

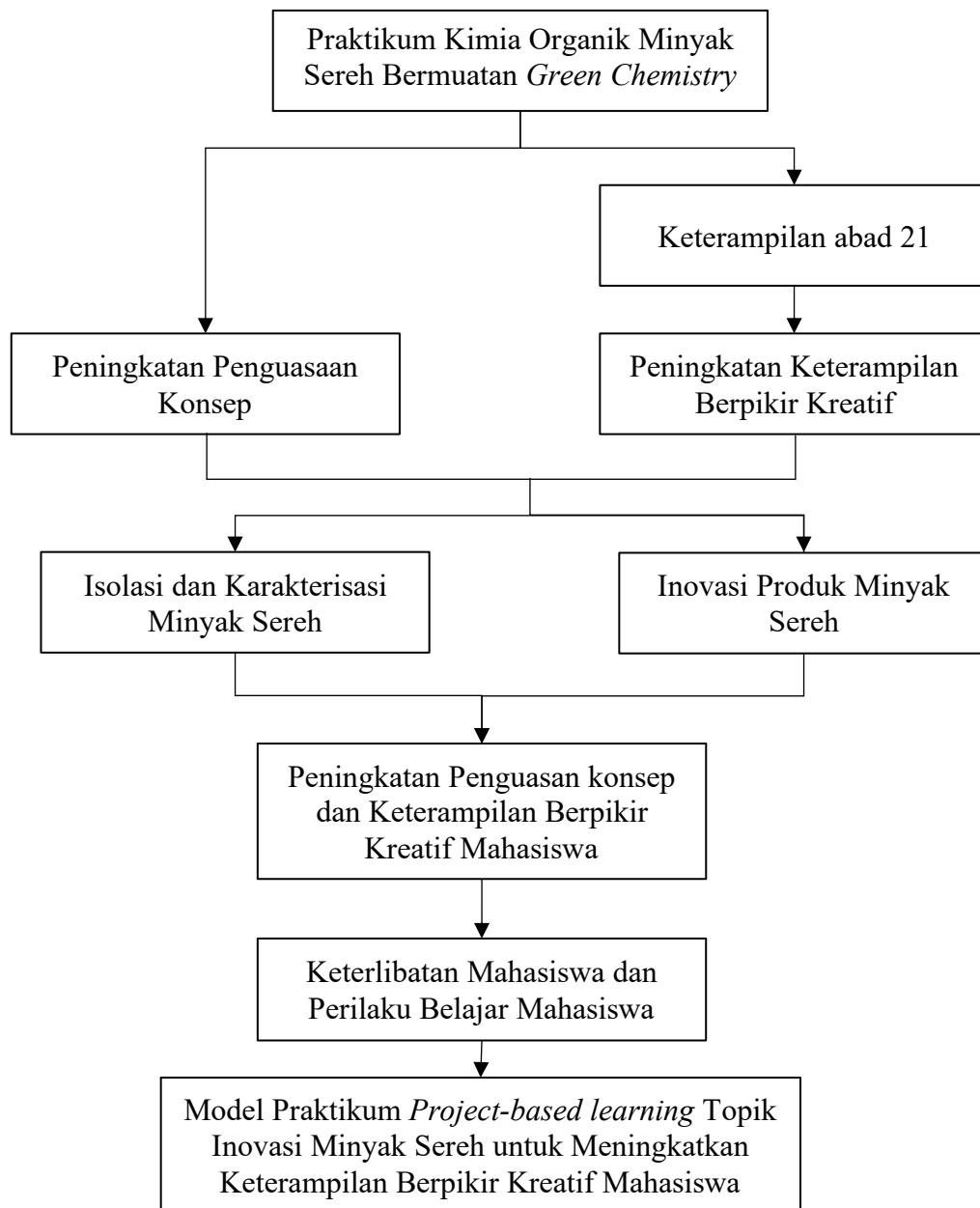
BAB III

METODE PENELITIAN

A. Kerangka Berpikir

Praktikum kimia organik merupakan salah satu mata kuliah penting dalam program studi pendidikan kimia. Praktikum ini bertujuan untuk memberikan mahasiswa pengalaman secara langsung dalam mengaplikasikan teori yang telah dipelajari. Namun, sering kali pelaksanaan praktikum baik proses dan hasil pelaksanaannya menghasilkan limbah yang tidak ramah lingkungan. Dengan demikian, praktikum kimia organik mengangkat konteks minyak sereh yang mana dalam proses pembuatan dan produk inovatifnya bermuatan *Green Chemistry*. *Green Chemistry* hadir untuk meminimalisir dampak negatif dari proses kimia terhadap lingkungan. Dalam konteks ini, fokus pada isolasi dan karakterisasi minyak sereh dan sebagai bahan alam yang memiliki banyak manfaat yang berpotensi untuk dikembangkan sebagai produk inovatif. Dari sini, ditemukan keterkaitan proses isolasi, karakterisasi, dan inovasi produk minyak sereh yang bukan hanya memberikan kontribusi dalam peningkatan penguasaan konsep, namun juga memiliki potensi untuk meningkatkan keterampilan abad 21 yaitu keterampilan berpikir kreatif bagi mahasiswa.

