

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **A. Paradigma Penelitian**

Pembelajaran katabolisme karbohidrat yang selama ini diajarkan melalui pendekatan statis, seperti buku teks atau ceramah konvensional, sering kali kurang efektif dalam membantu mahasiswa memahami proses biokimia yang kompleks. Materi ini memiliki karakteristik yang abstrak, dengan berbagai proses molekuler yang saling berhubungan, seperti glikolisis, siklus Krebs, dan rantai transport elektron. Kesulitan ini diperparah dengan kurangnya keterkaitan antara tiga level representasi dalam kimia, terutama pada level submikroskopis (contoh: interaksi molekuler), dan level simbolik (contoh: persamaan reaksi). Ketidaksinambungan antara ketiga level ini membuat mahasiswa sulit membangun pemahaman konseptual yang utuh.

Sejalan dengan tuntutan keterampilan abad ke-21, pembelajaran tidak hanya ditargetkan pada pemahaman konsep tetapi juga pada pengembangan keterampilan berpikir kritis dan kreatif. Keterampilan berpikir kritis membantu mahasiswa menganalisis hubungan antarproses biokimia, mengevaluasi data, dan mengidentifikasi solusi yang logis. Sementara itu, keterampilan berpikir kreatif memungkinkan mahasiswa untuk menghasilkan pemikiran tentang proses katabolisme berjalan. Untuk mencapai tujuan ini, diperlukan pendekatan pembelajaran bermakna yang mendukung pembentukan model mental mahasiswa. Model mental mengacu pada representasi internal mahasiswa yang menggambarkan bagaimana suatu sistem bekerja, termasuk hubungan antarproses dan elemen-elemen yang terlibat. Dalam konteks pembelajaran katabolisme karbohidrat, model mental yang baik memungkinkan mahasiswa memahami dan memprediksi bagaimana glukosa dipecah menjadi energi melalui tahapan-tahapan kompleks. Untuk membantu mahasiswa membangun model mental yang bermakna,

diperlukan media yang mampu mengintegrasikan tiga level representasi kimia secara harmonis.

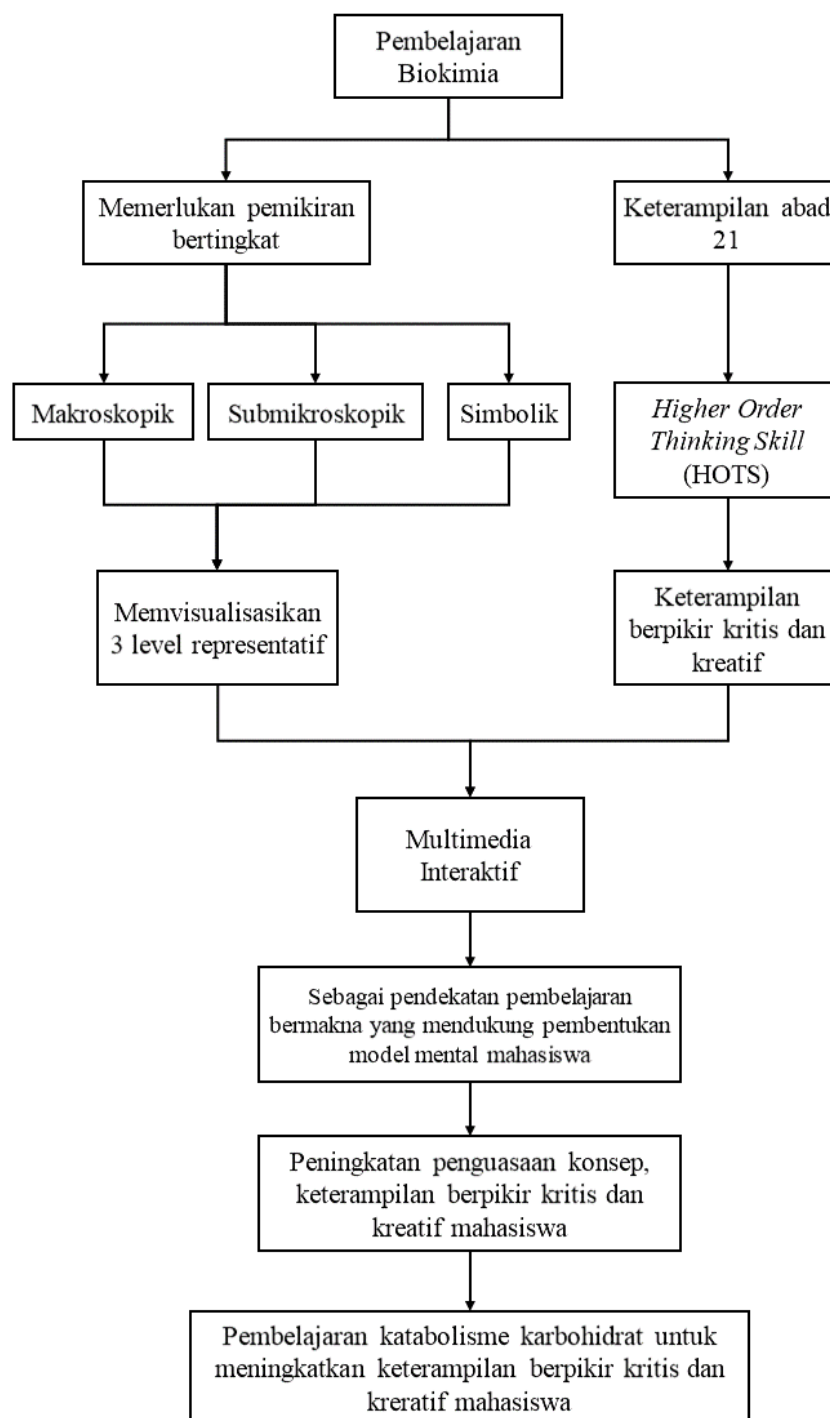
Multimedia interaktif merupakan solusi efektif dalam memenuhi kebutuhan ini. Dengan menggabungkan animasi, simulasi, dan visualisasi dinamis, multimedia memungkinkan mahasiswa untuk memahami proses katabolisme karbohidrat secara mendalam melalui representasi yang konkret dan terpadu. Pendekatan ini membantu siswa menghubungkan level makroskopis (reaksi biologis), submikroskopis (molekul dan enzim), dan simbolik (persamaan reaksi) dalam satu pengalaman pembelajaran yang bermakna. Selain itu, multimedia interaktif juga mendukung teori pembelajaran kognitif dengan memanfaatkan prinsip *dual-channel* (visual dan auditori), kapasitas terbatas, dan pemrosesan aktif, sehingga mahasiswa dapat lebih mudah membangun model mental yang akurat.

Paradigma penelitian ini menempatkan multimedia interaktif sebagai strategi pembelajaran yang tidak hanya meningkatkan pemahaman konsep mahasiswa terhadap katabolisme karbohidrat tetapi juga mengintegrasikan tiga level representasi kimia untuk membangun model mental yang bermakna. Pendekatan ini diyakini mampu mendorong peningkatan keterampilan berpikir kritis dan kreatif, yang esensial dalam memenuhi tuntutan pembelajaran abad ke-21. Penelitian ini bertujuan mengeksplorasi bagaimana multimedia interaktif dapat menghubungkan elemen-elemen tersebut untuk menciptakan pembelajaran biokimia yang lebih efektif dan bermakna. Paradigma penelitian ini dapat digambarkan pada Gambar 3.1.

## **B. Metode dan Desain Penelitian**

Desain penelitian yang dilakukan menggunakan *mixed methods* yakni *exploratory sequential design* (Creswell & Clark, 2007). Desain ini dipilih untuk menjawab seluruh pertanyaan penelitian. *Exploratory sequential design* terdiri dari tiga bagian atau tahapan utama: penelitian kualitatif, pengembangan, dan penelitian kuantitatif. Fase ini diawali dengan penelitian kualitatif, mulai dari pengumpulan data kualitatif, pengambilan data, dan analisis data kualitatif. Hasil kajian kualitatif menjadi landasan dan acuan untuk langkah selanjutnya. Selanjutnya, tahap

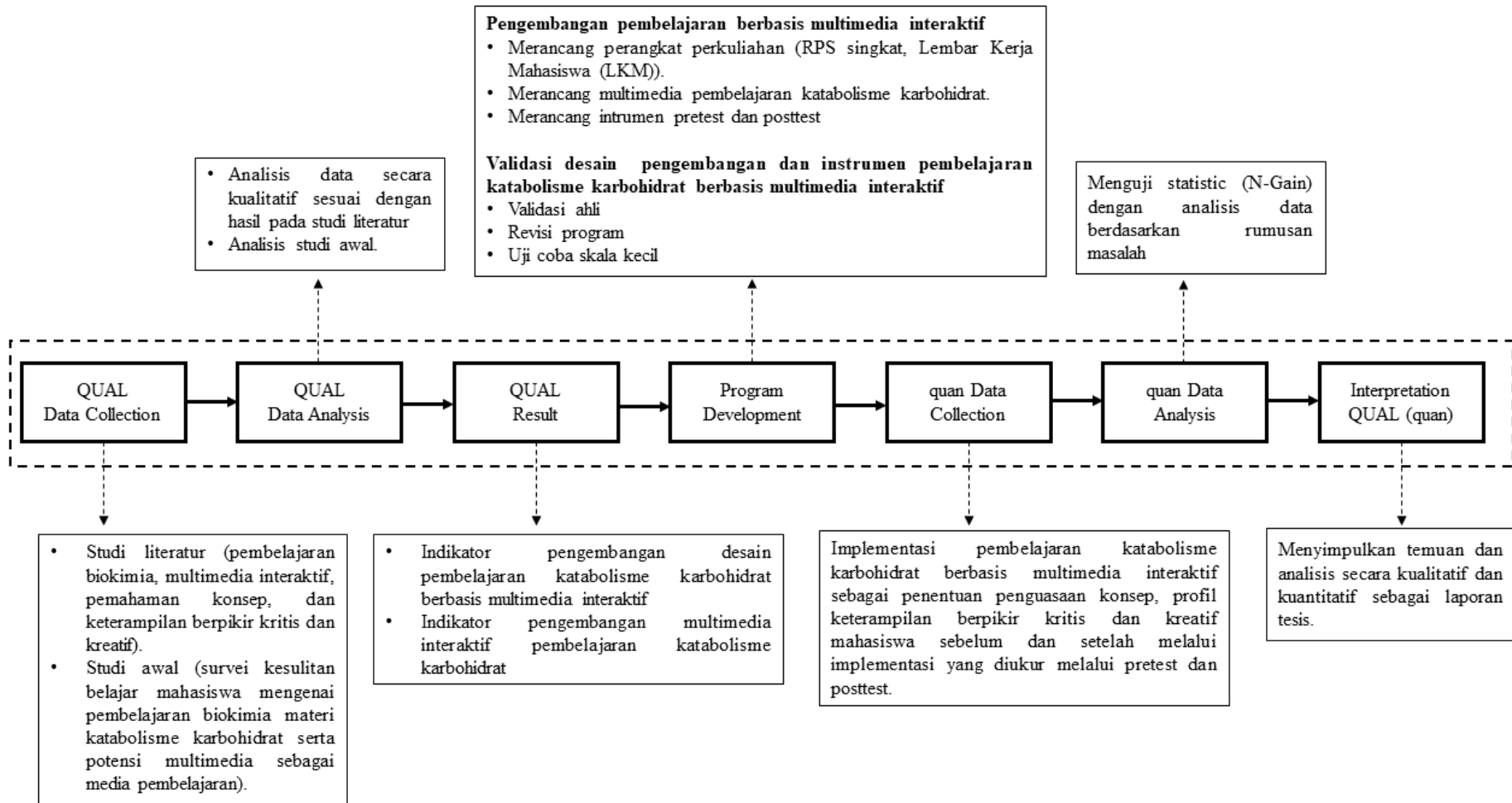
pengembangan akan yang berfokus pada pengembangan seluruh perangkat penelitian yang digunakan.



Gambar 3.1 Paradigma Penelitian

Tahap pengembangan ini diawali dengan melakukan studi awal berdasarkan hasil penelitian kualitatif, mengembangkan instrumen awal, memvalidasi instrumen

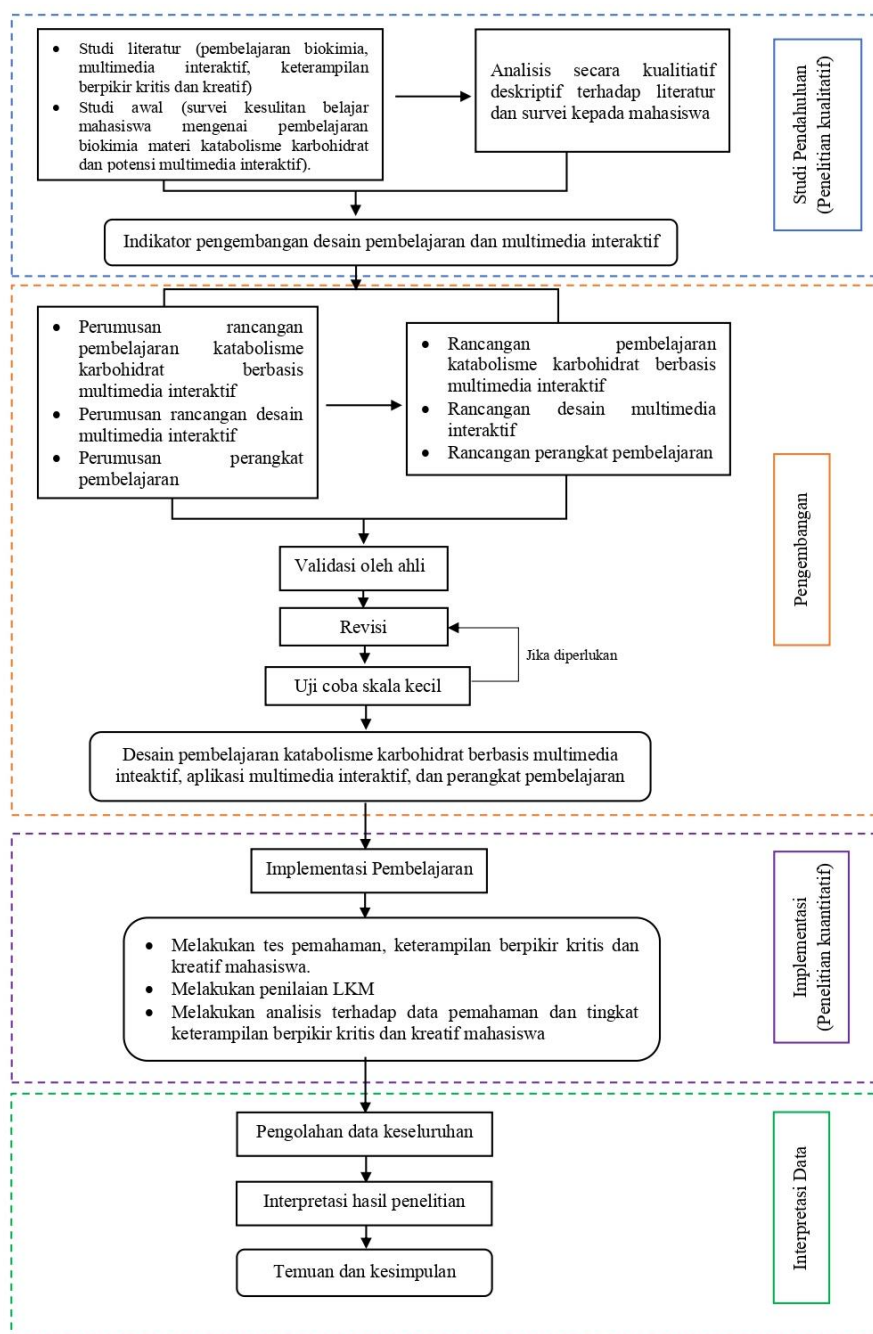
awal, dan merevisi instrumen setelah divalidasi. Instrumen yang dihasilkan yakni Rencana Program Semester (RPS) singkat khusus pada materi katabolisme karbohidrat, Lembar Kegiatan Mahasiswa (LKM), multimedia interaktif Karboquest, soal *pretest* dan *posttest*. Tahap terakhir melibatkan pelaksanaan penelitian kuantitatif. Instrumen yang telah divalidasi akan digunakan sebagai alat praktik dalam pelaksanaan yang dilakukan. Penelitian kuantitatif ini menunjukkan sejauh mana peningkatan keterampilan berpikir kreatif mahasiswa sebelum dan sesudah dilakukannya pembelajaran. Desain *exploratory sequential* pada penelitian ini disajikan pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Desain penelitian *exploratory sequential design* (Creswell & Clark, 2007)

