswa dalam memahami materi hidrokarbon karena penyajian materi lebih jelas dan sistematis.
- 4) Novalita Anzahra: menyampaikan bahwa e-modul mempermudah pemahaman materi sehingga pembelajaran menjadi lebih menarik dan tidak membosankan.
- 5) Bisre Tamir: menyatakan bahwa e-modul lebih praktis digunakan karena dapat diakses melalui telepon genggam kapan saja serta membantu memahami struktur molekul melalui visualisasi yang disajikan.
- 6) Alya Rahmawati: memberikan tanggapan bahwa e-modul yang dikembangkan sudah sangat baik dan mampu membantu proses belajar siswa.
- 7) Nailah Syifa: menyampaikan bahwa tampilan e-modul menarik sehingga membuat siswa lebih semangat untuk mempelajari materi hidrokarbon.