Peningkatan penguasaan konsep dan keterampilan berpikir kreatif mahasiswa dapat dicapai melalui keterlibatan mahasiswa aktif dalam proses pembelajaran dan perilaku belajarnya. Selanjutnya, model praktikum *project-based learning* pada topik inovasi minyak sereh diusulkan sebagai strategi untuk meningkatkan keterampilan berpikir kreatif mahasiswa. Model ini melibatkan mahasiswa secara langsung dalam pengembangan inovasi minyak sereh, yang diharapkan tidak hanya dapat meningkatkan penguasaan konsep, namun juga menciptakan pembelajaran yang responsif sesuai dengan tuntutan keterampilan abad 21. Kerangka berpikir dapat ditunjukkan pada Gambar 3.1.



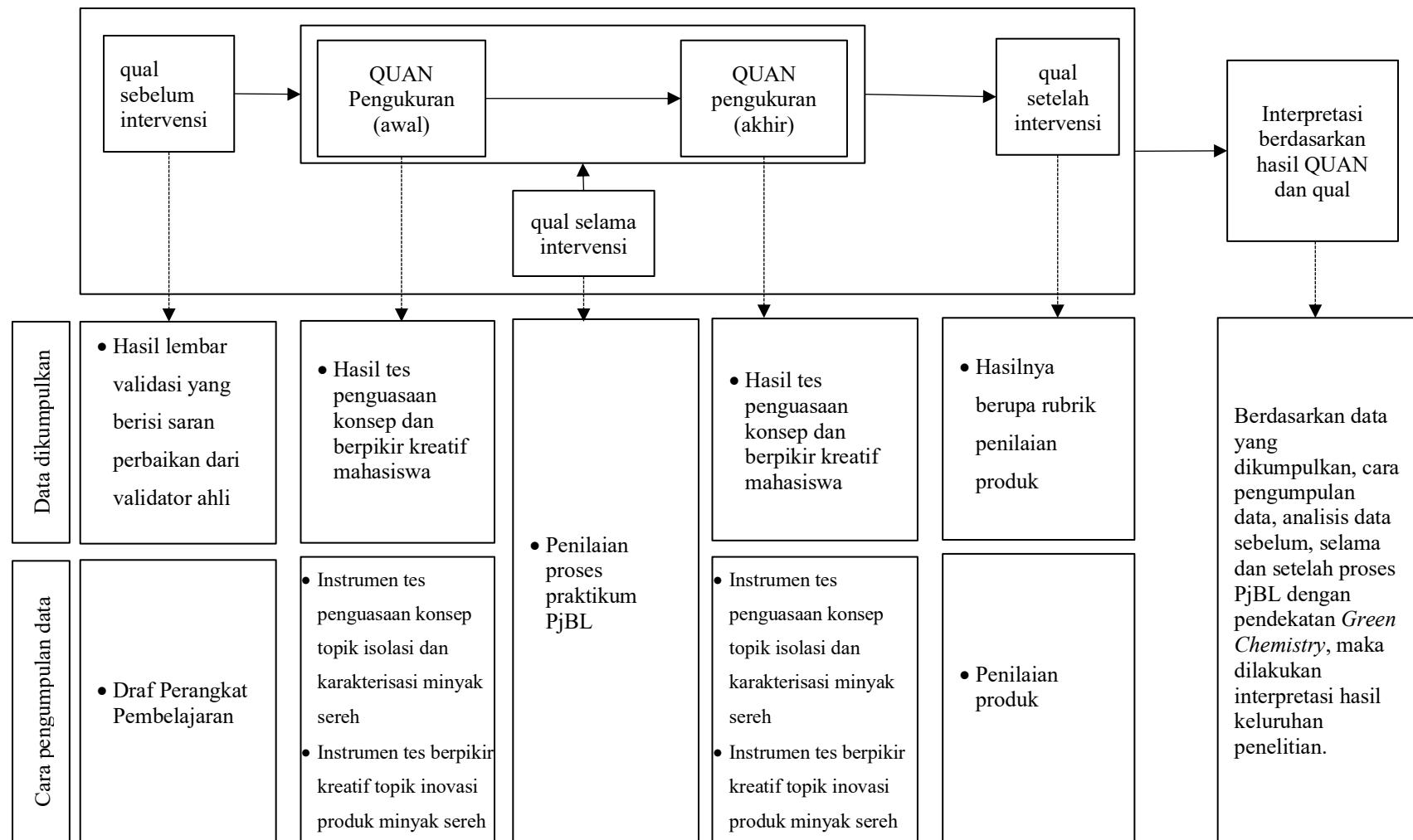
Gambar 3.1 Kerangka Berpikir

B. Desain Penelitian

Pada penelitian ini menggunakan metode *mixed methods* dengan strategi penelitian *embedded experimental model* dan *one-group pretest-posttest design*. Metode *mixed methods* adalah metode penelitian yang memadukan metode kuantitatif dengan metode kualitatif dalam satu penelitian atau dalam menjawab suatu rumusan masalah secara lebih baik dibandingkan dengan penggunaan salah satunya (Creswell & Plano-Clark, 2007). Tesis ini dalam rangka untuk menemukan