### C. Prosedur Penelitian

Desain yang digunakan dalam penelitian ini adalah *mixed methods* yakni *exploratory sequential design* (Creswell & Clark, 2007). *Exploratory sequential design* memiliki 3 tahapan yakni penelitian kualitatif sebagai tahapan awal, tahap pengembangan, dan yang terakhir adalah penelitian kuantitatif dengan melakukan intervensi menggunakan instrumen yang telah dikembangkan. Prosedur penelitian ini disajikan pada Gambar 3.3



Gambar 3.3 Prosedur Penelitian

## 1. Tahap Kualitatif

Penelitian kualitatif dari penelitian ini dilakukan dengan studi pendahuluan dan analisis Rencana Program Studi (RPS) dan literatur. Studi pendahuluan yang dilakukan dengan menggunakan metode survei dengan memberikan pertanyaan terbuka kepada mahasiswa mengenai kesulitan belajar biokimia dan potensi multimedia interaktif sebagai media pembelajaran biokimia. Tujuannya adalah untuk memperoleh gambaran perkuliahan yang komprehensif. Rencana Program Semester (RPS) juga dianalisis dengan tujuan untuk mengetahui model dan metode perkuliahan, sumber belajar, media yang digunakan dalam perkuliahan. Kemudian untuk kajian literatur dimaksudkan untuk mengkaji beberapa teori ataupun penelitian yang berkaitan dengan penelitian yang akan dilakukan. Studi literatur difokuskan pada pembelajaran biokimia, multimedia interaktif, dan keterampilan berpikir kritis dan kreatif. Hasil penelitian kualitatif ini akan menjadi dasar dalam pengembangan instrumen pembelajaran.

## 2. Tahap Pengembangan

Tahap pengembangan didasari pada hasil penelitian kualitatif yang menghasilkan kriteria-kriteria dalam mengembangkan instrumen. Tahap pengembangan diawali dengan perumusan rancangan pembelajaran katabolisme karbohidrat, rancangan desain multimedia interaktif pembelajaran Karboquest. Desain pembelajaran dan multimedia interaktif yang telah dikembangkan dilakukan validasi dan uji coba skala kecil. Dari hasil validasi dan uji coba skala kecil dilakukan perbaikan terhadap saran perbaikan dan kendala dalam melaksanakan pembelajaran dan memainkan multimedia interaktif.

Berdasarkan penelitian ini, instrumen yang dikembangkan bertujuan pada peningkatan keterampilan berpikir kritis dan kreatif mahasiswa. Oleh karena itu, dalam pengembangannya, selain untuk meningkatkan pemahaman konsep mengenai katabolisme karbohidrat juga diintegrasikan keterampilan berpikir kritis dan kreatif. Instrumen yang dikembangkan mencakup: 1) desain pembelajaran katabolisme karbohidrat berbasis multimedia interaktif yang dibuat menjadi Rencana Program Semester singkat khusus pada materi perkuliahan katabolisme karbohidrat, 2) Multimedia interaktif Karboquest, 3) Lembar Kegiatan Mahasiswa

(LKM), 4) instrumen tes pemahaman konsep katabolisme karbohidrat yang terintegrasi dengan keterampilan berpikir kritis dan kreatif.

### 3. Tahap Kuantitatif

Pada tahap kuantitatif, program perkuliahan yang telah dikembangkan diimplementasikan kepada 34 mahasiswa yang sedang mengikuti mata kuliah Biokimia di program studi Kimia di salah satu perguruan tinggi di Bandung, Jawa Barat. Berikut adalah langkah-langkah yang dilakukan selama implementasi:

- a. **Persiapan Implementasi Program:** Langkah ini mencakup pengorganisasian dan persiapan yang diperlukan sebelum program perkuliahan dimulai, termasuk penyusunan jadwal, persiapan mahasiswa, dan pengadaan peralatan yang dibutuhkan.
- b. **Pretest:** Sebelum kegiatan perkuliahan dimulai, dilaksanakan *pretest* untuk mengukur pengetahuan awal dan pemahaman mahasiswa. *Pretest* ini memberikan gambaran mengenai tingkat pemahaman mereka sebelum intervensi.
- c. **Kegiatan Perkuliahan:** Selama implementasi, kegiatan perkuliahan dilaksanakan berdasarkan rancangan perangkat pembelajaran yang telah diuji coba sebelumnya.
- d. **Penilaian Tugas Mahasiswa:** Selama kegiatan perkuliahan, penilaian dilakukan terhadap hasil pekerjaan mahasiswa melalui Lembar Kerja Mahasiswa (LKM). Penilaian ini membantu mengevaluasi kemajuan dan pencapaian mahasiswa.
- e. **Posttest:** Setelah kegiatan perkuliahan selesai, *posttest* dilaksanakan untuk mengukur tingkat penguasaan mahasiswa setelah intervensi. *Posttest* ini berguna untuk mengevaluasi dampak dari implementasi program perkuliahan.

Langkah-langkah ini bertujuan untuk memastikan bahwa proses pembelajaran berjalan efektif dan memberikan hasil yang optimal bagi mahasiswa.

### 4. Interpretasi Data

Setelah keseluruhan tahap dilaksanakan, dilakukan interpretasi data. Pada tahap ini, data yang telah dikumpulkan dari berbagai kegiatan diolah, mulai dari tahap kualitatif, pengembangan, dan kuantitatif. Hasil analisis, baik kuantitatif maupun kualitatif, diinterpretasikan secara menyeluruh. Data kuantitatif diperoleh dari tes keterampilan berpikir kritis dan kreatif yang diberikan di awal dan akhir



perkuliahan. Data kuantitatif dianalisis menggunakan perangkat lunak statistik SPSS. Sementara itu, data kualitatif diperoleh dari jawaban Lembar Kerja Mahasiswa (LKM) yang mencerminkan keterampilan berpikir kritis dan kreatif pada proses pembelajaran. Data kualitatif ini digunakan untuk memberikan konteks yang lebih mendalam terkait dengan data kuantitatif (QUAN Emphasized). Berdasarkan hasil interpretasi data, kesimpulan dirumuskan mengenai temuan-temuan selama penelitian. Kesimpulan ini mencerminkan pemahaman tentang efektivitas dan dampak dari implementasi pembelajaran katabolisme karbohidrat berbasis multimedia interaktif. Selanjutnya, berdasarkan kesimpulan tersebut, dibuat implikasi dan rekomendasi. Implikasi merujuk pada penerapan praktis dari temuan penelitian untuk meningkatkan pengajaran dan pembelajaran dalam konteks pembelajaran katabolisme karbohidrat. Rekomendasi ditujukan kepada pengambil kebijakan, dosen, dan pihak terkait lainnya untuk mendukung pengembangan dan keberlanjutan program serupa.

#### **D. Lokasi dan Subjek Penelitian**

Penelitian dilakukan di program studi Pendidikan Kimia, salah satu Universitas Negeri di Kota Bandung pada semester ganjil tahun akademik 2024/2025. Subjek pada penelitian ini adalah 34 mahasiswa kimia di Universitas Negeri di Kota Bandung yang menempuh mata kuliah biokimia. Populasi terdiri dari beberapa kelas, sehingga pengambilan sampel dilakukan dengan menggunakan teknik *convenience sampling*. Satu kelas dipilih menjadi sampel yang digunakan untuk menunjukkan sejauh mana peningkatan keterampilan berpikir kreatif mahasiswa sebelum dan sesudah dilakukan pembelajaran.

#### **E. Instrumen Penelitian**

Instrumen penelitian yang dikembangkan berupa Rencana Pelaksanaan Perkuliahan (RPS) singkat mengenai katabolisme karbohidrat, multimedia interaktif Karboquest, Lembar Kegiatan Mahasiswa (LKM), Instrumen tes katabolisme karbohidrat terintegrasi dengan keterampilan berpikir kritis dan kreatif.

## 1. Rencana Pelaksanaan Program Perkuliahan

Rencana pelaksanaan program perkuliahan yang dikembangkan merupakan program singkat khusus pada materi perkuliahan katabolisme karbohidrat. Rencana pelaksanaan program ini dikembangkan berdasarkan karakteristik pembelajaran katabolisme karbohidrat, hasil analisis rencana program yang digunakan, dan kebutuhan mahasiswa dalam mempelajari biokimia khususnya katabolisme karbohidrat.

Pada rencana pelaksanaan perkuliahan yang dikembangkan memuat langkah-langkah pembelajaran yang dibagi menjadi tiga langkah utama yakni 1) Pendahuluan, pengenalan multimedia interaktif dan materi perkuliahan; 2) Kegiatan Inti, penggunaan Multimedia interaktif; 3) Penutup, diskusi dan refleksi pembelajaran. Dalam proses perkuliahan diintegrasikan keterampilan berpikir kritis dan kreatif disetiap kegiatannya.

Rencana pelaksanaan program perkuliahan ini kemudian dilakukan validasi yang melibatkan 2 ahli. Adapun aspek yang divalidasi mencakup langkah pembelajaran yang dikembangkan, substansi pembagian waktu perkuliahan, penggunaan multimedia interaktif pada proses perkuliahan, substansi keterampilan berpikir kritis dan kreatif dalam setiap kegiatan perkuliahan, dan substansi keterbacaan. Setelah dilakukan validasi dan dilakukan perbaikan berdasarkan saran dan masukan, dihasilkan sebuah rencana pelaksanaan program perkuliahan khusus pada materi katabolisme karbohidrat.

## 2. Multimedia Interaktif Karboquest

Multimedia interaktif yang dikembangkan menggunakan aplikasi Unity diberi nama Karboquest yang dijalankan menggunakan komputer/laptop. Instrumen multimedia interaktif KarboQuest dirancang sebagai media pembelajaran inovatif yang mengintegrasikan elemen edukatif dan teknologi interaktif untuk mendukung proses pembelajaran katabolisme karbohidrat. Instrumen ini bertujuan untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan kreatif mahasiswa melalui pendekatan berbasis eksplorasi.

KarboQuest dirancang mengacu pada teori kognitif Mayer di mana pembelajaran dikemas dalam bentuk multimedia interaktif. Multimedia ini disusun berdasarkan tahapan jalur metabolisme karbohidrat, seperti glikolisis, siklus Krebs,

dan fosforilasi oksidatif. Setiap tahapan didesain untuk mencerminkan proses biologis secara interaktif, dengan fitur simulasi reaksi kimia, animasi struktur molekul, dan visualisasi kerja enzim. Proses ini memungkinkan mahasiswa memahami materi dengan cara yang menarik dan kontekstual.

Prinsip *user-centered design* diterapkan dalam pengembangan antarmuka pengguna (UI) untuk memastikan kemudahan navigasi. Hal ini mencakup desain menu yang sederhana, ikon-ikon yang intuitif untuk memberikan panduan jika mahasiswa menghadapi kesulitan. Selain itu, instrumen ini menggunakan pendekatan multisensori, seperti visual, audio, dan interaksi langsung, untuk mendukung berbagai gaya belajar mahasiswa.

Konten dalam KarboQuest meliputi penjelasan konsep, animasi reaksi kimia, dan tugas-tugas berbasis masalah. Setiap tahapan permainan berisi: 1) Penjelasan tahapan metabolisme: menjelaskan mekanisme kerja enzim, perubahan struktur molekul, dan hasil dari setiap reaksi, seperti produksi ATP, NADH, atau FADH<sub>2</sub>, 2) Simulasi interaktif: mahasiswa memilih enzim yang tepat untuk memfasilitasi reaksi tertentu. Kesalahan dalam memilih enzim akan disertai umpan balik edukatif yang menjelaskan alasannya.

Multimedia yang dikembangkan melalui proses validasi oleh ahli yang berakitan dengan aspek media seperti desain antarmuka pengguna (UI), navigasi multimedia, kualitas visual dan grafis, responsivitas, penggunaan warna dan kontras, kompatibilitas perangkat, stabilitas aplikasi, penggunaan suara dan musik, serta interaktivitas multimedia. Pada aspek konten berupa akurasi konsep kimia, kesesuaian materi, penyampaian reaksi kimia, visualisasi struktur molekul, pemahaman mekanisme reaksi, penggunaan istilah kimia, serta penggunaan metafora dan analogi

### **3. Lembar Kegiatan Mahasiswa (LKM)**

Pengembangan Lembar Kegiatan Mahasiswa (LKM) dilakukan secara berkesinambungan dengan rencana pelaksanaan program perkuliahan. LKM ini berfungsi sebagai panduan bagi mahasiswa selama proses perkuliahan agar tetap sesuai dengan rencana yang telah ditetapkan. Mengingat bahwa banyak kegiatan mahasiswa melibatkan interaksi dengan multimedia interaktif, LKM ini dirancang untuk memberikan arahan dan petunjuk yang jelas. Dengan demikian, LKM ini

membantu mahasiswa dalam mengorganisir dan melaksanakan aktivitas perkuliahan secara efektif. Tahapan kegiatan dalam LKM dibagi menjadi 3 tahapan umum yakni pendahuluan, penggunaan multimedia interaktif, dan penutup, yang bertujuan untuk mengembangkan keterampilan berpikir kritis dan kreatif mahasiswa. Setelah pengembangan, LKM ini divalidasi oleh 2 ahli dalam Pembelajaran biokimia khususnya katabolisme karbohidrat bersamaan dengan rencana pelaksanaan program perkuliahan. LKM perkuliahan ini dapat ditemukan pada Lampiran 2.

