

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Memasuki era abad ke-21, pendidikan tinggi dituntut untuk menghasilkan lulusan yang tidak hanya menguasai pengetahuan akademik, tetapi juga memiliki keterampilan yang relevan dengan kebutuhan zaman. Keterampilan abad ke-21 sering dirumuskan dalam kerangka 4C meliputi *critical thinking*, *creativity and innovation*, *collaboration*, serta *communication* (Partnership for 21st Century Learning, 2007; UNESCO, 2016). Keterampilan ini menjadi tolok ukur penting untuk menghadapi tantangan global yang semakin kompleks, di mana kreativitas tidak hanya dipahami sebagai kemampuan menghasilkan ide baru, tetapi juga diikuti dengan inovasi, yakni kemampuan mewujudkan ide tersebut dalam bentuk solusi nyata yang bermanfaat. Oleh karena itu, perguruan tinggi harus merancang proses pembelajaran yang memungkinkan mahasiswa mengembangkan kemampuan berpikir kritis dalam menganalisis masalah, kreativitas dan inovasi dalam menciptakan serta menerapkan solusi, kemampuan bekerja sama dalam tim lintas disiplin, serta keterampilan komunikasi ilmiah yang efektif. Dalam konteks ini, setiap mata kuliah seharusnya tidak hanya menekankan aspek kognitif semata, tetapi juga berperan strategis dalam membentuk keterampilan abad 21, termasuk keterampilan inovasi.

Sejalan dengan kebutuhan keterampilan abad 21, transformasi pendidikan tinggi juga dipengaruhi oleh kemajuan teknologi digital. UNESCO mengemukakan bahwa inovasi teknologi digital memiliki kekuatan untuk memperkaya dan mengubah pendidikan, mempercepat pencapaian tujuan pembangunan berkelanjutan (SDG 4), serta meningkatkan kualitas, relevansi, dan inklusi dalam pembelajaran (UNESCO, 2025). Selain itu, laporan UNESCO-ICHEI bersama Institute of Education (Tsinghua University) menegaskan bahwa transformasi digital pendidikan tinggi melibatkan integrasi mendalam teknologi seperti AI, big data, dan *blended learning*, dengan tujuan menciptakan sistem pembelajaran yang inklusif, tahan krisis, dan berkualitas tinggi (M. Li et al., 2022). Teknologi digital

memungkinkan integrasi berbagai sumber belajar, penyajian representasi multimedia, pemanfaatan simulasi, hingga pembelajaran daring berbasis *Learning Management System* (LMS). Pemanfaatan teknologi digital dapat memperluas akses, meningkatkan kualitas, dan mempercepat adaptasi kurikulum terhadap tuntutan global. Oleh karena itu, dalam pengembangan strategi pembelajaran di perguruan tinggi, peran teknologi digital harus dipandang bukan sekadar alat bantu, melainkan sebagai transformasi penting untuk menghasilkan pembelajaran yang inovatif dan relevan.

Kimia organik merupakan salah satu cabang disiplin ilmu kimia yang mempelajari struktur, sifat, komposisi, reaksi, dan sintesis senyawa yang mengandung atom karbon beserta unsur lain seperti hidrogen, oksigen, nitrogen, sulfur, fosfor, dan unsur lainnya. Kimia organik memiliki peran penting dalam berbagai bidang, termasuk kesehatan, lingkungan, industri, hingga isu global keberlanjutan, misalnya dalam konteks polusi lingkungan oleh senyawa organik seperti pestisida, mikroplastik, dan senyawa kimia industri. Oleh karena itu, penguasaan kimia organik menjadi penting sebagai bekal mahasiswa kimia untuk turut memberikan solusi terhadap berbagai masalah global.

Meskipun demikian, kimia organik secara konsisten diakui sebagai salah satu mata kuliah paling menantang di perguruan tinggi (Asmussen et al., 2023; Eastwood, 2013; A. B. Flynn, 2015; Johnstone, 2006; O'Dwyer & Childs, 2017). Mahasiswa sering menganggap kimia organik sebagai bidang yang kompleks dan penuh hafalan, sehingga kesulitan memahaminya secara mendalam (Anim-Eduful & Adu-Gyamfi, 2022). Berbagai penelitian mengidentifikasi sejumlah faktor yang menyebabkan kimia organik sulit dipelajari, seperti sifatnya yang abstrak dan sulit diobservasi langsung (Ewais & Troyer, 2019), tuntutan kemampuan visualisasi struktur tiga dimensi molekul (Crandell et al., 2020; Ellis, 1994), relasi kompleks antara struktur dan reaktivitas (Cormier & Voisard, 2017), serta banyaknya mekanisme reaksi yang harus dikuasai mahasiswa (Teixeira & Holman, 2008).

Lebih jauh, tantangan pembelajaran kimia organik tidak hanya berhenti pada penguasaan konsep. Kompleksitas materi dan penerapannya dalam kehidupan nyata menuntut mahasiswa tidak hanya mampu menghafal, tetapi juga memiliki

keterampilan berpikir kritis dan inovasi agar dapat memecahkan persoalan kimia yang semakin beragam dan kontekstual. Seiring berkembangnya kompleksitas masalah global, termasuk isu-isu lingkungan, kesehatan, dan industri yang erat kaitannya dengan senyawa organik, perguruan tinggi dituntut untuk menghasilkan lulusan yang memiliki keterampilan abad ke-21, terutama keterampilan berpikir kritis dan keterampilan inovasi (UNESCO, 2021). Keterampilan berpikir kritis menjadi penting agar mahasiswa mampu menganalisis, mengevaluasi, dan memecahkan persoalan kimia yang kompleks, sementara keterampilan inovasi diperlukan untuk merancang solusi kreatif yang relevan dengan berbagai permasalahan kontekstual di bidang kimia organik dan lingkungan (Lenhart et al., 2020; Parreira do Amaral & Thompson, 2022). Namun demikian, berbagai penelitian menunjukkan bahwa banyak mahasiswa kimia masih memiliki pemahaman yang terfragmentasi, kesulitan mengaitkan berbagai konsep, serta cenderung bergantung pada hafalan mekanistik tanpa pemahaman mendalam (Houchlei et al., 2021; Stowe & Cooper, 2017).

Tantangan perkuliahan kimia organik juga terlihat dari hasil studi lapangan di salah satu perguruan tinggi di Provinsi Riau. Hasil studi lapangan dilakukan peneliti terhadap hasil belajar kimia organik 1 tiga tahun terakhir (2021/2022 hingga 2023/2024). Tabel 1.1 menunjukkan rata-rata nilai Ujian Tengah Semester (UTS) dan Ujian Akhir Semester (UAS) selama tiga tahun terakhir.