#### **4. Instrumen Tes**

Instrumen tes dikembangkan untuk mengukur peningkatan penguasaan konsep mengenai materi katabolisme karbohidrat. Penguasaan konsep mengacu pada taksonomi Bloom yang dimulai dari C4-C6. Instrumen yang dikembangkan berbentuk tes uraian. Namun, selain itu instrumen tes juga mengukur keterampilan berpikir kritis dan kreatif sehingga dapat dijabarkan sebagai berikut

##### **a. Instrumen Tes Penguasaan Konsep terintegrasi dengan Keterampilan Berpikir Kritis**

Instrumen keterampilan berpikir kritis yang dikembangkan mengacu pada indikator yang dikemukakan oleh Ennis (1985) yaitu klarifikasi dasar (*elementary clarification*), dasar dalam mengambil keputusan atau dukungan (*the basis for the decision/ basic support*), inferensi (*inference*), klarifikasi lanjut (*advanced clarification*), strategi dan taktik (*strategies and tactics*). Indikator ini diintegrasikan bersamaan dengan indikator pada pemahaman konsep.

Instrumen tes yang telah dikembangkan melalui tahap validasi oleh ahli untuk menilai kevalidan terhadap instrumen tes yang telah dibuat. Secara keseluruhan proses validasi menilai terkait penggunaan bahasa, keterbacaan soal, kesesuaian dengan konsep, kebenaran jawaban, kesesuaian dengan indikator berpikir kritis, kesesuaian dengan kisi-kisi soal. Setelah melalui proses validasi, dilakukan perbaikan terhadap instrumen tes sesuai dengan masukan dan saran oleh ahli. Sebanyak 5 soal uraian yang terintegrasi dengan keterampilan berpikir kritis. Soal disusun berdasarkan kisi-kisi yang dapat ditemukan pada Lampiran 3, kisi-kisi ini memberikan panduan terhadap komponen berpikir kritis yang diukur dengan kesesuaian materi yang diujikan.

Berdasarkan kisi-kisi yang ada, dapat dibuat rekapitulasi instrumen keterampilan berpikir kritis sebagai ringkasan dari distribusi pengujian setiap indikator yang diterapkan. Hasil rekapitulasi dari instrumen keterampilan berpikir kritis tersebut disajikan pada Tabel 3.1

Tabel 3.1  
Distribusi indikator keterampilan berpikir kritis pada instrument tes

No.	Indikator keterampilan berpikir kritis	Nomor soal
1	Memberikan penjelasan sederhana	2, 3, 8
2	Membangun keterampilan dasar	1
3	Membuat inferensi	-
4	Membuat penjelasan lanjutan	4, 7
5	Strategi dan taktik	-

Penggunaan indikator memberikan penjelasan sederhana, membangun keterampilan dasar dan membuat penjelasan lanjutan dalam pembelajaran dipilih karena proses pembelajaran yang dikembangkan secara spesifik menekankan pada penguasaan kedua keterampilan ini. Hal ini juga didukung bahwa berpikir kritis adalah keterampilan yang dapat difokuskan pada aspek-aspek tertentu sesuai kebutuhan pembelajaran, sehingga tidak semua indikator harus digunakan secara bersamaan (Facione, 1990).

#### **b. Instrumen Tes Penguasaan Konsep terintegrasi dengan Keterampilan Berpikir Kreatif**

Instrument yang dikembangkan mengacu pada indicator yang dikemukakan oleh Torrance (1988) yaitu *fluency*, *flexibility*, *originality*, dan *elaboration*. Indikator ini dintegrasikan bersamaan dengan indicator penguasaan konsep oleh Bloom. Instrument tes yang telah dikembangkan melalui tahap validasi oleh ahli untuk menilai kevalidan terhadap instrument tes yang telah dibuat. Secara keseluruhan proses validasi menilai terkait penggunaan bahasa, keterbacaan soal, kesesuaian dengan konsep, kebenaran jawaban, kesesuaian dengan indicator berpikir kreatif, serta kesesuaian dengan kisi-kisi soal. Setelah melalui proses validasi, dilakukan perbaikan terhadap instrument tes sesuai dengan masukan dan saran oleh ahli. Sebanyak 5 soal uraian yang terintegrasi dengan keterampilan berpikir kreatif. Soal disusun berdasarkan kisi-kisi yang dapat ditemukan pada

Lampiran 3, kisi-kisi ini memberikan panduan terhadap komponen berpikir kreatif yang diukur dengan kesesuaian materi yang diujikan.

Berdasarkan kisi-kisi yang ada, dapat dibuat rekapitulasi instrumen keterampilan berpikir kreatif sebagai ringkasan dari distribusi pengujian setiap indikator yang diterapkan. Hasil rekapitulasi dari instrumen keterampilan berpikir kreatif tersebut disajikan pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2  
Distribusi indikator keterampilan berpikir kreatif pada instrument tes

No.	Indikator keterampilan berpikir kreatif	Nomor soal
1	<i>Fluency</i>	1, 7
2	<i>Flexibility</i>	-
3	<i>Originality</i>	-
4	<i>Elaboration</i>	1, 4, 5, 6

Penggunaan indikator *fluency* dan *elaboration* dalam pembelajaran dipilih karena proses pembelajaran yang dikembangkan secara spesifik menekankan pada penguasaan kedua keterampilan ini. Selain itu, indikator *fluency* dan *elaboration* dapat bersifat independen, artinya keterampilan menghasilkan banyak ide (*fluency*) dan kemampuan mengembangkan ide secara mendetail (*elaboration*) dapat berdiri sendiri tanpa harus bergantung pada indikator lain seperti *flexibility* atau *originality*. Hal ini didukung oleh penelitian yang menyatakan bahwa setiap indikator keterampilan berpikir kreatif juga dapat diartikan secara independen (Kim, 2006). Dengan demikian, pembelajaran dapat lebih terarah dalam meningkatkan kemampuan siswa untuk berpikir kreatif secara luas dan mendalam sesuai dengan kebutuhan konteks pembelajaran berbasis multimedia interaktif.

## F. Perancangan Desain Pembelajaran Katabolisme Karbohidrat berbasis Multimedia Interaktif

### a. Hasil Analisis Rencana Program Perkuliahan Semester

Dokumen yang dianalisis adalah *Rencana Pembelajaran Semester (RPS)* mata kuliah "Metabolisme Biomolekul dan Informasi Genetika" yang relevan untuk mendukung penelitian pengembangan pembelajaran katabolisme karbohidrat berbasis multimedia interaktif. Visi program studi Pendidikan Kimia diarahkan

untuk menghasilkan lulusan yang memiliki keunggulan kompetitif secara global di bidang pendidikan kimia. Misi program studi meliputi penyelenggaraan pendidikan yang inovatif, pelaksanaan penelitian berbasis keilmuan, serta penyebarluasan inovasi pendidikan kimia melalui kerja sama nasional maupun internasional. Profil lulusan yang diharapkan mencakup pendidik profesional yang mampu merancang pembelajaran inovatif dan peneliti pendidikan kimia yang kreatif, kritis, dan inovatif dalam memecahkan masalah pendidikan kimia.

Mata kuliah ini mendukung profil lulusan melalui capaian pembelajaran yang mencakup pemahaman bioenergetika, metabolisme biomolekul, dan kemampuan memecahkan masalah energi dalam reaksi metabolik. Dalam RPS, tujuan pembelajaran mencakup pemahaman mendalam tentang proses metabolisme karbohidrat, seperti Glikolisis, siklus TCA, dan Fosforilasi Oksidatif. Metode pembelajaran yang digunakan adalah ceramah, diskusi, penyelesaian tugas penghitungan energi, serta pengalaman belajar mandiri. Pendekatan ini mendukung capaian pembelajaran, namun masih terfokus pada metode konvensional sehingga kurang memberikan ruang untuk interaksi kreatif mahasiswa.

Sumber belajar yang digunakan antara lain Dasar-dasar Biokimia (2015) oleh Poedjiadi, A. dan Supriyanti, FM., *Principles of Biochemistry (1984)* oleh Lehninger, *Biochemistry. Four<sup>th</sup> edition* oleh Voet, D. and Voet, G.J., (2010), *Biochemistry 2<sup>nd</sup> edition* oleh Mathews and Van Holde M. (1999), yang sangat relevan dengan topik metabolisme. Namun, sumber belajar ini bersifat konvensional dan kurang mendukung integrasi elemen interaktif. Topik metabolisme karbohidrat yang diajarkan, seperti Glikolisis dan Fosforilasi Oksidatif, sangat relevan dengan fokus penelitian ini. Namun, metode pembelajaran yang ada perlu ditingkatkan dengan pendekatan inovatif, seperti multimedia interaktif, untuk mengembangkan keterampilan berpikir kritis dan kreatif mahasiswa. Dengan demikian, RPS ini menjadi landasan yang baik, namun penelitian ini memiliki potensi untuk memperkaya pembelajaran dengan cara yang lebih inovatif.

#### b. Hasil Studi Awal

Studi awal dilakukan dengan memberikan survey berupa pertanyaan terbuka mengenai kesulitan dalam mempelajari biokimia khususnya katabolisme

karbohidrat dan potensi multimedia interaktif sebagai media pembelajaran pada 36 mahasiswa. Survei ini mencakup 10 pertanyaan terbuka yang menggali pengalaman, tantangan, dan harapan mahasiswa terhadap pembelajaran katabolisme karbohidrat serta potensi multimedia interaktif. Data yang diperoleh telah ditranskripsi dari hasil jawaban mahasiswa, kemudian dikelompokkan berdasarkan jenis informasi, seperti tantangan belajar, metode pembelajaran, kesulitan konsep, pengalaman dengan media interaktif, dan fitur yang diharapkan.

Setelah membaca seluruh data survei, ditemukan pola-pola umum yang mengindikasikan bahwa sebagian besar mahasiswa menghadapi kesulitan dalam memahami proses biokimia yang kompleks, terutama pada tahap siklus Krebs dan fosforilasi oksidatif. Mayoritas mahasiswa menyatakan bahwa pembelajaran konvensional kurang menarik, dan multimedia interaktif dianggap dapat membantu melalui visualisasi dan simulasi. Refleksi keseluruhan menunjukkan bahwa mahasiswa membutuhkan pengalaman belajar yang lebih dinamis dan terlibat secara langsung.

Proses pengkodean menghasilkan beberapa tema utama berdasarkan informasi dari survey disajikan pada Tabel 3.3

Tabel 3.3  
Pengkodean data

Tema Utama	Kode	Deskripsi Data yang dikode
Tantangan Pembelajaran (TP)	TP1	Kesulitan memahami tahap siklus Krebs dan fosforilasi oksidatif.
	TP2	Pembelajaran konvensional kurang efektif dalam menjelaskan visualisasi reaksi biokimia.
	TP3	Mahasiswa merasa bingung dengan perubahan struktur molekul dalam reaksi biokimia.
Metode Efektif (ME)	ME1	Media berbasis visual membantu memahami konsep kompleks lebih baik dibandingkan ceramah.
	ME2	Kepercayaan bahwa multimedia interaktif dapat memberikan pengalaman belajar yang lebih baik.
Harapan terhadap Multimedia (HM)	HM1	Fitur simulasi reaksi enzimatik untuk membantu memahami mekanisme reaksi.
	HM2	Animasi molekul 3D yang memvisualisasikan perubahan struktur secara real-time.
	HM3	Penjelasan berbasis interaksi, seperti kuis atau tantangan di dalam media.



Tabel 3.3  
Pengkodean data (lanjutan)

Tema Utama	Kode	Deskripsi Data yang dikode
Keterlibatan dan Kesenangan (EK)	EK1	Multimedia interaktif dinilai dapat meningkatkan motivasi belajar mahasiswa.
	EK2	Harapan bahwa media pembelajaran dapat membuat materi kimia menjadi lebih menarik dan menyenangkan.

Hasil dari pengkodean diterapkan untuk mendeskripsikan informasi disajikan pada Tabel 3.4

Tabel 3.4  
Hasil deskripsi

Tema	Kode	Hasil Deskripsi
Tantangan Pembelajaran (TP)	TP1	28 mahasiswa mengalami kesulitan pada tahap glikolisis, siklus Krebs dan fosforilasi oksidatif.
	TP2	22 mahasiswa merasa metode ceramah kurang efektif dalam menjelaskan reaksi kimia.
	TP3	25 mahasiswa mengaku kesulitan memahami cara kerja enzim dan perubahan struktur molekul.
Metode Efektif (ME)	ME1	25 mahasiswa menyebut media visual membantu memahami konsep dengan lebih baik.
	ME2	22 mahasiswa percaya bahwa multimedia interaktif dapat meningkatkan kualitas pembelajaran.
Harapan terhadap Multimedia (HM)	HM1	Sebagian besar mahasiswa menginginkan simulasi reaksi enzimatik dalam media pembelajaran.
	HM2	28 mahasiswa berharap ada animasi molekul untuk menjelaskan perubahan struktur molekul secara dinamis.
	HM3	30 mahasiswa ingin media dilengkapi dengan kuis atau tantangan interaktif untuk meningkatkan pemahaman.
Keterlibatan dan Kesenangan (EK)	EK1	30 mahasiswa percaya bahwa multimedia interaktif dapat meningkatkan motivasi belajar mereka.
	EK2	Sebagian besar mahasiswa berharap media ini membuat pembelajaran kimia lebih menarik dan relevan dengan konteks mereka.

Hasil survei menunjukkan bahwa mahasiswa membutuhkan media pembelajaran yang dapat menjembatani kesenjangan antara teori dan aplikasi. Simulasi reaksi biokimia yang disertai visualisasi molekul dianggap mampu

membantu mereka memahami proses yang kompleks. Selain itu, multimedia yang menawarkan interaktivitas dinilai dapat meningkatkan keterlibatan dan motivasi belajar.

Interpretasi data menunjukkan bahwa multimedia interaktif adalah solusi potensial untuk mengatasi tantangan dalam pembelajaran katabolisme karbohidrat. Desain yang memprioritaskan visualisasi, simulasi, dan interaktivitas tidak hanya akan meningkatkan pemahaman mahasiswa tetapi juga memberikan pengalaman belajar yang menarik dan menyenangkan. Temuan ini menjadi dasar yang kuat untuk mengembangkan multimedia interaktif yang sesuai dengan kebutuhan mahasiswa.