Tabel 1.1 Nilai Kimia Organik 1 Pada UTS dan UAS T.A. 2021/2022, 2022/2023, dan 2023/2024

Tahun Ajaran	UTS			UAS		
	Min	Maks	Rata-rata	Min	Maks	Rata-rata
2021/2022	24	60	40	15	45	35
2022/2023	31	65	48	35	75	47
2023/2024	15	40	24	10	20	13

Berdasarkan data pada Tabel 1.1 terlihat bahwa pada tahun ajaran 2021/2022, nilai UTS berkisar antara 24–60 dengan rata-rata 40, sedangkan nilai UAS antara 15–45 dengan rata-rata 35. Pada tahun ajaran 2022/2023, rata-rata UTS sebesar 48 dan UAS sebesar 47, sementara pada tahun ajaran 2023/2024 rata-rata UTS sebesar

24 dan UAS sebesar 13. Temuan ini menunjukkan rendahnya capaian mahasiswa dalam UTS dan UAS. Rendahnya skor minimum dan rata-rata yang konsisten, serta fluktuasi dari tahun ke tahun, menunjukkan adanya permasalahan serius dalam proses pembelajaran kimia organik 1. Studi lapangan juga dilakukan dengan mengidentifikasi lebih lanjut kesulitan mahasiswa yang dilakukan melalui survei. Survei terkait kesulitan materi reaksi senyawa organik pada mata kuliah kimia organik 1 melalui *google form*. Hasil survei terhadap kesulitan mahasiswa terhadap reaksi senyawa organik ditunjukkan pada Tabel 1.2.

Tabel 1.2 Persentase Hasil Survei Kesulitan Mahasiswa pada Materi Reaksi Senyawa Organik

No	Pernyataan	Persentase
1	Saya kesulitan dalam mempelajari reaksi senyawa organik	64,4%
2	Saya sangat kesulitan dalam meramalkan hasil reaksi senyawa organik	73%
3	Saya kesulitan dalam membedakan jenis reaksi senyawa organik seperti reaksi substitusi, eliminasi, adisi, dan penataan ulang	56%
4	Materi yang paling sulit saya temukan pada materi berikut	
	- Reaksi adisi dan penataan ulang	28,9%
	- Reaksi substitusi dan penataan ulang	23,7%
	- Reaksi eliminasi dan penataan ulang	15,6%
	- Semua sulit	22,2%
5	Berikan alasan saudara, apa yang menyebabkan saudara sulit memahami materi reaksi senyawa organik	
	- Saya kesulitan dalam menuliskan tahap-tahap mekanisme reaksi, (tahap penyerangan, tahap pembentukan karbokation, dll)	54,8%
	- Saya tidak bisa mengingat faktor-faktor yang memengaruhi terjadinya reaksi substitusi, adisi, eliminasi, penataan ulang dan radikal	14,8%
	- Saya kesulitan membedakan reaksi substitusi, adisi, eliminasi, penataan ulang dan radikal	10,4%
	- Saya kesulitan menggambarkan panah reaksi spesi yang menyerang dan spesi yang keluar dsb	10,4%
	- Saya tidak bisa menentukan spesi mana yang bertindak sebagai nukleofil, elektrofil, asam atau basa	8,9%
	- Saya tidak bisa menuliskan struktur	0,7%

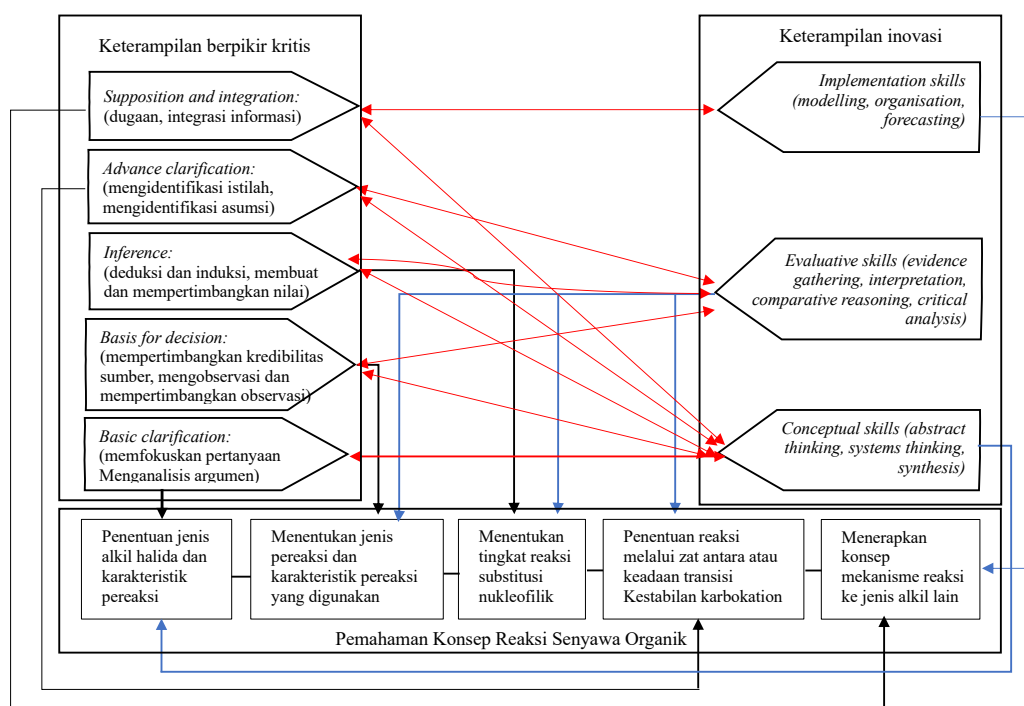
Berdasarkan hasil survei pada Tabel 1.2 tampak bahwa sebagian besar mahasiswa masih mengalami kesulitan dalam memahami materi reaksi senyawa organik. Secara umum, sebanyak mahasiswa menyatakan kesulitannya dalam mempelajari reaksi senyawa organik (64,4%) dan kesulitan dalam meramalkan hasil reaksi (73%). Hal ini menunjukkan bahwa permasalahan tidak hanya terletak pada pemahaman definisi dan jenis reaksi, tetapi juga pada kemampuan memprediksi mekanisme serta produk akhir reaksi. Kesulitan mahasiswa juga tampak pada aspek membedakan jenis reaksi organik, di mana 56% responden menyatakan mengalami hambatan dalam memahami perbedaan antara reaksi substitusi, eliminasi, adisi, dan penataan ulang. Selain itu, survei juga mengidentifikasi bahwa materi yang dianggap paling sulit umumnya berkaitan dengan reaksi yang melibatkan penataan ulang (*rearrangement*). Sebanyak 28,9% mahasiswa menyatakan kesulitan pada reaksi adisi dan penataan ulang, 23,7% pada reaksi substitusi dan penataan ulang, serta 15,6% pada reaksi eliminasi dan penataan ulang. Bahkan, 22,2% mahasiswa menilai bahwa seluruh materi reaksi organik sulit dipahami. Data ini menunjukkan bahwa mahasiswa mengalami kesulitan dalam mempelajari berbagai reaksi senyawa organik. Alasan yang dikemukakan mahasiswa juga memperkuat temuan ini, di mana lebih dari separuh responden (54,8%) mengalami kesulitan dalam menuliskan tahap-tahap mekanisme reaksi, termasuk tahap serangan, pembentukan intermediat karbocation, hingga produk akhir. Kesulitan lain mencakup keterbatasan dalam mengingat faktor-faktor yang memengaruhi reaksi, membedakan jenis reaksi, menggambarkan panah mekanistik, hingga menentukan peran spesi sebagai nukleofil, elektrofil, asam, atau basa. Temuan ini mengindikasikan bahwa permasalahan utama mahasiswa terletak pada pemahaman mekanistik dan representasi simbolik dalam reaksi organik.