Dari hasil studi pendahuluan berupa studi literatur, analisis Rencana Perkuliahan Semester (RPS), dan studi awal, dirumuskan kriteria pengembangan desain pembelajaran dan kriteria pengembangan multimedia interaktif

#### 1) Kriteria Pengembangan Desain Pembelajaran

Pengembangan desain pembelajaran pada penelitian ini bertujuan untuk menciptakan proses belajar yang efektif, relevan, dan interaktif guna meningkatkan pemahaman konsep katabolisme karbohidrat serta keterampilan berpikir kritis dan kreatif mahasiswa. Berdasarkan hasil studi literatur dan analisis RPS, kriteria pengembangan desain pembelajaran mencakup:

##### a) Keselarasan dengan Capaian Pembelajaran

Desain pembelajaran harus mendukung capaian pembelajaran yang mencakup pemahaman bioenergetika, metabolisme biomolekul, dan kemampuan memecahkan masalah metabolik. Setiap kegiatan pembelajaran harus diarahkan untuk mengintegrasikan konsep dalam jalur metabolisme karbohidrat, seperti glikolisis, siklus Krebs, dan fosforilasi oksidatif.

##### b) Penerapan Pemikiran Bertingkat

Berdasarkan literatur (Johnstone, 1991), pembelajaran biokimia memerlukan pendekatan bertingkat yang menggabungkan tiga level representasi: makroskopis, submikroskopis, dan simbolis. Desain pembelajaran harus memberikan kesempatan kepada mahasiswa untuk menghubungkan mekanisme molekuler (submikroskopis) dengan organisme (makroskopis).

c) Pendekatan Aktif dan Interaktif

Untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis, pembelajaran harus mencakup kegiatan analisis, evaluasi, dan klarifikasi konsep. Dalam pembelajaran kreatif, mahasiswa perlu didorong untuk mengembangkan ide baru dan menyelesaikan masalah melalui eksplorasi. Oleh karena itu, metode seperti pembelajaran interaktif sangat dianjurkan.

d) Integrasi Media Pembelajaran Interaktif

Desain pembelajaran perlu mencakup penggunaan media visual, seperti simulasi atau animasi, untuk mempermudah pemahaman konsep abstrak. Hal ini mengatasi keterbatasan metode konvensional yang dominan menggunakan ceramah dan teks.

e) Evaluasi Berbasis Kompetensi

Evaluasi pembelajaran harus mencakup instrumen yang dapat mengukur penguasaan konsep, keterampilan berpikir kritis serta keterampilan berpikir kreatif.

2) Kriteria Pengembangan Multimedia Interaktif

Pengembangan multimedia interaktif sebagai bagian dari media pembelajaran harus mempertimbangkan kebutuhan pembelajaran biokimia yang kompleks, sebagaimana diidentifikasi dalam studi literatur dan survei awal. Kriteria pengembangan multimedia interaktif mencakup:

a) Visualisasi Dinamis

Multimedia interaktif harus mampu memvisualisasikan jalur metabolisme karbohidrat secara dinamis, termasuk perubahan struktur molekul dan mekanisme kerja enzim. Penggunaan animasi 3D untuk menjelaskan glikolisis, siklus Krebs dan fosforilasi oksidatif dianggap penting untuk mengatasi kesulitan yang dialami mahasiswa.

b) Fitur Interaktif dan Simulasi

Berdasarkan hasil studi pendahuluan, fitur simulasi reaksi enzimatik yang memungkinkan mahasiswa memahami mekanisme reaksi secara langsung. Hal ini juga dapat memudahkan mahasiswa dalam mengingat dan memahami enzim dalam setiap prosesnya.

c) Umpan Balik Langsung

Multimedia harus memberikan umpan balik langsung terhadap pilihan mahasiswa dalam simulasi. Misalnya, jika mereka memilih enzim yang salah, sistem harus menjelaskan mengapa pilihan tersebut keliru dan memberikan informasi tambahan untuk membantu refleksi.

d) Fleksibilitas dan Keterlibatan Pengguna

Multimedia harus dirancang dengan navigasi yang mudah dan antarmuka pengguna yang intuitif untuk memastikan mahasiswa dapat menggunakan aplikasi secara mandiri. Selain itu, elemen permainan, seperti tantangan atau pencapaian, perlu ditambahkan untuk meningkatkan motivasi belajar.

e) Akurasi Konten

Konten multimedia harus divalidasi oleh ahli untuk memastikan akurasi konsep, penggunaan istilah, dan representasi visual. Hal ini penting untuk menghindari miskonsepsi dalam pembelajaran.

1. Pengembangan Desain Pembelajaran Katabolisme Karbohidrat berbasis Multimedia Interaktif

Pengembangan desain pembelajaran katabolisme karbohidrat berbasis multimedia interaktif didasari pada hasil studi literatur, analisis rencana perkuliahan semester, dan studi awal yang dielaborasi menjadi kriteria dalam pengembangan sehingga dihasilkan desain pembelajaran berbasis multimedia interaktif. Pembelajaran katabolisme karbohidrat ini menggunakan multimedia interaktif sebagai media pembelajaran, pembelajaran dirancang beorientasi pada keterampilan berpikir kritis dan kreatif untuk mencapai tujuan dari penelitian.

Pembelajaran katabolisme karbohidrat erat kaitannya dengan proses molekuler seperti perubahan senyawa melalui proses enzimatik. Perkuliahan ini memfasilitasi mahasiswa dalam mempelajari perubahan senyawa dengan memperlihatkan perubahan struktur molekul pada setiap langkah enzimatik pada katabolisme karbohidrat.

a. Hasil Pengembangan Rencana Pelaksanaan Program

Pengembangan yang berdasar pada dkriteria yang telah dirumuskan sehingga dikembangkan sintaks pembelajaran yakni 1) Pendahuluan/pengantar, pada kegiatan ini mahasiswa diberikan pengenalan materi dan tujuan pembelajaran, serta

pengenalan multimedia interaktif, 2) penggunaan multimedia, pada kegiatan ini mahasiswa menggunakan multimedia interaktif sebagai media pembelajaran untuk mengumpulkan informasi mengenai katabolisme karbohidrat yakni enzim yang digunakan dalam setiap langkah, serta perubahan/reaksi yang terjadi pada setiap proses enzimatik tersebut. 3) Diskusi dan refleksi, pada kegiatan ini mahasiswa melakukan diskusi dan refleksi mengenai pengalaman penggunaan multimedia interaktif dan pemahaman mahasiswa terhadap materi pembelajaran. Hasil rancangan Rencana Pelaksanaan Program Semester (RPS) pada materi katabolisme karbohidrat disajikan pada Tabel 3.5

Tabel 3.5  
Rancangan rencana pelaksanaan pembelajaran katabolisme karbohidrat

Minggu/ Pert. ke	Sub CPMK/Indikator Pembelajaran	Bahan Kajian/ Materi Ajar	Tahap	Deskripsi Kegiatan	Indikator Berpikir Kritis	Indikator Berpikir Kreatif
Pretest						
3	Memiliki pengetahuan konseptual dan menggunakan pengetahuannya untuk mengadaptasi perkembangan terkait metabolisme karbohidrat	Katabolisme karbohidrat: Glikolisis	Pengantar	Pengenalan materi katabolisme karbohidrat dan tujuan pembelajaran.  Menjelaskan relevansi multimedia.	<b>Memberikan Penjelasan Sederhana:</b> Mengidentifikasi dan memahami konsep dasar katabolisme karbohidrat serta cara kerja multimedia.	
			Pengenalan multimedia	Penjelasan cara dan tujuan penggunaan "Karboquest: The Metabolic Adventure".		
			Penggunaan multimedia	Memberikan gambaran umum tentang proses katabolisme glukosa.	<b>Membangun Keterampilan Dasar:</b> Mengetahui jumlah ATP yang terbentuk per mol	
				Menentukan enzim yang tepat		<b>Fluency:</b> Mahasiswa

Tabel 3.5  
Rancangan rencana pelaksanaan pembelajaran katabolisme karbohidrat (lanjutan)

Minggu/ Pert. ke	Sub CPMK/Indikator Pembelajaran	Bahan Kajian/ Materi Ajar	Tahap	Deskripsi Kegiatan	Indikator Berpikir Kritis	Indikator Berpikir Kreatif
				terhadap proses yang terjadi dalam pencernaan (mulut, kerongkongan, lambung, dan usus)		<p>menggunakan pengetahuan mereka tentang berbagai enzim pencernaan dan menentukan enzim yang sesuai untuk setiap tahap proses pencernaan atau jenis makanan yang dicerna. Mereka harus mempertimbangkan berbagai kondisi dan skenario pencernaan yang berbeda.</p> <p><b>Elaboration:</b> Mahasiswa menjelaskan secara rinci mengapa</p>

Tabel 3.5  
Rancangan rencana pelaksanaan pembelajaran katabolisme karbohidrat (lanjutan)

Minggu/ Pert. ke	Sub CPMK/Indikator Pembelajaran	Bahan Kajian/ Materi Ajar	Tahap	Deskripsi Kegiatan	Indikator Berpikir Kritis	Indikator Berpikir Kreatif
						enzim tertentu cocok untuk proses pencernaan tertentu. Mereka mengembangkan ide dengan menambahkan detail mengenai spesifisitas enzim, mekanisme aksi, dan kondisi optimal kerja enzim
				Menentukan enzim dan perubahan struktur glukosa yang benar pada setiap tahap glikolisis	<b>Membuat Penjelasan Lanjut:</b> Mahasiswa mengembangkan penjelasan terperinci tentang peran dan interaksi enzim dalam glikolisis, serta bagaimana mereka mengatur	



Tabel 3.5  
Rancangan rencana pelaksanaan pembelajaran katabolisme karbohidrat (lanjutan)

Minggu/ Pert. ke	Sub CPMK/Indikator Pembelajaran	Bahan Kajian/ Materi Ajar	Tahap	Deskripsi Kegiatan	Indikator Berpikir Kritis	Indikator Berpikir Kreatif
					alur energi dan metabolisme dalam sel.	
				Mengumpulkan informasi mengenai enzim yang digunakan dalam proses glikolisis dan menuliskan dalam LKM.	<b>Menganalisis Data dan Informasi:</b> Mahasiswa menguraikan dan menganalisis informasi tentang struktur, fungsi, dan kondisi kerja optimal dari enzim-enzim dalam glikolisis.	
				Mengintegrasikan seluruh proses pada glikolisis	<b>Mengatur Strategi dan Taktik:</b> Mahasiswa menerapkan pengetahuan untuk memastikan semua langkah	

Tabel 3.5  
Rancangan rencana pelaksanaan pembelajaran katabolisme karbohidrat (lanjutan)

Minggu/ Pert. ke	Sub CPMK/Indikator Pembelajaran	Bahan Kajian/ Materi Ajar	Tahap	Deskripsi Kegiatan	Indikator Berpikir Kritis	Indikator Berpikir Kreatif
					dalam proses glikolisis diintegrasikan dengan benar.	
				Menghitung jumlah ATP dan NADH yang terbentuk dalam proses glikolisis	<b>Memberikan Penjelasan Sederhana:</b> Menghitung jumlah energi yang terbentuk dalam proses glikolisis	
			Diskusi dan refleksi	Diskusi kelompok dan refleksi tentang pengalaman bermain dan pemahaman materi glikolisis.	<b>Menyimpulkan:</b> Mahasiswa menarik kesimpulan tentang urutan reaksi glikolisis yang benar berdasarkan analisis data dan informasi tentang enzim dan	

Tabel 3.5  
Rancangan rencana pelaksanaan pembelajaran katabolisme karbohidrat (lanjutan)

Minggu/ Pert. ke	Sub CPMK/Indikator Pembelajaran	Bahan Kajian/ Materi Ajar	Tahap	Deskripsi Kegiatan	Indikator Berpikir Kritis	Indikator Berpikir Kreatif
					perubahan struktur glukosa.	
4	Memiliki pengetahuan konseptual dan menggunakan pengetahuannya untuk mengadaptasi perkembangan terkait metabolisme karbohidrat	Katabolisme karbohidrat: TCA dan fosforilasi oksidatif	Pengantar	Kuliah singkat tentang siklus Krebs dan fosforilasi oksidatif serta fungsinya dalam metabolisme energi	<b>Memberikan Penjelasan Lanjutan:</b> Mengidentifikasi dan memahami konsep siklus Krebs dan fosforilasi oksidatif	
			Penggunaan multimedia	Menentukan enzim dan perubahan struktur glukosa yang benar pada setiap tahap siklus Krebs	<b>Membuat Penjelasan Lanjut:</b> Mahasiswa mengembangkan penjelasan terperinci tentang peran dan interaksi enzim dalam glikolisis, serta bagaimana mereka mengatur alur energi dan	

Tabel 3.5  
Rancangan rencana pelaksanaan pembelajaran katabolisme karbohidrat (lanjutan)

Minggu/ Pert. ke	Sub CPMK/Indikator Pembelajaran	Bahan Kajian/ Materi Ajar	Tahap	Deskripsi Kegiatan	Indikator Berpikir Kritis	Indikator Berpikir Kreatif
					metabolisme dalam sel.	
				Mengumpulkan informasi mengenai enzim yang digunakan dalam proses siklus Krebs dan menuliskan dalam LKM.	<b>Menganalisis Data dan Informasi:</b> Mahasiswa menguraikan dan menganalisis informasi tentang struktur, fungsi, dan kondisi kerja optimal dari enzim-enzim dalam siklus Krebs.	
				Mengintegrasikan seluruh proses pada siklus Krebs	<b>Mengatur Strategi dan Taktik:</b> Mahasiswa merencanakan dan menerapkan strategi yang efektif untuk menyelesaikan	

Tabel 3.5  
Rancangan rencana pelaksanaan pembelajaran katabolisme karbohidrat (lanjutan)

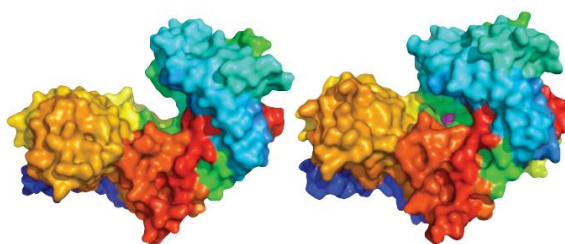
Minggu/ Pert. ke	Sub CPMK/Indikator Pembelajaran	Bahan Kajian/ Materi Ajar	Tahap	Deskripsi Kegiatan	Indikator Berpikir Kritis	Indikator Berpikir Kreatif
					tantangan dalam multimedia, memastikan semua langkah dalam proses katabolisme karbohidrat diintegrasikan dengan benar.	
				Menghitung jumlah ATP, NADH, FADH <sub>2</sub> yang terbentuk dalam proses siklus Krebs, perubahan NADH dan FADH <sub>2</sub> melalui proses fosforilasi oksidatif, serta keseluruhan ATP yang terbentuk pada katabolisme glukosa	<b>Memberikan Penjelasan Sederhana:</b> Menghitung jumlah energi yang terbentuk dalam proses katabolisme karbohidrat	
			Diskusi dan refleksi	Diskusi kelompok dan refleksi tentang	<b>Menyimpulkan:</b>	