Selanjutnya, analisis dilakukan terhadap kurikulum/RPS kimia organik 1 sebagai identifikasi dokumen kebijakan dengan menelaah keterkaitan antara capaian pembelajaran lulusan (CPL), capaian pembelajaran mata kuliah (CPMK), serta sub-CPMK. Pada level CPL, program studi secara eksplisit menuntut lulusan untuk memiliki kemampuan mengembangkan pemikiran kritis, logis, kreatif, dan inovatif, di samping penguasaan konten keilmuan dan sikap akademik yang

bertanggung jawab. Dengan demikian, terdapat instruksi kurikuler agar setiap mata kuliah, termasuk kimia organik I, turut berkontribusi dalam mengembangkan keterampilan berpikir kritis dan inovasi mahasiswa. Namun, jika dicermati pada level CPMK dan sub-CPMK, fokus utama mata kuliah kimia organik I masih terarah pada penguasaan konsep-konsep kimia organik, seperti hidrokarbon, stereokimia, reaksi adisi, reaksi substitusi, alkil halida, alkohol, dan eter. Mahasiswa dituntut untuk mampu menjelaskan, menganalisis, atau merekonstruksi konsep serta mempresentasikan hasil kajian ilmiah. Meskipun aktivitas menganalisis dan mempresentasikan berpotensi melatih berpikir kritis, tuntutan eksplisit terhadap keterampilan berpikir kritis dan inovasi belum sepenuhnya terintegrasi dalam CPMK maupun sub-CPMK. Dengan kata lain, terdapat kesenjangan antara tuntutan CPL yang mengharuskan mahasiswa kritis dan inovatif dengan tujuan mata kuliah yang masih lebih dominan berorientasi pada pemahaman konten. Kesenjangan ini menegaskan adanya kebutuhan kurikuler untuk menghadirkan strategi pembelajaran yang tidak hanya memfasilitasi pemahaman konsep, tetapi juga secara sistematis mengarahkan mahasiswa pada keterampilan berpikir kritis dan inovasi.

Materi reaksi senyawa organik merupakan bagian penting dalam pembelajaran kimia organik di perguruan tinggi. Materi ini menuntut mahasiswa tidak hanya menghafal reaksi, tetapi juga memiliki kemampuan berpikir kritis dan inovasi dalam memecahkan berbagai persoalan yang muncul. Pada pembelajaran reaksi senyawa organik, mahasiswa harus mampu mengenali pola-pola reaksi, memilih jenis reaksi yang tepat seperti substitusi, eliminasi, adisi, atau penataan ulang, serta mengintegrasikan berbagai konsep kimia organik, seperti elektrofil, nukleofil, asam basa Lewis, ikatan garis, tanda anak panah, dan stereokimia (Frost et al., 2023). Proses belajar ini menuntut mahasiswa menganalisis data, memecahkan masalah, menarik kesimpulan, serta menghubungkan konsep dengan aplikasi nyata. Dengan demikian, pembelajaran reaksi senyawa organik bukan sekadar upaya penguasaan konsep, tetapi juga menjadi wahana strategis untuk melatih keterampilan berpikir kritis dan inovasi mahasiswa, sehingga dapat menghasilkan lulusan yang relevan dengan tuntutan perkembangan ilmu pengetahuan dan kebutuhan global. Untuk

melihat adanya keterkaitan antara reaksi senyawa organik dengan keterampilan berpikir kritis dan inovasi, dilakukan analisis keterkaitan ketiga variabel ini dengan menggunakan indikator masing-masing variabel. Indikator keterampilan inovasi menggunakan kerangka *innovation skills framework* dari Caucus (Nelles et al., 2023) yang menekankan tiga keterampilan utama: *conceptual*, *evaluative*, dan *implementation skills*, serta keterampilan berpikir kritis menurut Ennis yang mencakup indikator: membuat klarifikasi dasar, dasar pengambilan keputusan, menyimpulkan, membuat penjelasan lebih lanjut, serta supposisi, dan integrasi. Hasil analisis keterkaitan ketiga variabel tersebut disajikan pada Gambar 1.1.



Gambar 1.1 Keterkaitan antara Materi Reaksi Senyawa Organik dengan Keterampilan Berpikir Kritis dan Inovasi

Berdasarkan Gambar 1.1 terlihat keterkaitan materi reaksi senyawa organik, seperti penentuan jenis alkil halida, karakteristik pereaksi, tingkat reaksi substitusi nukleofilik (S_N1 dan S_N2), kestabilan karbokation, serta mekanisme reaksi melalui intermediat, menuntut mahasiswa tidak hanya menguasai konsep teoritis, tetapi juga mengembangkan keterampilan berpikir tingkat tinggi. Dalam perspektif Ennis, analisis mekanisme reaksi memerlukan keterampilan berpikir kritis, seperti *basic clarification* (memfokuskan pertanyaan dan menganalisis argumen), *inference*

(deduksi dan induksi), hingga *advanced clarification* (mengidentifikasi asumsi dalam mekanisme). Keterampilan ini membantu mahasiswa menilai bukti, menarik kesimpulan logis, serta menguji validitas asumsi yang mendasari reaksi.

Di sisi lain, kerangka *innovation skills* menekankan bahwa proses memahami dan menerapkan reaksi organik juga mengaktifkan keterampilan inovasi, baik pada ranah *conceptual skills* (*abstract thinking, systems thinking, synthesis*), *evaluative skills* (*evidence gathering, interpretation, critical analysis*), maupun *implementation skills* (*modelling, organisation, forecasting*). Misalnya, ketika mahasiswa menggambar mekanisme reaksi dengan *arrow pushing*, mereka tidak hanya berpikir kritis dalam mengevaluasi jalur elektron, tetapi juga berinovasi melalui pemodelan dan prediksi hasil reaksi. Dengan demikian, keterampilan berpikir kritis menyediakan kerangka logis, sedangkan keterampilan inovasi mendorong pengembangan solusi kreatif dan penerapannya dalam konteks baru.