Tabel 3.5  
Rancangan rencana pelaksanaan pembelajaran katabolisme karbohidrat (lanjutan)

Minggu/ Pert. ke	Sub CPMK/Indikator Pembelajaran	Bahan Kajian/ Materi Ajar	Tahap	Deskripsi Kegiatan	Indikator Berpikir Kritis	Indikator Berpikir Kreatif
				pengalaman bermain dan pemahaman materi siklus Krebs.	Mahasiswa menarik kesimpulan tentang urutan reaksi siklus Krebs yang benar berdasarkan analisis data dan informasi tentang enzim dan perubahan struktur glukosa. Serta jumlah energi yang terbentuk pada proses katabolisme karbohidrat.	
Posttest						

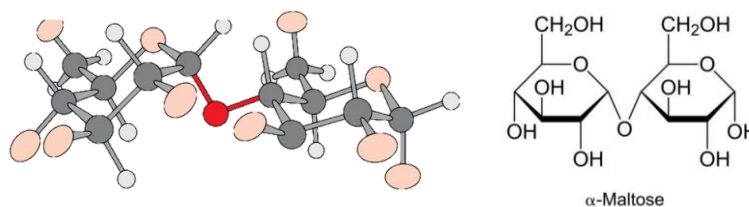
## b. Hasil Pengembangan Multimedia Interaktif Karboquest

Pengembangan multimedia Karboquest ini bertujuan untuk memfasilitasi mahasiswa dalam mempelajari katabolisme karbohidrat. Multimedia interaktif karboquest memberikan pengalaman belajar memilih enzim, koenzim, nukleotida yang sesuai dengan langkah-langkah katabolisme karbohidrat, memberikan gambaran perubahan struktur senyawa setelah reaksi enzimatik berlangsung, dan mengintegrasikan tahapan dari katabolisme karbohidrat (glikolisis dan siklus krebs) sesuai urutan reaksi yang terjadi. Multimedia interaktif Karboquest menampilkan beberapa gambaran mengenai komponen dalam katabolisme karbohidrat yakni struktur molekul dan enzim yang terlibat. Penggambaran struktur molekul dan enzim ini mengacu dari beberapa sumber yang ditampilkan pada Gambar 3.4, 3.5, dan 3.6.



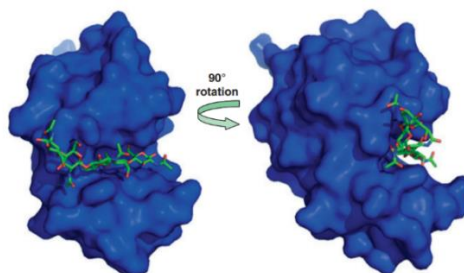
Gambar 3.4 Referensi Penggambaran Enzim pada multimedia interaktif

(Mathews *et al.*, 2015)



Gambar 3.5 Referensi penggambaran substrat pada multimedia interaktif

(Mathews *et al.*, 2015)



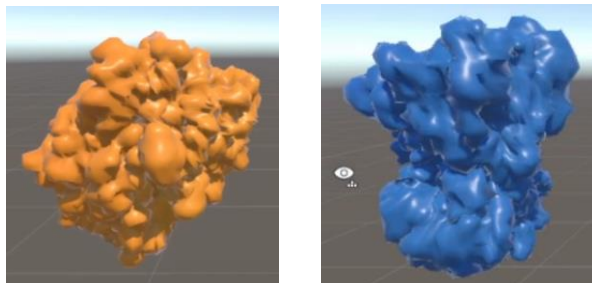
Gambar 3.6 Referensi penggambaran interaksi substrat dan enzim (Mathews *et*

*al.*, 2015)

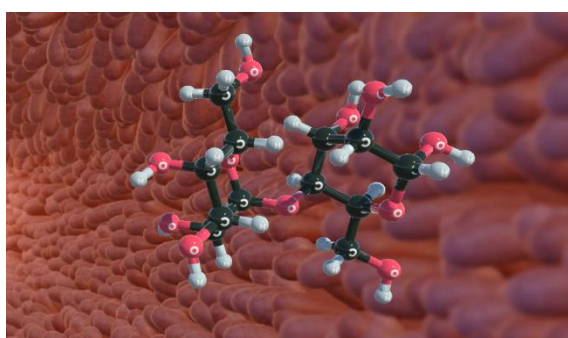
Ainul Ahmadsyah Hanafi, 2025

PENGEMBANGAN PEMBELAJARAN KATABOLISME KARBOHIDRAT BERBASIS MULTIMEDIA INTERAKTIF UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS DAN KREATIF MAHASISWA Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

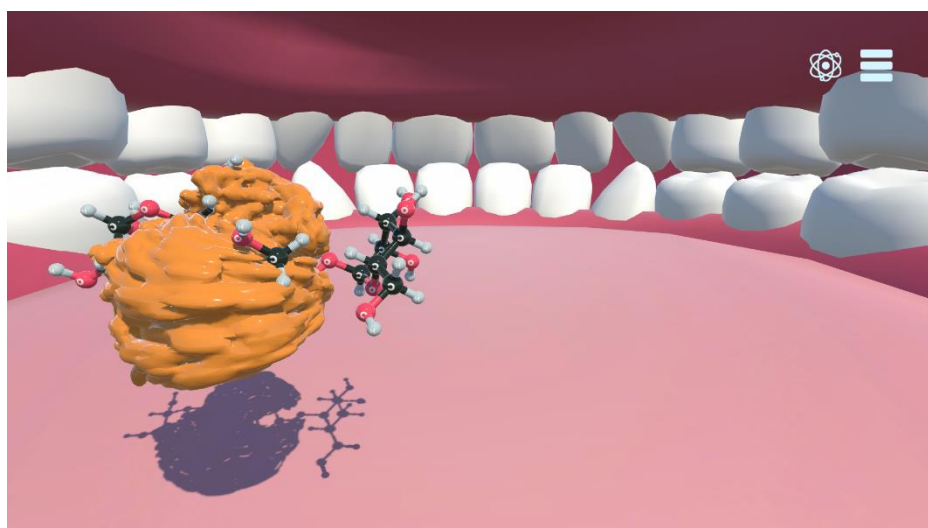
Gambar tersebut dijadikan acuan dalam mengembangkan struktur molekul dan enzim yang ada pada multimedia, sehingga dihasilkan struktur molekul dan enzim pada multimedia interaktif yang disajikan pada Gambar 3.7, 3.8 dan 3.9.



Gambar 3.7 Penggambaran enzim dalam multimedia interaktif



Gambar 3.8 Penggambaran substrat dalam multimedia interaktif



Gambar 3.9 Penggambaran interaksi substrat dan enzim dalam multimedia interaktif

Pengembangan multimedia dibuat menggunakan aplikasi Unity dengan *gameplay* menentukan senyawa yang bereaksi, enzim yang digunakan, serta koenzim yang terlibat dalam reaksi enzimatik tersebut, dan yang menjadi responnya adalah tampilan hasil reaksi dari reaksi enzimatik tersebut.



Penggunaan multimedia interaktif dilakukan dengan mengunduh dan menginstal aplikasi multimedia pada laptop dengan mengakses link.

<https://drive.google.com/file/d/1sFDS7il0N566FruVuSC5u8oBQ3Dfkj2x/view?usp=sharing>

Ketika multimedia interaktif telah diunduh, tampilan awal yang dilihat oleh pengguna ditampilkan pada Gambar 3.10



*Gambar 3.10* Tampilan awal multimedia interaktif

Setiap tahap akan dilengkapi petunjuk atau tugas yang harus diselesaikan.

Tampilan tersebut disajikan pada Gambar

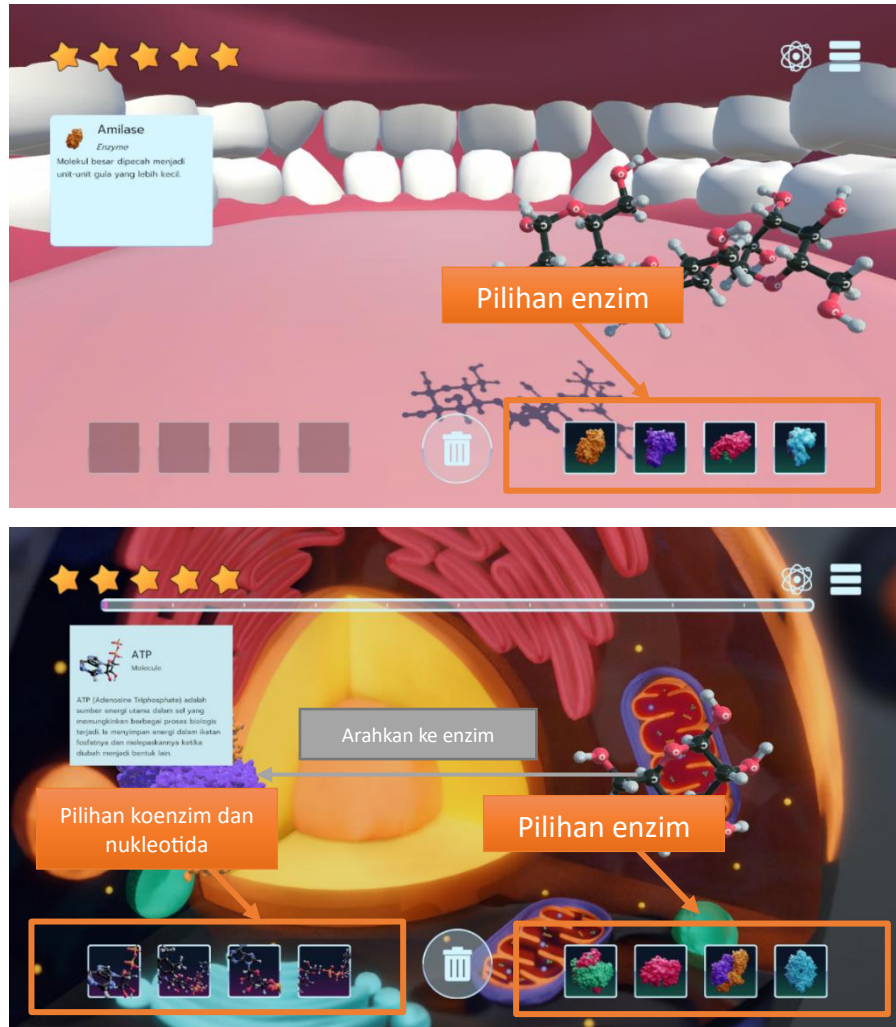


Hitunglah berapa Mol kandungan sandwich yang terdiri dari Roti, Keju, dan Tomat. Lalu tuliskan hasilnya di Ipad.

*Tekan F untuk melanjutkan.*

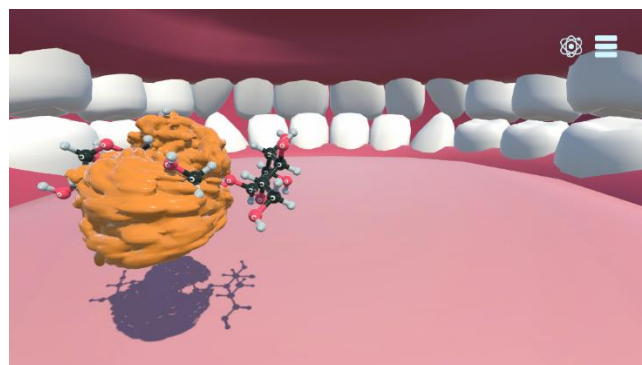
*Gambar 3.11* Petunjuk tugas

Multimedia ini menyediakan beberapa interaksi dan komponen dalam penggunaannya. Komponen dalam penggunaan multimedia ini disajikan pada Gambar 3.12



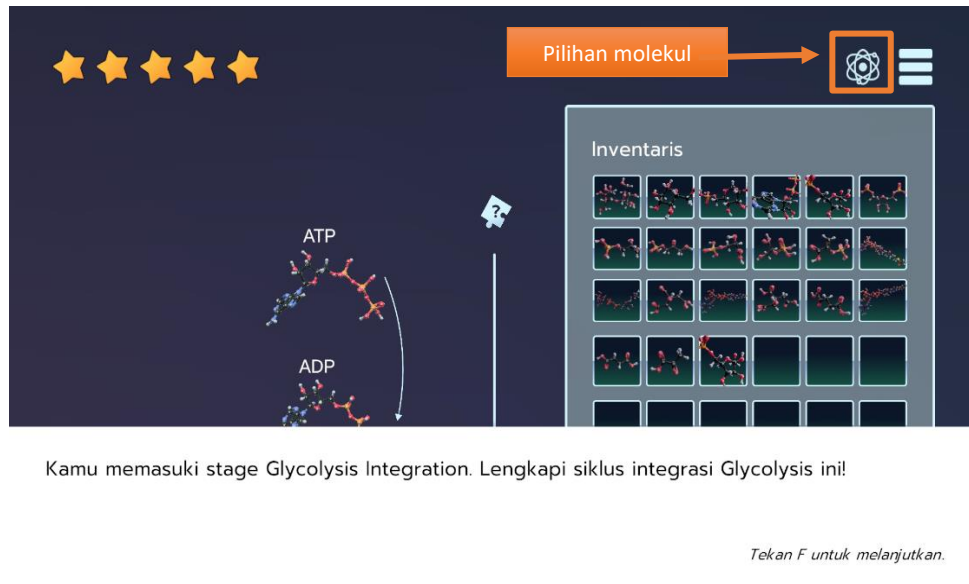
Gambar 3.12 Interaksi dan komponen multimedia

Multimedia ini juga mensimulasikan interaksi molekul dan enzim yang disajikan pada Gambar 3.13