Sejumlah penelitian mendukung keterkaitan ini, Vincent-Lancrin et al. (2019) menegaskan bahwa berpikir kritis dan kreativitas/inovasi adalah kompetensi inti abad ke-21 yang dapat diajarkan secara terintegrasi karena keduanya saling memperkuat dalam proses pembelajaran. Penelitian Park et al. (2021) juga menunjukkan adanya korelasi signifikan antara keterampilan berpikir kritis dan kreativitas mahasiswa dalam konteks lintas budaya, menandakan bahwa analisis kritis dan pemikiran inovatif berkembang bersama dalam proses pembelajaran sains. Lebih jauh, X. Li & Ma (2017) menemukan bahwa keterampilan berpikir kritis berperan penting dalam mendorong perilaku inovatif, sehingga relevan diterapkan dalam pendidikan tinggi untuk membentuk lulusan yang adaptif, analitis, dan inovatif. Keterampilan berpikir kritis menjadi keterampilan fundamental yang dibutuhkan untuk inovasi dan kreasi (Angwaomaodoko, 2024).

Berdasarkan hasil studi lapangan, survei mahasiswa, serta analisis kurikulum, jelas terlihat adanya kesenjangan antara kondisi nyata pembelajaran kimia organik I dengan tuntutan kurikulum yang menekankan pada penguasaan konsep sekaligus keterampilan berpikir kritis dan inovasi. Mahasiswa masih menghadapi kesulitan tinggi dalam memahami mekanisme reaksi dan prediksi hasil reaksi, sementara pada saat yang sama mahasiswa menginginkan strategi pembelajaran yang lebih

interaktif, kolaboratif, dan didukung media digital. Di sisi lain, kurikulum menuntut agar setiap mata kuliah berkontribusi terhadap pencapaian lulusan yang kritis, kreatif, dan inovatif, meskipun rumusan CPMK mata kuliah kimia organik I masih dominan menekankan pada aspek penguasaan konten. Selain itu, materi senyawa organik juga menuntut keterampilan berpikir kritis dan inovasi. Untuk menjembatani kesenjangan ini, diperlukan suatu strategi pembelajaran yang secara khusus dirancang untuk mengajarkan konsep reaksi senyawa organik dengan menekankan kepada pencapaian pemahaman konsep, keterampilan berpikir kritis, dan keterampilan inovasi secara simultan.

Penelitian mengenai pembelajaran reaksi senyawa organik telah dilakukan oleh peneliti-peneliti sebelumnya. Penelitian tersebut berkaitan dengan penerapan model pembelajaran dan media pembelajaran. Penelitian terkait dengan model pembelajaran meliputi: penggunaan *contrasting cases* dalam membantu pemahaman konsep mahasiswa pada reaktivitas dan laju reaksi senyawa organik (Graulich & Schween, 2018), penggunaan *scaffolded case comparison task* untuk membantu mahasiswa membedakan tahapan reaksi adisi (Kranz et al., 2023), penerapan pembelajaran *OCLUE (Organic Chemistry, Life, the Universe, and Everything)* untuk kemampuan mekanistik mahasiswa dalam memprediksi produk dari reaksi (Houchlei et al., 2021), dan penggunaan *writing-to-learn assignment* untuk mengembangkan kemampuan *multiple representation reasoning* mahasiswa mengenai mekanisme reaksi (Watts et al., 2022). Selanjutnya, penelitian terkait media pembelajaran yaitu penggunaan *organicPad* untuk membantu mahasiswa memahami konsep reaksi senyawa organik (Grove et al., 2012), penggunaan *CHEMCompete* berupa *card game* untuk membantu mahasiswa memprediksi produk reaksi substitusi dan eliminasi alkil halida (Gogal et al., 2017), (Galloway et al., 2019) mengembangkan *card sort task* untuk membantu mahasiswa membuat hubungan antar reaksi senyawa organik, penggunaan *mechanism app* yang memuat *puzzle* untuk membantu mahasiswa dalam memahami mekanisme reaksi adisi (Finkenstaedt-Quinn et al., 2020), dan (Schweiker et al., 2020) menggunakan *lighboard video* terhadap keterlibatan dan hasil belajar mahasiswa pada reaksi senyawa organik. Berdasarkan hasil kajian

literatur terhadap penelitian-penelitian terdahulu terlihat bahwa penelitian terkait pembelajaran pada topik reaksi senyawa organik lebih difokuskan kepada pencapaian pemahaman konsep. Penelitian yang menekankan penerapan suatu model pembelajaran dan media secara bersama-sama untuk meningkatkan pemahaman konsep, keterampilan berpikir kritis dan keterampilan inovasi belum ditemukan.

Selain itu, untuk mengidentifikasi posisi penelitian terhadap penelitian-penelitian sebelumnya, dilakukan analisis bibliometrik menggunakan perangkat lunak VOSviewer terhadap artikel-artikel yang bersumber dari database Elsevier dan scholar dengan kata kunci *organic chemistry*, *mechanism of reaction*, *digital technology*, *critical thinking*, dan *innovation skills*. Hasil analisis bibliometrik tersebut menghasilkan *network visualization* yang ditampilkan pada Gambar 1.2. Pada peta VOSviewer, node (lingkaran) mewakili kata kunci penelitian, dengan ukuran yang menunjukkan frekuensi kemunculannya dalam literatur. Warna node menggambarkan *cluster* atau kelompok tema penelitian, sedangkan garis memperlihatkan keterhubungan antar kata kunci, semakin tebal garis maka semakin kuat hubungan keduanya. Pemilihan variabel dalam penelitian ini didasarkan pada keterkaitan yang muncul dari hasil pemetaan VOSviewer.

Peta *VOSviewer* pada Gambar 1.1 menunjukkan bahwa posisi variabel-variabel ini memperlihatkan bahwa penelitian tidak hanya menekankan penguasaan materi kimia organik, tetapi juga integrasi pendekatan pedagogis modern untuk meningkatkan kualitas proses dan hasil belajar mahasiswa. Perkembangan penelitian dalam bidang pendidikan kimia, khususnya kimia organik, menunjukkan adanya kecenderungan kuat ke arah integrasi antara konten keilmuan dan pendekatan pedagogik yang inovatif. Analisis bibliometrik dengan *VOSviewer* terhadap publikasi internasional memperlihatkan bahwa topik *organic chemistry* muncul sebagai pusat perhatian utama dan terhubung erat dengan kata kunci *mechanisms of reactions*, yang menandakan fokus penelitian pada pemahaman konsep reaksi. Di sisi lain, peta visualisasi juga mengungkap keterkaitan signifikan dengan isu-isu pedagogik, seperti *collaborative learning*, *internet/web-based learning*, serta *constructivism*. Hal ini menunjukkan bahwa penguasaan kimia

Untuk memperjelas arah solusi yang dapat ditawarkan, survei lanjutan dilakukan guna mengidentifikasi strategi pembelajaran seperti apa yang sebenarnya diharapkan mahasiswa dalam perkuliahan reaksi senyawa organik. Hasil survei ini menjadi landasan penting untuk merancang intervensi pembelajaran yang tidak hanya menanggapi kesulitan yang ada, tetapi juga selaras dengan kebutuhan dan harapan mahasiswa sebagai subjek utama proses belajar. Hasil survei perkuliahan reaksi senyawa organik yang diinginkan mahasiswa disajikan pada Tabel 1.3.

No	Pernyataan	Persentase
1	Saya menginginkan metode pengajaran yang berbeda dari yang biasa dilakukan oleh dosen	86%

No	Pernyataan	Persentase
2	Saya senang jika dosen sering mengajar dengan mengelompokkan mahasiswa dalam kelompok kecil dan mahasiswa diminta mendiskusikan permasalahan terkait reaksi senyawa organik	79%
3	Saya senang berdiskusi dalam kelompok kecil dalam menyelesaikan soal-soal reaksi kimia organik	90%
4	Saya merasa tertantang untuk menerapkan konsep kimia organik dalam menyelesaikan permasalahan isu kehidupan sehari-hari (kontekstual)	
5	Saya membutuhkan alat bantu berupa media selain yang diberikan oleh dosen dalam memahami konsep reaksi senyawa organik	98%
6	Saya membutuhkan sumber-sumber belajar digital mengenai reaksi senyawa organik untuk memudahkan saya meramalkan dan menggambarkan reaksi senyawa organik	98%
7	Sumber-sumber belajar digital berupa simulasi interaktif, video, animasi, e-book, e-LKM, <i>websites</i> mengenai reaksi senyawa organik dapat membantu mahasiswa memahami konsep reaksi senyawa organik	98%
8	Jika terdapat deskripsi simulasi seperti berikut: Mahasiswa dapat memilih berbagai jenis senyawa, nukleofil/elektrofil/asam dan memasangkannya, kemudian mahasiswa akan memencet tombol mekanisme reaksi maka akan terlihat simulasi mekanisme reaksinya. Setelah membaca deskripsi tersebut. Saya membutuhkan media seperti ini untuk membantu saya dalam memahami konsep reaksi senyawa organik	100%
9	Saya membutuhkan lembar kerja mahasiswa (LKM) yang mengarahkan saya dalam menyelesaikan persoalan terkait reaksi senyawa organik	79%
10	Perhatikan tahapan pembelajaran berikut: a) Tahap 1: sebelum proses pembelajaran di kelas berlangsung, dosen memberikan soal/tugas project terkait topik reaksi senyawa organik dan permasalahan terkait isu global (mis. karet sintetis, sunscreen, pestisida, dll yang berkaitan dengan materi kimia organik). Mahasiswa diminta mengerjakan soal/tugas tersebut secara mandiri. b) Tahap 2: saat pembelajaran di kelas mahasiswa dikelompokkan menjadi kelompok-kelompok kecil yang heterogen. Sehingga mahasiswa yang lebih pandai dapat berdiskusi dengan anggota yang kurang. Kelompok mendiskusikan jawaban yang tepat untuk	91%

No	Pernyataan	Persentase
	permasalahan yang dikerjakan secara mandiri pada tahap 1.	
c)	Tahap 3: mahasiswa mempresentasikan hasil diskusi berupa pemecahan permasalahan berupa soal dan project terkait isu global dalam bentuk laporan.	
	Catatan: Selama proses pembelajaran mahasiswa diberikan bantuan berupa lembar kerja mahasiswa elektronik, buku elektronik, video, dan simulasi reaksi senyawa organik	
	Berdasarkan deskripsi tersebut, saya merasa membutuhkan strategi tersebut karena dapat membantu saya dalam belajar.	

Berdasarkan hasil survei pada Tabel 1.3 mengenai strategi pembelajaran yang diinginkan mahasiswa diketahui bahwa mayoritas mahasiswa menginginkan inovasi dalam strategi pembelajaran, karena metode konvensional dianggap kurang efektif untuk memahami reaksi senyawa organik. Sebanyak 86% responden menuntut metode baru yang lebih variatif dan inovatif. Strategi yang paling diminati adalah diskusi kelompok kecil, dengan 79% menyukai pembagian kelompok oleh dosen dan 90% menikmati diskusi untuk menyelesaikan soal organik. Hal ini menegaskan kebutuhan akan suasana belajar kolaboratif untuk mengasah kemampuan analitis. Selain itu, mahasiswa menekankan pentingnya pemanfaatan media digital: 98% membutuhkan media tambahan, 98% menginginkan sumber belajar digital (simulasi interaktif, video, animasi, e-book, LKM elektronik), bahkan 100% menyatakan perlu simulasi mekanisme reaksi yang interaktif dan visual. Temuan ini memperkuat urgensi penggunaan teknologi pembelajaran berbasis interaktivitas. Di sisi lain, 91% responden mengharapkan model pembelajaran berbasis proyek yang terintegrasi isu global, melalui pra-tugas, diskusi heterogen, hingga presentasi pemecahan masalah nyata. Dengan demikian, pengembangan strategi perkuliahan perlu menekankan aspek kolaboratif, aplikatif, dan integrasi teknologi digital untuk mendukung pemahaman konsep kimia organik yang kompleks. Strategi yang diambil berupa pengembangan program perkuliahan.

Dalam merancang program perkuliahan, pemilihan landasan teori belajar yang tepat menjadi langkah fundamental agar rancangan tersebut sesuai dengan

konteks materi dan kebutuhan peserta didik (Reigeluth, 1983). Teori belajar membantu memecahkan masalah pembelajaran secara lebih terarah, memberikan penjelasan tentang bagaimana proses belajar berlangsung, serta menjadi dasar pengembangan satu atau beberapa model pembelajaran bergantung pada penafsiran pengembang model (Widodo, 2021). Proses pembelajaran efektif terjadi melalui interaksi antara dosen dan mahasiswa serta antara mahasiswa satu dengan lainnya. Prinsip ini menjadi landasan penting dalam pemilihan teori belajar untuk pengembangan program perkuliahan. Berdasarkan prinsip ini, maka teori konstruktivisme dijadikan sebagai landasan teoritis pengembangan program perkuliahan reaksi senyawa organik. Salah satu bentuk konstruktivisme yang terkenal adalah konstruktivisme sosial Vygotsky, yang menyatakan bahwa pembelajaran terjadi melalui proses interaksi sosial, di mana mahasiswa dibantu berpindah dari zona perkembangan aktual ke zona perkembangan potensial melalui *scaffolding*.