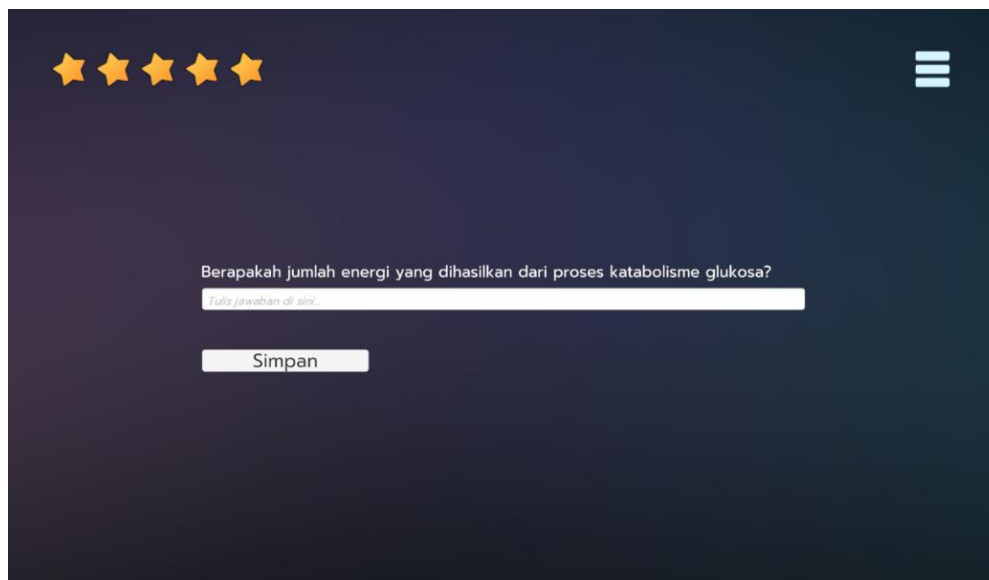
Gambar 3.13 Simulasi interaksi enzim dan substrat

Setelah pemilihan enzim, semua reaksi disusun sesuai dengan alur glikolisis dan siklus Krebs. Mengintegrasikan tahapan glikolisis dan siklus Krebs disajikan pada Gambar 3.14



Gambar 3.14 Stage integrasi

Menyelesaikan multimedia interaktif dengan menghitung jumlah energi yang terbentuk dari seluruh alur katabolisme glukosa. Tampilan akhir disajikan pada Gambar 4.12



Gambar 3.15 Stage terakhir

Alur dalam multimedia interaktif secara keseluruhan disajikan pada Tabel 3.7

Tabel 3.6  
Langkah dalam multimedia interaktif

No.	Langkah-langkah	Deskripsi
1	<i>Intoduction carbohydrates</i>	Menghitung mol karbohidrat
2	<i>The mouth's secret</i>	Menentukan enzim yang mengubah amilum menjadi maltose
3	Proses kerongkongan dan lambung	Simulasi proses dari kerongkongan, lambung, dan usus halus
4	<i>The small intestine puzzle</i>	Menentukan enzim yang mengubah maltose menjadi glukosa
5	<i>The glucose gate and glycolysis pathway</i>	Menentukan enzim dan koenzim dalam 10 tahapan glikolisis
6	<i>Glycolysis integration</i>	Mengurutkan/mengintegrasikan 10 tahapan glikolisis
7	<i>Krebs cycle quest</i>	Menentukan enzim dan koenzim dalam 8 tahapan siklus Krebs
8	<i>Krebs cycle integration</i>	Mengurutkan/mengintegrasikan 8 tahapan siklus Krebs
9	<i>Electron transport chain</i>	Menentukan enzim dan memperlihatkan perubahan NADH dan FADH <sub>2</sub> menjadi ATP
10	Hasil akhir	Menghitung secara keseluruhan ATP yang terbentuk.

Pengembangan multimedia interaktif KarboQuest dirancang untuk mendukung pembelajaran katabolisme karbohidrat yang kompleks dengan mengintegrasikan fitur-fitur yang berorientasi pada pengembangan keterampilan berpikir kritis dan kreatif mahasiswa. Keterampilan berpikir kritis mencakup kemampuan untuk memberikan penjelasan sederhana, membangun keterampilan dasar, dan membuat penjelasan lanjutan, sementara keterampilan berpikir kreatif mencakup *fluency* dan *elaboration*. Setiap bagian dari multimedia interaktif ini, seperti visualisasi animasi, simulasi interaktif, dan fitur eksplorasi mendalam, difokuskan untuk mendorong aktivitas berpikir yang lebih tinggi pada mahasiswa. Tabel 3.8 berikut menyajikan secara rinci bagaimana fitur-fitur tersebut berkontribusi terhadap pengembangan keterampilan berpikir kritis dan kreatif.

Tabel 3.7  
Keterampilan berpikir kritis dan kreatif dalam multimedia interaktif

Keterampilan	Indikator	Bagian Multimedia Interaktif	Penjelasan
Keterampilan Berpikir Kritis	Memberikan Penjelasan Sederhana	Visualisasi animasi jalur katabolisme karbohidrat	Animasi memperlihatkan pergerakan molekul dan perubahan struktur secara sederhana, membantu mahasiswa menyederhanakan konsep metabolisme kompleks menjadi lebih mudah dipahami dan dijelaskan kembali.
	Membangun Keterampilan Dasar	Tantangan menyusun setiap tahap katabolisme karbohidrat	Mahasiswa diajak menganalisis setiap tahap jalur metabolisme, melatih kemampuan dasar seperti menganalisis langkah-langkah dalam setiap proses katabolisme karbohidrat.
	Membuat Penjelasan Lanjutan	Fitur eksplorasi mendalam dengan memilih enzim dan koenzim untuk memahami reaksi di setiap tahapan katabolisme karbohidrat	Mahasiswa dapat mendalami setiap tahap seperti glikolisis, siklus Krebs, dan rantai transport elektron, serta menjelaskan alasan secara detail dengan menghubungkan konsep-konsep yang relevan.
Keterampilan berpikir kreatif	<i>Fluency</i>	Tantangan memilih dan simulasi interaktif yang memperlihatkan berbagai kemungkinan kombinasi enzim reaksi katabolisme	Mahasiswa dapat bereksperimen dengan berbagai kombinasi enzim dan kondisi metabolik, mendorong mereka untuk menghasilkan berbagai ide atau solusi dalam memahami jalur metabolisme.
	<i>Elaboration</i>	Fitur eksplorasi mendalam dengan memilih enzim dan koenzim untuk	Mahasiswa diajak menghubungkan konsep-konsep dalam katabolisme,

Tabel 3.7  
Keterampilan berpikir kritis dan kreatif dalam multimedia interaktif (lanjutan)

Keterampilan	Indikator	Bagian Multimedia Interaktif	Penjelasan
		memahami reaksi di setiap tahapan katabolisme karbohidrat	memberikan penjelasan yang terperinci tentang peran enzim dan interaksi molekul dalam proses katabolisme.

c. Hasil Pengembangan Lembar Kegiatan Mahasiswa (LKM)

Lembar Kegiatan Mahasiswa dikembangkan mengacu pada sintaks pada Rencana Pelaksanaan Pembelajaran dan langkah-langkah pada multimedia pembelajaran. Lembar kegiatan ini akan menjadi penuntun mahasiswa dalam melakukan kegiatan dalam proses pembelajaran. LKM ini memuat Langkah dan rambu-rambu pembelajaran, tujuan yang ingin dicapai, serta disediakan bagian mahasiswa untuk menuliskan jawaban terhadap pilihan pada multimedia interaktif.

Langkah-langkah pengerjaan LKM ini menyesuaikan dengan sintaks pembelajaran yang telah dikembangkan. Pendahuluan/pengantar, mahasiswa diarahkan dan dibimbing dalam pengenalan multimedia interaktif. Mahasiswa dibimbing dalam penginstalan dan cara penggunaan multimedia interaktif. Cara penggunaan juga dibuat untuk memudahkan mahasiswa dalam menggunakan multimedia interaktif, dapat dilihat pada Lampiran 4.

Langkah kedua dalam pembelajaran yakni penggunaan multimedia interaktif. Selain penggunaan multimedia, LKM ini dibuat untuk menuntun dalam penggunaan multimedia interaktif sesuai dengan alur katabolisme karbohidrat. Dalam LKM disediakan bagian berupa tabel untuk menuliskan substrat, enzim, dan produk untuk setiap langkah katabolisme karbohidrat. Hal ini juga memudahkan mahasiswa dalam mengorganisasikan data yang didapat setelah penggunaan multimedia interaktif. Selain itu, pada LKM juga disediakan pertanyaan alasan mahasiswa dalam menentukan enzim setiap langkah reaksi enzimatik yang ada. Pertanyaan ini disediakan untuk memastikan pemahaman mahasiswa dalam menentukan enzim.

Secara keseluruhan LKM menyediakan tempat untuk mahasiswa mengumpulkan informasi dan konsep yang didapatkan pada saat penggunaan



multimedia interaktif. Data informasi dan konsep yang dituliskan berupa substrat yang digunakan, enzim yang terlibat dalam reaksi, produk yang dihasilkan oleh reaksi enzimatik yang terjadi, hingga jumlah energi yang terbentuk dalam satu siklus katabolisme karbohidrat. Lembar kegiatan mahasiswa (LKM) disajikan pada Lampiran 2.

d. Hasil Pengembangan Instrumen Tes Penguasaan Konsep terintegrasi Keterampilan Berpikir Kritis dan Kreatif

Instrument tes penguasaan konsep terintegrasi keterampilan berpikir kritis dan kreatif dikembangkan untuk melihat peningkatan sebelum dan sesudah dilakukan intervensi dengan menggunakan multimedia interaktif pada materi katabolisme karbohidrat. Untuk penguasaan konsep, tes dikembangkan dengan mengacu pada taksonomi Bloom dengan mengambil taksonomi pada tingkatan C4-C6, Adapun indikator penguasaan konsep disajikan pada Tabel 3.8

Tabel 3.8  
Indikator penguasaan konsep

No.	Pokok Bahasan	Indikator Penguasaan Konsep	Nomor soal
1	Glikolisis	Menjelaskan proses glikolisis pada katabolisme karbohidrat	1
		Menjelaskan tahap-tahap glikolisis pada katabolisme karohidrat melalui pengelompokan jenis reaksinya.	2
		Menjelaskan tahap-tahap glikolisis pada katabolisme karohidrat	3
		Menjelaskan proses glikolisis pada katabolisme karbohidrat	4
2	Siklus Krebs	Menjelaskan tahap-tahap siklus Krebs	5, 6, dan 7
3	Rantai transport elektron	Menghitung jumlah ATP yang terbentuk	8

Untuk keterampilan berpikir kritis digunakan indikator-indikator yang dikemukakan oleh Ennis (1985), pada tes ini indikator yang digunakan yaitu membangun keterampilan dasar, memberikan penjelasan sederhana, dan memberikan penjelasan lanjutan. Adapun indikator yang dikembangkan disajikan pada Tabel 3.9

Tabel 3.9  
Indikator soal keterampilan berpikir kritis

No	Pokok Bahasan	Indikator keterampilan berpikir kritis	Nomor Soal
1	Glikolisis	Membangun keterampilan dasar: Menjelaskan langkah awal glukosa masuk dalam proses glikolisis	1
		Memberikan Penjelasan Sederhana: Menjelaskan jenis-jenis reaksi yang terjadi dalam jalur glikolisis.	2
		Memberikan penjelasan sederhana: Memilih enzim yang tepat dan menjelaskan perubahan yang terjadi pada salah satu proses glikolisis	3
		Memberi penjelasan lanjut: Menjelaskan monosakarida selain glukosa masuk dalam proses glikolisis	4
2	Siklus Krebs	Memberikan penjelasan lanjut: menggambarkan tahap-tahap dari siklus Krebs	7
3	Rantai Transpor Elektron	Memberikan penjelasan sederhana: Membedakan proses NADH dan FADH <sub>2</sub> dikonversi menjadi ATP	8

Untuk keterampilan berpikir kreatif mengacu pada indikator yang dikemukakan oleh Torrance (1988) yakni *fluency*, *flexibility*, *elaboration*, dan *originality*. Pada penelitian ini indikator yang digunakan adalah *fluency* dan *elaboration*. Dari indikator tersebut dikembangkan indikator untuk soal tes yang disajikan pada Tabel 3.10

Tabel 3.10  
Indikator soal keterampilan berpikir kreatif

No	Pokok Bahasan	Indikator keterampilan berpikir kreatif	Nomor Soal
1	Glikolisis	<i>Fluency</i> : Menghasilkan banyak ide atau solusi untuk memulai proses glikolisis dari berbagai sumber glukosa.	1
		<i>Elaboration</i> : Menjelaskan secara rinci bagaimana setiap proses dan di mana reaksi-reaksi tersebut terjadi di dalam sel.	1



Tabel 3.10  
Indikator soal keterampilan berpikir kreatif (lanjutan)

No	Pokok Bahasan	Indikator keterampilan berpikir kreatif	Nomor Soal
		<i>Elaboration</i> : Menjelaskan secara rinci dan mendalam tentang proses monosakarida memasuki jalur glikolisis melalui jalur spesifik masing-masing.	4
2	Siklus Krebs	<i>Elaboration</i> : Mengkategorikan tahapan pada siklus Krebs	5
		<i>Elaboration</i> : Menjelaskan secara rinci tahapan siklus Krebs	6
		<i>Fluency</i> : Menyebutkan semua reaksi yang terjadi dalam siklus Krebs, baik yang ireversibel maupun yang reversibel.	7

Setelah melalui tahap validasi, dihasilkan instrument tes penguasaan konsep terintegrasi dengan keterampilan berpikir kritis dan kreatif yang disajikan pada Tabel 3.12

Tabel 3.11  
Rancangan instrumen tes pemahaman konsep terintegrasi dengan keterampilan berpikir kritis dan kreatif

No	Sub Pokok Bahasan	Indikator Penguasaan Konsep	Indikator Berpikir Kritis	Indikator Berpikir Kreatif	No. Soal	Soal
1	Glikolisis	Menjelaskan proses glikolisis pada katabolisme karbohidrat	Membangun keterampilan dasar: Menjelaskan langkah awal glukosa masuk dalam proses glikolisis	<i>Fluency:</i> Menghasilkan banyak ide atau solusi untuk memulai proses glikolisis dari berbagai sumber glukosa.  <i>Elaboration:</i> Menjelaskan secara rinci bagaimana setiap proses dan di mana reaksi-reaksi tersebut terjadi di dalam sel.	1	Jelaskan berbagai cara sel dapat memperoleh glukosa sebagai substrat awal untuk memulai proses glikolisis, serta sebutkan lokasi terjadinya setiap proses tersebut!
2	Glikolisis	Menjelaskan tahap-tahap glikolisis pada katabolisme karohidrat melalui	Memberikan Penjelasan Sederhana: Menjelaskan jenis-		2	Berdasarkan 10 tahapan reaksi glikolisis, kelompokkanlah reaksi tersebut dalam pengelompokan

Tabel 3.11  
Rancangan instrumen tes pemahaman konsep terintegrasi dengan keterampilan berpikir kritis dan kreatif (lanjutan)

No	Sub Pokok Bahasan	Indikator Penguasaan Konsep	Indikator Berpikir Kritis	Indikator Berpikir Kreatif	No. Soal	Soal
			jenis reaksi yang terjadi dalam jalur glikolisis.			(a) pemutusan ikatan karbon-karbon, (b) dehidrasi, (c) oksidasi-reduksi, (d) fosforilasi, dan (e) isomerisasi Buat dalam bentuk tabel yang memuat tahapan, enzim yang digunakan, produk, dan jenis reaksi yang terjadi!
3	Glikolisis	Menjelaskan tahap-tahap glikolisis pada katabolisme karohidrat	Memberikan penjelasan sederhana: Memilih enzim yang tepat dan menjelaskan perubahan yang terjadi pada salah satu proses glikolisis		3	Salah satu tahap penting dalam glikolisis adalah perubahan molekul 6-karbon menjadi dua molekul 3-karbon hingga terbentuknya produk akhir glikolisis. 

Tabel 3.11  
Rancangan instrumen tes pemahaman konsep terintegrasi dengan keterampilan berpikir kritis dan kreatif (lanjutan)

No	Sub Pokok Bahasan	Indikator Penguasaan Konsep	Indikator Berpikir Kritis	Indikator Berpikir Kreatif	No. Soal	Soal
						Gambarkan perubahan struktur yang terjadi dan enzim yang terlibat dalam proses tersebut!
4	Glikolisis	Menjelaskan proses glikolisis pada katabolisme karbohidrat	Memberi penjelasan lanjut: Menjelaskan monosakarida selain glukosa masuk dalam proses glikolisis	<i>Elaboration:</i> Menjelaskan secara rinci dan mendalam tentang proses monosakarida memasuki jalur glikolisis melalui jalur spesifik masing-masing.	4	Dalam tubuh manusia, berbagai jenis monosakarida seperti fruktosa, galaktosa, dan manosa dapat mengalami metabolisme melalui jalur glikolisis untuk menghasilkan energi. a. Jelaskan proses fruktosa, galaktosa, dan manosa memasuki jalur glikolisis! b. Setelah memasuki jalur glikolisis, jelaskan proses monosakarida tersebut hingga menjadi piruvat!
5	Siklus Krebs	Menjelaskan tahap-tahap siklus Krebs		<i>Elaboration:</i> Mengkategorikan tahapan pada siklus Krebs	5	Dalam siklus Krebs ada beberapa macam tahapan berdasarkan molekul energi yang dihasilkan yakni NADH, FADH <sub>2</sub> , dan ATP. Buatlah dalam bentuk tabel

Tabel 3.11  
Rancangan instrumen tes pemahaman konsep terintegrasi dengan keterampilan berpikir kritis dan kreatif (lanjutan)

No	Sub Pokok Bahasan	Indikator Penguasaan Konsep	Indikator Berpikir Kritis	Indikator Berpikir Kreatif	No. Soal	Soal
						pengelompokan tersebut yang memuat tahapan, substrat, enzim, produk yang terbentuk, dan molekul energi yang dihasilkan!
6	Siklus Krebs	Menjelaskan tahap-tahap siklus Krebs		<i>Elaboration:</i> Menjelaskan secara rinci tahapan siklus Krebs	6	Siklus Krebs terdiri dari serangkaian reaksi biokimia yang terjadi di dalam mitokondria sel eukariotik. Dalam siklus ini, beberapa reaksi bersifat reversibel, sedangkan yang lain bersifat ireversibel.  Kelompokkan reaksi yang menunjukkan kedua macam reaksi tersebut dan jelaskan alasan sifat pengelompokan tersebut dalam siklus Krebs!
7	Siklus Krebs	Menjelaskan tahap-tahap siklus Krebs	Memberikan penjelasan lanjut: menggambarkan tahap-tahap dari siklus Krebs	<i>Fluency:</i> Menyebutkan semua reaksi yang terjadi dalam siklus Krebs, baik yang ireversibel	7	Gambarkan siklus Krebs dan tunjukkan reaksi mana yang bersifat ireversibel dan bersifat reversibel!

Tabel 3.11  
Rancangan instrumen tes pemahaman konsep terintegrasi dengan keterampilan berpikir kritis dan kreatif (lanjutan)

No	Sub Pokok Bahasan	Indikator Penguasaan Konsep	Indikator Berpikir Kritis	Indikator Berpikir Kreatif	No. Soal	Soal
				maupun yang reversibel.		
8	Rantai transport elektron	Menjelaskan tahap pengubahan NADH dan FADH <sub>2</sub> menjadi ATP	Memberikan penjelasan sederhana: Membedakan proses NADH dan FADH <sub>2</sub> dikonversi menjadi ATP		8	Jelaskan perbedaan proses pengubahan NADH dan FADH <sub>2</sub> menjadi ATP! Jika pada tahap glikolisis menghasilkan 2 NADH, dekarboksilasi oksidatif menghasilkan 2 NADH, Siklus asam sitrat menghasilkan 6 NADH dan 2 FADH <sub>2</sub> . Berapa jumlah ATP yang akan terbentuk setelah melalui proses transport elektron!

## **G. Teknik Analisis Data**

### **1. Analisis Hasil Validasi Ahli**

Proses validasi dilakukan untuk memastikan bahwa instrumen yang digunakan dalam penelitian memiliki tingkat kevalidan yang tinggi dan sesuai dengan tujuan penelitian. Validasi dilakukan dengan melibatkan ahli di bidang yang relevan, dalam hal ini bidang biokimia, dan media ICT dalam mendukung proses pembelajaran. Para ahli ini secara teliti menilai instrumen yang telah dikembangkan berdasarkan aspek-aspek yang ditetapkan dalam keseluruhan perangkat penelitian. Evaluasi dilakukan para ahli dengan memberikan saran dan rekomendasi. Hasil dari validasi ini kemudian dianalisis secara deskriptif untuk memperoleh pemahaman yang menyeluruh mengenai kevalidan instrumen tersebut. Data dari hasil validasi ini dianalisis dengan mempertimbangkan kesesuaian antara instrumen yang dikembangkan dengan tujuan penelitian, kejelasan pertanyaan, kelengkapan aspek yang diukur, serta potensi adanya bias atau kesalahan dalam pengukuran. Hasil analisis deskriptif dari validasi ini memberikan informasi penting untuk memperbaiki dan menyempurnakan instrumen yang ada. Rekomendasi dan saran dari para ahli menjadi pedoman untuk melakukan revisi yang diperlukan demi meningkatkan validitas dan kualitas instrumen.

#### **a. Hasil Validasi Rencana Pelaksanaan Program Perkuliahan**

Validasi terhadap rencana pembelajaran semester dilakukan dengan tujuan menilai pengintegrasian keterampilan berpikir kritis dan kreatif pada langkah pembelajaran dan kegiatan mahasiswa yang dikerjakan dengan menggunakan media pembelajaran berupa multimedia interaktif. Validasi berupa saran dan masukan perbaikan yang diberikan oleh ahli. Validasi dilakukan dengan meninjau komponen seperti capaian pembelajaran, deskripsi kegiatan, dan indikator keterampilan berpikir kritis dan kreatif. Capaian pembelajaran dianggap sesuai dengan tujuan untuk mendorong penguasaan konsep katabolisme karbohidrat sekaligus mengembangkan keterampilan berpikir tingkat tinggi. Namun, ahli merekomendasikan agar lebih mengembangkan kegiatan mahasiswa agar keterampilan berpikir kritis dan kreatif dapat tercapai dan mengakibatkan pengintegrasian konsep secara mandiri.

Strategi pembelajaran berbasis inkuiri yang diterapkan dalam RPS dinilai cukup inovatif dan efektif. Penggunaan multimedia interaktif KarboQuest memungkinkan mahasiswa menemukan konsep secara aktif melalui proses eksplorasi dan simulasi. Tahapan pembelajaran yang meliputi pendahuluan (pengantar pembelajaran dan pengenalan multimedia interaktif), inti/eksplorasi (penggunaan multimedia interaktif), dan penutup (elaborasi dan refleksi) dianggap relevan untuk mendukung keterampilan berpikir kritis dan kreatif. Ahli memberikan saran agar pembelajaran diawali dengan sesi pengenalan multimedia interaktif yang lebih terarah untuk membiasakan mahasiswa memahami mekanisme multimedia interaktif sebelum masuk ke tahap pembelajaran inti.

Secara keseluruhan, hasil validasi menyimpulkan bahwa RPS ini telah memenuhi kriteria layak untuk diimplementasikan, meskipun terdapat beberapa revisi minor yang perlu dilakukan. Saran ahli mencakup penyesuaian pada perumusan indikator pembelajaran dan penggunaan multimedia interaktif dalam proses pembelajaran. Dengan perbaikan ini, RPS singkat yang dikembangkan diharapkan mampu menciptakan pengalaman belajar yang interaktif dan mendalam melalui media KarboQuest, sekaligus meningkatkan kemampuan mahasiswa dalam memahami proses katabolisme karbohidrat secara holistik.

## **b. Hasil Validasi Multimedia Interaktif Karboquest**

### **1) Validasi dari Segi Media**

Hasil validasi ahli media terhadap multimedia KarboQuest menunjukkan bahwa desain antarmuka pengguna (UI) telah dirancang dengan sederhana dan intuitif. Dari segi visual dan grafis, Ahli merekomendasikan penambahan efek perubahan pada pointer atau elemen interaktif untuk meningkatkan pengalaman pengguna (UX). Selain itu, transparansi pada elemen yang tidak aktif di layar diusulkan untuk memudahkan pengguna fokus pada elemen penting selama penggunaan.

Navigasi multimedia dinilai cukup baik, tetapi disarankan untuk tahap mengintegrasikan seluruh proses dibuat dalam satu frame dengan mekanisme *zoom in* dan *zoom out*. Hal ini memungkinkan pengguna mendapatkan gambaran menyeluruh terhadap tahapan glikolisis dan siklus Krebs. Animasi yang lebih realistis, terutama pada tahap pencernaan di mulut, dengan penambahan elemen air



liur dan makanan hasil kunyahan. Elemen visual seperti bayangan pada molekul juga diusulkan untuk dihilangkan karena dianggap sebagai gangguan visual.

Terkait suara dan musik, adanya penambahan efek suara yang relevan atau musik latar yang sesuai untuk meningkatkan imersi dalam multimedia. Interaktivitas media dinilai cukup baik, tetapi keterangan pada pilihan enzim atau koenzim sebaiknya diletakkan dekat dengan lokasi pilihan tersebut agar mempermudah pengguna memahami konteks. Secara keseluruhan, multimedia interaktif KarboQuest dinilai cukup baik untuk mendukung pembelajaran interaktif, dengan catatan bahwa beberapa aspek, seperti navigasi, visualisasi, dan responsivitas, memerlukan penyempurnaan. Dengan perbaikan ini, diharapkan mampu memberikan pengalaman belajar yang lebih efektif, menyenangkan, dan mendalam.

## 2) Validasi dari Segi Konten

Hasil validasi ahli terhadap konten multimedia interaktif KarboQuest menilai bahwa media ini memiliki potensi besar untuk menjadi media pembelajaran interaktif yang akurat dan relevan. Namun, terdapat beberapa catatan dan rekomendasi perbaikan untuk meningkatkan kualitas kontennya.

Dari segi akurasi konsep kimia, ahli menilai bahwa multimedia telah mencakup konsep-konsep dasar katabolisme karbohidrat seperti glikolisis, siklus Krebs, dan rantai transport elektron. Namun, terdapat beberapa kekeliruan kecil dalam penggambaran molekul dan mekanisme reaksi. Ahli merekomendasikan agar penggambaran enzim dan struktur molekul sepenuhnya sesuai dengan teori biokimia terkini untuk mencegah miskonsepsi (ukuran enzim lebih besar dibandingkan dengan molekul). Dalam hal kesesuaian materi, multimedia sudah cukup relevan dengan pembelajaran tingkat perguruan tinggi. Setiap tahapan katabolisme karbohidrat disampaikan secara runtut. Namun, ahli menyarankan perlunya penyesuaian pada soal yang berkaitan dengan konsep mol, yang dianggap kurang tepat dalam menjelaskan hubungan antara jumlah molekul substrat dan produk. Penyempurnaan ini diperlukan agar materi lebih akurat secara konsep.

Terkait penyampaian reaksi kimia, multimedia menampilkan reaksi biokimia secara interaktif, tetapi ahli merekomendasikan penambahan visualisasi reaksi dalam bentuk 2D. Hal ini penting untuk memberikan gambaran yang lebih

jelas dan mencegah mahasiswa salah memahami alur reaksi, terutama pada tahap kompleks. Dari segi visualisasi struktur molekul, meskipun sudah baik, ahli menilai bahwa beberapa struktur molekul perlu diperjelas. Misalnya, penggunaan model molekul yang lebih realistis atau penambahan keterangan pada struktur tertentu dapat membantu mahasiswa memahami perbedaan molekul yang mirip, seperti isositrat dan alfa-ketoglutarat.

Secara keseluruhan, konten multimedia KarboQuest sudah cukup baik, tetapi perlu perbaikan pada beberapa aspek, seperti penggambaran reaksi 2D, penyesuaian soal terkait mol, dan penyempurnaan visualisasi molekul untuk mencegah miskonsepsi. Dengan perbaikan ini, multimedia diharapkan dapat menjadi media pembelajaran yang tidak hanya menarik tetapi juga akurat secara konsep kimia.

### **c. Hasil validasi Lembar Kerja Mahasiswa (LKM)**

Hasil validasi ahli terhadap Lembar Kegiatan Mahasiswa (LKM) yang dirancang untuk mendukung pembelajaran berbasis multimedia interaktif KarboQuest menunjukkan bahwa LKM ini telah disusun secara sistematis dan relevan untuk mengembangkan keterampilan berpikir kritis dan kreatif. Validasi dilakukan dengan mempertimbangkan aspek kejelasan, relevansi, kelengkapan, dan daya tarik isi. Secara umum, LKM dinilai cukup efektif dalam mengarahkan mahasiswa untuk memahami proses katabolisme karbohidrat secara mandiri melalui serangkaian aktivitas eksploratif dan analitis yang terintegrasi dengan multimedia interaktif.

Dari aspek kejelasan, para ahli menilai bahwa instruksi pada LKM sudah cukup jelas dan mudah dipahami mahasiswa. Setiap tahapan kegiatan, mulai dari pengamatan animasi hingga analisis hasil multimedia interaktif, disusun secara runtut dengan panduan langkah-langkah yang detail. Namun, disarankan untuk menambahkan tabel atau diagram sederhana juga direkomendasikan untuk memudahkan mahasiswa mencatat hasil pengamatan atau analisis, terutama terkait perubahan struktur senyawa dan peran enzim pada setiap tahap metabolisme.