Teori konstruktivisme sosial Vygotsky menekankan pentingnya tiga pilar dalam pembelajaran, yakni aktivasi kemampuan awal menjadi kemampuan aktual (*actual development*), interaksi sosial (*zone of proximal development*), dan penciptaan pengetahuan baru (*beyond ZPD*). Berdasarkan prinsip ini, dilakukan kajian literatur mengenai model-model pembelajaran berbasis konstruktivisme sosial Vygotsky untuk melihat bagaimana model-model yang telah ada memenuhi setiap prinsip fundamental konstruktivisme sosial Vygotsky. Hasil telaah terhadap berbagai model pembelajaran konstruktivisme seperti *learning cycle*, *discovery learning*, *inquiry learning*, *problem-based learning*, *project-based learning*, dan *predict-observe-explain* memperlihatkan bahwa prinsip-prinsip tersebut telah tercermin dalam beberapa tahap pembelajaran, namun penerapannya masih parsial. Tahap eksplorasi pada beberapa model hanya berfungsi sebagai pemantik tanpa mekanisme sistematis untuk mendeteksi kemampuan awal, diskusi kelompok belum sepenuhnya diarahkan sebagai *scaffolding* yang memungkinkan pematangan ide, sementara tahapan *beyond ZPD* lebih banyak berhenti pada aplikasi konsep atau produk akhir yang tidak selalu praktis untuk setiap topik.

Berdasarkan keterbatasan tersebut, dilakukan proses asimilasi dan elaborasi dengan mengadopsi sintaks yang relevan dari model-model konstruktivisme yang ada, kemudian memperluas serta memperkuatnya agar lebih sesuai dengan prinsip fundamental Vygotsky, capaian pembelajaran, dan karakteristik materi kimia organik yang menuntut keterampilan berpikir kritis serta inovatif. Hasil dari proses ini adalah penyusunan kerangka pembelajaran baru yang terdiri atas tiga tahap inti, yaitu Eksplorasi (eksplorasi terstruktur untuk mengetahui kompetensi aktual), Diskusi (diskusi heterogen berbasis ZPD yang memberikan *scaffolding*), dan Inovasi (kegiatan inovasi melalui presentasi ide, kritik sejawat, revisi, serta aplikasi konsep pada isu kontekstual). Dengan demikian, sintaks EDI (Eksplorasi-Diskusi-Inovasi) merupakan hasil sintesis konseptual dan praktis dari kajian literatur serta kebutuhan pembelajaran.

Karakteristik perkuliahan reaksi senyawa organik secara khusus menuntut pemahaman konseptual mendalam terhadap struktur molekul, jenis-jenis gugus fungsi, dan mekanisme reaksi bertahap. Konsep-konsep ini bersifat abstrak dan sangat kompleks jika hanya disampaikan melalui penjelasan lisan tanpa bantuan teknologi. Hal ini sesuai dengan temuan *dual coding theory* (Paivio, 1990), yang menyatakan bahwa informasi visual dan verbal yang diproses secara bersamaan akan memperkuat daya ingat dan pemahaman konsep. Dengan kata lain, pembelajaran reaksi senyawa organik menuntut pendekatan multirepresentasi untuk membantu mahasiswa memvisualisasikan transformasi molekul dalam tiga dimensi serta memahami dinamika reaksi secara sekuensial. Dengan mempertimbangkan kompleksitas materi dan kebutuhan representasi konseptual yang khas dalam perkuliahan reaksi senyawa organik, maka program perkuliahan reaksi senyawa organik dengan tahapan EDI diintegrasikan dengan teknologi digital. Integrasi teknologi digital ini juga sudah sesuai dengan identifikasi kebutuhan mahasiswa yang menginginkan adanya teknologi digital sebagai alat bantu dalam perkuliahan.

Dalam konteks tahapan EDI, teknologi digital memainkan peran strategis sebagai penghubung antara teori konstruktivisme sosial Vygotsky dengan praktik pembelajaran abad ke-21. Pemanfaatan teknologi digital pada setiap tahapan EDI

membantu mengoptimalkan proses aktivasi pengetahuan awal, negosiasi makna secara kolaboratif, serta pengembangan keterampilan berpikir tingkat tinggi, khususnya berpikir kritis dan inovasi. Setiap tahap dalam Tahapan EDI diintegrasikan dengan teknologi digital yang diberi nama *organicsites*. *Organicsites* merupakan *Learning Management System* (LMS) berbasis *web* yang berfungsi sebagai media bagi dosen untuk mendistribusikan keseluruhan perangkat, sumber belajar, media belajar, dan instrumen tes dan non-tes. Media pembelajaran meliputi: e-LKM, *e-book*, video pembelajaran, dan *mechanism simulation for organic reaction* (MeSO). *Organicsites* dirancang secara spesifik untuk memfasilitasi perkuliahan reaksi senyawa organik.

Kebaruan penelitian ini terletak pada pengembangan program perkuliahan reaksi senyawa organik yang disusun dengan sintaks EDI (Eksplorasi-Diskusi-Inovasi) berbasis konstruktivisme sosial Vygotsky, yang dipadukan dengan pemanfaatan *Learning Management System* (LMS) *organicsites*. Sintaks EDI dikembangkan sebagai hasil sintesis konseptual dari berbagai model pembelajaran konstruktivisme, sehingga lebih sistematis dalam mendeteksi pengetahuan awal dan kompetensi aktual, memfasilitasi diskusi heterogen berbasis scaffolding, serta mendorong mahasiswa menghasilkan inovasi ilmiah melalui presentasi, kritik sejawat, dan aplikasi konsep pada isu kontekstual. Integrasi *organicsites* sebagai LMS berbasis *web* menghadirkan dukungan komprehensif melalui perangkat pembelajaran digital, antara lain e-LKM, e-book, video pembelajaran, serta *mechanism simulation for organic reaction* (MeSO), yang secara khusus dirancang untuk memfasilitasi pembelajaran reaksi senyawa organik. Perpaduan antara sintaks EDI dan *organicsites* inilah yang menjadi kontribusi orisinal penelitian ini, karena mampu menghadirkan model pembelajaran kimia organik yang tidak hanya meningkatkan pemahaman konsep, tetapi juga melatih keterampilan berpikir kritis dan keterampilan inovasi mahasiswa secara simultan.