Relevansi isi LKM terhadap capaian pembelajaran dinilai sangat baik. Setiap aktivitas dirancang untuk memfasilitasi mahasiswa dalam mengaitkan konsep teori dengan simulasi yang ada pada multimedia interaktif. Misalnya, pada

tahap glikolisis, mahasiswa diarahkan untuk mencatat perubahan struktur senyawa yang dihasilkan dari kerja enzim. Namun, ahli menyarankan agar LKM memperkuat penghubungan antara enzim dan perubahan yang terjadi, misalnya melalui pertanyaan reflektif seperti alasan pemilihan enzim. Hal ini dianggap dapat memberikan pengalaman belajar yang lebih bermakna.

Kesimpulannya, LKM yang divalidasi telah memenuhi sebagian besar kriteria kelayakan untuk diimplementasikan, dengan beberapa revisi kecil yang perlu dilakukan. Dengan perbaikan pada kejelasan instruksi, penguatan koneksi konsep, dan peningkatan daya tarik melalui elemen interaktif, LKM ini diharapkan mampu memberikan pengalaman belajar yang menyenangkan dan mendalam, sekaligus mendukung mahasiswa dalam memahami katabolisme karbohidrat secara kritis dan kreatif. Hal ini sejalan dengan tujuan pengembangan media pembelajaran berbasis multimedia interaktif KarboQuest, yaitu menciptakan pembelajaran yang bermakna dan interaktif.

#### **d. Hasil Validasi Tes Penguasaan Konsep terintegrasi dengan Keterampilan Berpikir Kritis dan Kreatif**

Hasil validasi dari ahli terhadap tes penguasaan konsep terintegrasi dengan keterampilan berpikir kritis dan kreatif menunjukkan bahwa instrumen ini telah dirancang dengan baik dan relevan untuk mengukur penguasaan konsep katabolisme karbohidrat dan keterampilan berpikir kritis dan kreatif mahasiswa. Validasi dilakukan dengan mempertimbangkan aspek penggunaan bahasa, keterbacaan soal, kesesuaian dengan konsep, kebenaran jawaban, kesesuaian dengan indikator berpikir kritis, dan kesesuaian dengan kisi-kisi soal.

Dari segi penggunaan bahasa, ahli menilai bahwa soal-soal telah disusun dengan bahasa yang jelas dan mudah dipahami oleh mahasiswa. Instruksi pada setiap soal ditulis secara spesifik untuk menghindari ambiguitas. Namun, disarankan untuk menyederhanakan pertanyaan dan beberapa istilah teknis yang kompleks agar lebih mudah dipahami bagi mahasiswa yang baru belajar konsep katabolisme karbohidrat.

Aspek keterbacaan soal juga mendapatkan perhatian khusus. Ahli merekomendasikan untuk memperbesar ukuran font dan memberikan spasi lebih luas antar soal untuk meningkatkan kenyamanan dalam membaca, terutama jika

soal diberikan dalam format cetak. Dalam hal kesesuaian dengan konsep, tes ini dinilai sangat baik karena semua soal didasarkan pada konsep-konsep dasar dan lanjutan dari katabolisme karbohidrat, seperti glikolisis, siklus Krebs, dan rantai transport elektron. Tiap soal telah terintegrasi dengan penekanan pada kerja enzim dan perubahan struktur molekul, yang sesuai dengan tujuan pembelajaran.

Kebenaran jawaban dari soal telah diperiksa oleh ahli dan sebagian besar dinilai telah akurat. Jawaban kunci telah melalui proses validasi yang ketat untuk memastikan konsistensi dengan literatur yang digunakan. Namun, beberapa jawaban dari soal (nomor 2, 3, dan 4) perlu disesuaikan dengan perintah soal, beberapa soal perlu disertai penjelasan tambahan dan instruksi yang lebih detail untuk memastikan bahwa mahasiswa memahami mengapa jawaban tertentu benar atau salah dan sesuai dengan yang ditanyakan pada soal.

Dari aspek kesesuaian dengan indikator berpikir kritis dan kreatif, soal-soal telah mencakup indikator seperti memberikan penjelasan sederhana, membangun keterampilan dasar, dan membuat penjelasan lanjutan. Namun, ahli menyarankan lebih memperhatikan kesesuaian indikator yang ditentukan dengan soal yang dikembangkan. Terakhir, soal-soal ini juga telah divalidasi untuk kesesuaian dengan kisi-kisi, dan dinilai sesuai dengan tujuan pembelajaran. Semua indikator yang dirancang dalam kisi-kisi telah tercakup dalam soal, sehingga menciptakan keseimbangan antara penguasaan konsep dan kemampuan berpikir kritis dan kreatif. Ahli menyarankan agar kisi-kisi ini disertai dengan pemberian pedoman penskoran.

Secara keseluruhan, tes penguasaan konsep ini telah memenuhi sebagian besar kriteria validitas. Dengan perbaikan pada aspek instruksi soal, penggunaan istilah, dan masukan lainnya, instrumen ini diharapkan dapat mengukur pemahaman mahasiswa secara menyeluruh dan mendalam, sekaligus mendorong pengembangan keterampilan berpikir kritis dan kreatif mereka sesuai tujuan pembelajaran interaktif berbasis multimedia KarboQuest.

Soal juga melalui uji coba kepada 37 mahasiswa yang telah mempelajari katabolisme karbohidrat. Uji coba ini dimaksudkan untuk menguji validitas soal yang mendukung hasil validasi dari ahli. Setelah dilakukan perhitungan didapatkan hasil validitas soal yang disajikan pada Tabel 3.12

Tabel 3.12  
Perhitungan validitas soal

Nomor item soal	Nilai		Keterangan
	$r_{hitung}$	$r_{tabel}$	
1	-0,14		Tidak valid
2	0,40		Valid
3	0,34		Valid
4	0,51		Valid
5	0,74	0,32	Valid
6	0,59		Valid
7	0,73		Valid
8	0,67		Valid

Soal yang tidak valid pada uji coba dilakukan perbaikan terhadap redaksi pertanyaan dari soal tersebut. pertanyaan nomor item 1 yang sebelumnya adalah “Jelaskan berbagai cara sehingga glukosa dapat digunakan sel untuk memulai proses glikolisis!dan dimana reaksi-reaksi tersebut terjadi!” dilakukan perbaikan menjadi “Jelaskan berbagai cara sel dapat memperoleh glukosa sebagai substrat awal untuk memulai proses glikolisis, serta sebutkan lokasi terjadinya setiap proses tersebut!”. Setelah dilakukan perbaikan, soal dapat dijadikan instrument tes untuk mengukur peningkatan keterampilan berpikir kritis, kreatif, dan penguasaan konsep mahasiswa.

## 2. Analisis Data Penelitian Kualitatif

Data kualitatif berupa survei kesulitan dan potensi multimedia interaktif sebagai media pembelajaran biokimia, masukan dan saran dari ahli/validator, serta hasil penilaian secara deskriptif LKM yang telah dikerjakan mahasiswa diolah dengan mengacu pada langkah-langkah yang dikemukakan oleh Creswell dan Clark (2007) sebagai berikut

- 1) Mengolah dan mempersiapkan data untuk analisis. Kegiatan ini mencakup transkripsi wawancara, pengetikan data yang diperoleh dari lapangan, serta pengelompokan data berdasarkan berbagai jenis sesuai dengan sumber informasinya.
- 2) Membaca keseluruhan data. Dengan membaca semua data yang ada, peneliti dapat membangun pemahaman umum tentang informasi yang diperoleh dan merefleksikan maknanya secara keseluruhan.

- 3) Menganalisis secara detail dengan mengkode data. Pengkodean adalah proses yang mengubah materi atau informasi menjadi segmen-segmen tulisan sebelum memberikan makna. Penulisan kode dilakukan dengan menggabungkan kode yang telah ditentukan sebelumnya (*predetermined code*) dan menciptakan kode baru berdasarkan informasi yang muncul secara alami (*emerging code*).
- 4) Penerapan proses pengkodean. Proses pengkodean digunakan untuk mendeskripsikan konteks, individu, kategori, dan tema-tema yang dianalisis. Dalam langkah ini, penulis menciptakan kode-kode untuk mendeskripsikan seluruh informasi yang dianalisis.
- 5) Penyajian deskripsi hasil analisis. Hasil analisis disajikan dalam bentuk narasi atau laporan kualitatif.
- 6) Menginterpretasi atau memaknai data. Langkah ini membantu penulis dalam mengungkap esensi dari temuan yang ada.

### **3. Analisis Data Penelitian Kuantitatif**

Analisis penelitian kuantitatif dilakukan terhadap nilai *pretest* dan *posttest* mahasiswa yang lakukan pembelajaran katabolisme karbohidrat berbasis multimedia interaktif. Analisis kuantitatif ini akan menggambarkan peningkatan penguasaan konsep, keterampilan berpikir kritis, dan kreatif mahasiswa. Uji kuantitatif yang dilakukan sebagai berikut

#### **a) Perhitungan Gain (Selisih Nilai *posttest* dan *pretest*)**

Perhitungan gain dilakukan dengan mencari selisih (pengurangan) skor *posttest* dan *pretest*. Perhitungan ini digunakan untuk mengetahui besar peningkatan nilai mahasiswa sebelum dan sesudah mengikuti program perkuliahan katabolisme karbohidrat berbasis multimedia interaktif.

#### **b) Uji Prasyarat**

Langkah pertama yang harus dilakukan sebelum uji perbedaan sebelum dan sesudah pembelajaran adalah uji prasyarat, yaitu uji normalitas. Uji normalitas bertujuan untuk mengevaluasi apakah data dalam setiap kelompok terdistribusi normal atau tidak. Hasil dari uji normalitas ini akan menjadi dasar untuk memilih jenis statistik yang sesuai dalam menguji hipotesis. Jika data terdistribusi normal, maka analisis menggunakan statistik parametrik.

Uji normalitas pada penelitian ini menggunakan uji *Shapiro-Wilk Test* dengan menggunakan bantuan perangkat lunak SPSS. Pengujian dilakukan dengan taraf signifikansi 95% atau  $\alpha=0.05$ . Hasil uji normalitas pada data menentukan jenis statistik yang sesuai untuk menguji hipotesis yang dirumuskan.

### c) Uji Peningkatan Nilai Tes

Analisis dilakukan terhadap data dari penelitian kuantitatif berupa peningkatan nilai *pretest* dan *posttest*. Analisis ini untuk menentukan peringkat subjek penelitian dalam kelompok terhadap keterampilan berpikir kritis, kreatif, dan pemahaman konsep mahasiswa sebelum dan sesudah dilakukan pembelajaran berbasis multimedia interaktif. Dalam mengukur peneringkatan ini, digunakan skor gain yang telah dinormalisasi, yang dikenal dengan  $\langle g \rangle$  (Hake, 1998), rumus dalam menghitung  $\langle g \rangle$  sebagai berikut

$$\langle g \rangle = \frac{\text{Skor posttest} - \text{skor pretest}}{100 - \text{skor pretest}}$$

$\langle g \rangle$  adalah "Gain ternormalisasi", yang digunakan untuk menggambarkan peneringkatan subjek penelitian dalam kelompoknya. Kriteria  $\langle g \rangle$  disajikan pada Tabel 3.13.

Tabel 3.13  
Kriteria  $\langle g \rangle$  (Hake, 1998)

Nilai $\langle g \rangle$	Kriteria
$\langle g \rangle \geq 0,7$	Tinggi
$0,3 \leq \langle g \rangle < 0,7$	Sedang
$\langle g \rangle < 0,3$	Rendah

### d) Uji Beda Rata-rata pada Perkuliahan

Uji perbedaan dalam program perkuliahan ini bertujuan untuk mengidentifikasi perbedaan keterampilan berpikir kritis dan kreatif mahasiswa sebelum dan setelah intervensi. Tujuan utamanya adalah untuk mengevaluasi dampak dari pembelajaran katabolisme karbohidrat berbasis multimedia interaktif yang telah dirancang untuk peningkatan keterampilan berpikir kritis dan kreatif mahasiswa. Dalam penelitian ini, digunakan uji-t sampel berpasangan (*paired sample t-test*) untuk data berdistribusi normal dan untuk data yang tidak berdistribusi normal digunakan uji Wilcoxon, hal ini untuk menentukan pengaruh pembelajaran katabolisme karbohidrat berbasis multimedia interaktif terhadap

Ainul Ahmadsyah Hanafi, 2025

PENGEMBANGAN PEMBELAJARAN KATABOLISME KARBOHIDRAT BERBASIS MULTIMEDIA INTERAKTIF UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS DAN KREATIF MAHASISWA Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

penguasaan konsep, keterampilan berpikir kritis, dan keterampilan berpikir kreatif mahasiswa. Hipotesis yang diajukan dalam penelitian ini disajikan sebagai berikut.

(1) Hipotesis keterampilan berpikir kritis

Ho : Tidak terdapat perbedaan keterampilan berpikir kritis mahasiswa antara sebelum dan sesudah pembelajaran katabolisme karbohidrat berbasis multimedia interaktif

Ha : Terdapat perbedaan keterampilan berpikir kritis mahasiswa antara sebelum dan sesudah pembelajaran katabolisme karbohidrat berbasis multimedia interaktif

(2) Hipotesis keterampilan berpikir kreatif

Ho : Tidak terdapat perbedaan keterampilan berpikir kreatif mahasiswa antara sebelum dan sesudah pembelajaran katabolisme karbohidrat berbasis multimedia interaktif

Ha : Terdapat perbedaan keterampilan berpikir kreatif mahasiswa antara sebelum dan sesudah pembelajaran katabolisme karbohidrat berbasis multimedia interaktif

(3) Hipotesis penguasaan konsep

Ho : Tidak terdapat perbedaan penguasaan konsep mahasiswa antara sebelum dan sesudah pembelajaran katabolisme karbohidrat berbasis multimedia interaktif

Ha : Terdapat perbedaan penguasaan konsep mahasiswa antara sebelum dan sesudah pembelajaran katabolisme karbohidrat berbasis multimedia interaktif

#### **4. Analisis Data Penelitian Kualitatif dan Kuantitatif**

Data hasil analisis kuantitatif dan kualitatif digabungkan untuk saling melengkapi. Peneliti melakukan identifikasi dengan mencari kesamaan, perbedaan, atau pola yang muncul dari kedua jenis data tersebut. Dalam proses integrasi ini, peneliti berusaha menemukan hubungan antara temuan dari kedua jenis data dan menggali maknanya. Hasilnya kemudian diinterpretasikan secara menyeluruh untuk mendapatkan pemahaman yang lebih mendalam tentang fenomena yang diteliti melalui kombinasi data kuantitatif dan kualitatif.