1.2. Rumusan Masalah Penelitian

Berdasarkan latar belakang, yang menjadi masalah dalam penelitian ini yaitu: Bagaimana efektivitas program perkuliahan reaksi senyawa organik dengan tahapan EDI (Eksplorasi-Diskusi-Inovasi) berbantuan *organicsites* terhadap

pemahaman konsep, keterampilan berpikir kritis dan keterampilan inovasi mahasiswa?

Rumusan masalah diatas, dapat diuraikan menjadi beberapa pertanyaan penelitian sebagai berikut:

1. Bagaimana pengembangan desain program perkuliahan reaksi senyawa organik dengan tahapan EDI (Eksplorasi-Diskusi-Inovasi) berbantuan organicsites?
2. Bagaimana efektivitas program perkuliahan reaksi senyawa organik dengan tahapan EDI (Eksplorasi-Diskusi-Inovasi) berbantuan organicsites terhadap pemahaman konsep mahasiswa?
3. Bagaimana efektivitas program perkuliahan reaksi senyawa organik dengan tahapan EDI (Eksplorasi-Diskusi-Inovasi) berbantuan organicsites terhadap keterampilan berpikir kritis mahasiswa?
4. Bagaimana efektivitas program perkuliahan reaksi senyawa organik dengan tahapan EDI (Eksplorasi-Diskusi-Inovasi) berbantuan organicsites terhadap keterampilan inovasi mahasiswa?
5. Bagaimana respons mahasiswa terhadap penerapan program perkuliahan reaksi senyawa organik dengan tahapan EDI (Eksplorasi-Diskusi-Inovasi) berbantuan organicsites?

1.3. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk menguji efektivitas program perkuliahan reaksi senyawa organik berbantuan organicsites terhadap peningkatan keterampilan berpikir dan inovasi mahasiswa. Tujuan penelitian secara spesifik diuraikan sebagai berikut:

1. Mengembangkan desain program perkuliahan dengan tahapan EDI (Eksplorasi-Diskusi-Inovasi) berbasis teknologi digital.
2. Menguji efektivitas program perkuliahan reaksi senyawa organik dengan tahapan EDI (Eksplorasi-Diskusi-Inovasi) berbantuan organicsites terhadap pemahaman konsep mahasiswa.

3. Menguji efektivitas program perkuliahan reaksi senyawa organik dengan tahapan EDI (Eksplorasi-Diskusi-Inovasi) berbantuan organicsites terhadap keterampilan berpikir kritis mahasiswa.
4. Menguji efektivitas program perkuliahan reaksi senyawa organik dengan tahapan EDI (Eksplorasi-Diskusi-Inovasi) berbantuan organicsites terhadap keterampilan inovasi mahasiswa.
5. Mendeskripsikan respons mahasiswa terhadap penerapan program perkuliahan reaksi senyawa organik dengan tahapan EDI (Eksplorasi-Diskusi-Inovasi) berbasis teknologi digital.

1.4. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat, baik secara teoretis maupun praktis. Secara rinci, manfaat penelitian ini dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Manfaat teoretis

Penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi secara teoretis dalam pengembangan ilmu pengetahuan di bidang pendidikan kimia, khususnya pembelajaran kimia organik. Penelitian ini memperkaya kajian teoretis mengenai penerapan teori *social-constructivism* dalam pembelajaran kimia organik dengan memanfaatkan teknologi digital.

2. Manfaat praktis

Penelitian ini memiliki manfaat praktis bagi berbagai pihak, antara lain:

a. Dosen/pendidik

Memberikan alternatif tahapan pembelajaran inovatif dalam perkuliahan kimia organik, khususnya materi reaksi senyawa organik, yang dirancang untuk meningkatkan pemahaman konsep mahasiswa, serta melatih keterampilan berpikir kritis dan inovasi.

b. Mahasiswa

Membantu mahasiswa mempelajari materi reaksi senyawa organik secara lebih mendalam, interaktif, dan kontekstual. Tahapan pembelajaran EDI dapat melatih mahasiswa berpikir kritis dalam menganalisis mekanisme

reaksi, memecahkan masalah kontekstual, serta mengembangkan inovasi dalam mengaitkan konsep kimia organik dengan isu global.

c. Lembaga pendidikan

Menjadi referensi dalam pengembangan kurikulum pembelajaran kimia organik yang sesuai dengan tuntutan abad ke-21. Hasil penelitian ini dapat dijadikan dasar kebijakan pengembangan pembelajaran berbantuan organicsites untuk meningkatkan kualitas lulusan yang memiliki keterampilan berpikir kritis dan inovasi.

d. Peneliti lain

Memberikan dasar teori, metode, dan instrumen yang dapat digunakan atau dikembangkan lebih lanjut dalam penelitian di bidang pembelajaran kimia atau pendidikan sains lainnya, terutama terkait pengembangan tahapan pembelajaran berbantuan organicsites untuk melatih keterampilan abad ke-21.

1.5. Definisi Operasional

Untuk menghindari perbedaan penafsiran terhadap variabel-variabel yang digunakan dalam penelitian ini, maka perlu dijelaskan definisi operasional dari setiap istilah sebagai berikut:

1. Dalam penelitian ini, program perkuliahan reaksi senyawa organik dengan tahapan EDI (Eksplorasi–Diskusi–Inovasi) berbantuan organicsites dioperasionalkan sebagai suatu rancangan implementatif pembelajaran yang terstruktur dan sistematis pada mata kuliah kimia organik I, yang dikembangkan untuk menjawab kesenjangan antara tuntutan kurikulum dengan kondisi nyata mahasiswa. Program perkuliahan ini tidak hanya berfokus pada metode atau media secara parsial, melainkan mencakup keseluruhan komponen pembelajaran yang terintegrasi, yaitu tujuan pembelajaran, materi, struktur kegiatan, strategi, media, dan evaluasi. Tujuan pembelajaran mengacu pada CPL, CPMK, dan sub-CPMK yang menekankan penguasaan konsep sekaligus pengembangan keterampilan berpikir kritis dan inovasi. Materi perkuliahan difokuskan pada topik-topik

reaksi senyawa organik seperti substitusi, eliminasi, adisi, dan penataan ulang yang diambil dari kurikulum dan disesuaikan dengan hasil analisis kesulitan mahasiswa. Struktur kegiatan perkuliahan dilaksanakan melalui tahapan EDI, yaitu eksplorasi untuk membangun pemahaman aktual melalui tugas pra-kelas berbantuan *organicSites*, diskusi dalam kelompok kecil heterogen untuk menganalisis mekanisme reaksi dengan dukungan e-LKM, animasi, dan simulasi digital, serta inovasi yang mendorong mahasiswa menghasilkan solusi kreatif dan mengaitkan konsep dengan isu global. Program ini juga memanfaatkan media digital *organicsites* yang memuat e-book, e-LKM, video, simulasi dan tes. Seluruh proses kemudian dilengkapi dengan evaluasi pembelajaran yang menilai aspek pemahaman konsep, keterampilan berpikir kritis, dan keterampilan inovasi melalui tes, laporan, presentasi, maupun proyek berbasis permasalahan kontekstual. Dengan demikian, program perkuliahan ini merupakan sebuah kesatuan utuh yang mengintegrasikan berbagai komponen pembelajaran untuk memberikan solusi komprehensif terhadap kesulitan mahasiswa dalam memahami reaksi senyawa organik, sekaligus sejalan dengan tuntutan kurikulum abad ke-21.

2. Pemahaman konsep dalam penelitian ini didefinisikan sebagai kemampuan mahasiswa memahami konsep-konsep pada topik reaksi senyawa organik berdasarkan indikator pemahaman konsep, jenjang kognitif (C1-C6), dan kategori pemahaman konsep. Indikator pemahaman konsep yang dimaksud adalah indikator kemampuan mahasiswa dalam menyelesaikan persoalan tatanama, sifat fisika, sifat kimia, dan reaksi senyawa organik pada empat topik (alkena alkuna, benzena, alkil halida, dan alkohol eter). Jenjang kognitif yang dimaksud adalah jenjang kognitif bloom yang direvisi. Pemahaman konsep dikategorikan berdasarkan pola jawaban mahasiswa yang dibagi menjadi: memahami konsep dengan baik; memahami konsep, tapi tidak yakin; memahami sebagian besar konsep; memahami sebagian besar konsep, tapi tidak yakin; miskonsepsi; dan tidak paham konsep. Pemahaman konsep mahasiswa diukur menggunakan instrumen tes berbentuk *three-tier* yang diberikan sebelum dan sesudah perlakuan.

3. Keterampilan berpikir kritis pada penelitian ini didefinisikan sebagai kemampuan mahasiswa untuk menganalisis, mengevaluasi, dan menarik kesimpulan logis dalam memecahkan masalah pada materi reaksi senyawa organik, mengacu pada indikator berpikir kritis, yaitu: klarifikasi dasar, dasar pengambilan keputusan, inferensi, klarifikasi lanjut, membuat supposisi dan integrasi. Keterampilan berpikir kritis diuji dengan menggunakan instrumen tes berupa soal *essay* untuk topik alkena alkuna, benzena, alkil halida, dan alkohol eter. Tes keterampilan berpikir kritis diberikan sebelum dan sesudah perlakuan.
4. Keterampilan inovasi mahasiswa pada penelitian ini didefinisikan sebagai keterampilan membuat rancangan proyek inovasi berbasis kajian literatur berdasarkan permasalahan yang ditemukan dan dikerjakan secara berkelompok. Pengerjaan tugas rancangan proyek inovasi mengacu kepada e-LKM. Keterampilan inovasi dinilai dengan menggunakan rubrik penilaian inovasi dengan skala penilaian 1-4. Keterampilan inovasi diukur dengan menggunakan kategori dan indikator keterampilan inovasi yang diajukan Nelles yang mencakup tiga kategori keterampilan inovasi yaitu: *conceptual skills*, *evaluative skills* dan *implementation skills*. Hasil penilaian keterampilan inovasi dikategorikan ke dalam empat kategori yaitu: inovatif, berkembang dengan baik, cukup berkembang, dan dasar.

1.6. Struktur Organisasi Disertasi

Disertasi ini disusun mengikuti pedoman penulisan karya ilmiah universitas pendidikan indonesia tahun 2024. Disertasi ini terdiri atas enam bab, yaitu Bab I (Pendahuluan), Bab II (Tinjauan Pustaka), Bab III (Metode Penelitian), Bab IV (Hasil Penelitian), Bab V (Pembahasan), dan Bab VI (Simpulan dan Implikasi).

Bab I terdiri atas latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, definisi operasional, dan struktur organisasi disertasi. Latar belakang memaparkan *state of the art* penelitian yang meliputi identifikasi masalah, analisis akar masalah, serta tawaran solusi berdasarkan hasil kajian literatur terbaru yang relevan. Selain itu, dipaparkan pula *positioning* penelitian di antara penelitian-

penelitian sebelumnya, yaitu pengembangan program perkuliahan reaksi senyawa organik dengan tahapan EDI (Eksplorasi-Diskusi-Inovasi) berbantuan organicsites untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan keterampilan inovasi mahasiswa.

Bab II memuat kajian pustaka yang relevan dengan variabel-variabel penelitian serta konsep-konsep yang mendasari pengembangan program perkuliahan EDI. Bab ini memuat pembahasan mengenai konsep reaksi senyawa organik, keterampilan berpikir kritis, keterampilan inovasi, teknologi digital dalam pembelajaran kimia, serta teori-teori pembelajaran, khususnya teori *social-constructivism* yang menjadi dasar pengembangan tahapan EDI. Selain itu, dibahas pula kajian mengenai konsep reaksi senyawa organik yang meliputi reaksi substitusi, eliminasi, adisi serta penelitian-penelitian terdahulu yang relevan. Bab II diakhiri dengan kerangka pikir penelitian yang menjadi landasan pengembangan program perkuliahan dalam penelitian ini.

Bab III memaparkan metode penelitian yang digunakan dalam disertasi ini. Metode penelitian meliputi desain dan prosedur pengembangan program perkuliahan reaksi senyawa organik dengan tahapan EDI (Eksplorasi-Diskusi-Inovasi) berbasis teknologi digital, subjek penelitian, lokasi dan waktu penelitian, instrumen penelitian yang digunakan, serta teknik analisis data. Bab ini menjelaskan secara rinci bagaimana program dikembangkan, diimplementasikan, dan dievaluasi efektivitasnya dalam meningkatkan pemahaman konsep, keterampilan berpikir kritis, dan keterampilan inovasi mahasiswa.

Bab IV memaparkan hasil penelitian. Hasil penelitian disajikan dalam bentuk Tabel, grafik, gambar dan narasi deskriptif.

Bab V memaparkan pembahasan dari hasil penelitian. Pembahasan hasil penelitian dilakukan dengan mengkaji berbagai teori, literatur, serta hasil penelitian terdahulu yang relevan, guna memperkuat dan memaknai temuan penelitian, serta mengaitkannya dengan konteks pengembangan program perkuliahan reaksi senyawa organik dengan tahapan EDI (Eksplorasi-Diskusi-Inovasi) berbasis teknologi digital.

Bab VI memaparkan simpulan penelitian dan implikasi. Simpulan ditulis dalam bentuk butir-butir sesuai dengan rumusan masalah penelitian. Implikasi penelitian ditujukan bagi pengembangan pembelajaran kimia organik di perguruan tinggi.