jawaban atas pertanyaan penelitian, dengan cara mengikuti sifat *compatibility thesis* yang mencampurkan secara pragmatis metode kuantitatif dan kualitatif (Johnson & Christensen, 2004; Laherto, 2012). Metode *mixed methods Embedded Experimental Design* meliputi pengumpulan data, analisis data, dan mengintegrasikan data kuantitatif dan kualitatif dalam suatu eksperimen. Desain ini melibatkan pengumpulan data kualitatif ke dalam eksperimen atau intervensi sehingga pengalaman pribadi subjek dapat dimasukkan dalam penelitian. Dengan demikian data kualitatif menjadi sumber data sekunder dalam pengumpulan data eksperimen sebelum dan sesudah tes (Creswell & Creswell, 2018). Data kualitatif dalam eksperimen dapat dilakukan berbagai cara: sebelum eksperimen, selama eksperimen, atau setelah eksperimen (Sandelowski, 1996; Creswell & Creswell, 2018).

Strategi penelitian yang diterapkan menggunakan *embedded experimental model* dan *One Group Pretest-Posttest Design*, yang mana data kuantitatif nya berdasarkan pengamatan dan pengukuran yang dilakukan sebelum dan sesudah perlakuan pada satu kelompok yang terpilih (Ary, 2010). Sedangkan, data kualitatif berupa eksploratori proses yang terjadi pada pelaksanaan *project-based learning* terhadap peningkatan keterampilan berpikir kreatif mahasiswa. Desain penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2. Mixed methods embedded experimental design (Creswell & Plano-Clark, 2007)

Sesuai dengan bagan desain penelitian yang tercantum pada Tabel 3.1 yang bertujuan untuk mengetahui peningkatan keterampilan berpikir kreatif mahasiswa dengan penerapan PjBL dengan pendekatan *Green Chemistry* maka pada awalnya secara kualitatif disusun model pembelajarannya, lalu diberikan *pretest* sebelum pelaksanaan perlakuan, pengamatan kualitatif selama perlakuan, dan *posttest* setelah diberikan perlakuan. Selanjutnya dikumpulkan data kualitatif setelah intervensi dan akhirnya diinterpretasikan data kualitatif dan kuantitatif.

C. Subjek dan Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan pada salah satu perguruan tinggi di Bandung dengan subjek penelitian adalah mahasiswa semester 5 program studi pendidikan kimia. Subjeknya adalah mahasiswa yang sedang menempuh mata kuliah praktikum kimia organik 2. Pemilihan subjek penelitian menggunakan teknik *Purposive Sampling* yang mana pemilihan subjek berdasarkan kelompok individu yang sedang menempuh mata kuliah praktikum kimia organik 2 di semester 5 yang memiliki bobot sebanyak 2 SKS (2 x 100 menit). Implementasi penelitian dilakukan kepada sejumlah 37 mahasiswa semester 5 program studi kimia.

D. Instrumen Penelitian

Instrumen yang digunakan disesuaikan dengan pertanyaan-pertanyaan penelitian.

Tabel 3.1
Instrumen pengumpulan data

No	Rumusan Masalah	Instrumen	Sumber Data	Data yang diperoleh	Analisis Data
1.	Bagaimana model praktikum PjBL dengan pendekatan <i>Green Chemistry</i> dapat meningkatkan penguasaan konsep kimia organik mahasiswa pada topik isolasi, karakterisasi, dan inovasi produk minyak sereh	Instrumen tes penguasaan konsep pada topik isolasi, karakterisasi, dan inovasi produk minyak sereh	Mahasiswa	<ul style="list-style-type: none"> • Hasil tes penguasaan konsep mahasiswa • Kelayakan soal 	Analisis Data Kuantitatif

Tabel 3.2
Instrumen pengumpulan data (lanjutan)

No	Rumusan Masalah	Instrumen	Sumber Data	Data yang diperoleh	Analisis Data
2.	Konsep kimia organik apa yang menunjukkan penguasaan konsep tertinggi dan terendah oleh mahasiswa pada model praktikum PjBL dengan pendekatan <i>Green Chemistry</i> ?	Instrumen tes penguasaan konsep pada topik isolasi dan karakterisasi minyak sereh	Mahasiswa	<ul style="list-style-type: none"> • Hasil tes penguasaan konsep mahasiswa • Kelayakan soal 	Analisis Data Kuantitatif
3.	Bagaimana model PjBL dengan pendekatan <i>Green Chemistry</i> dapat meningkatkan keterampilan berpikir kreatif mahasiswa pada topik inovasi produk dari minyak sereh?	<ul style="list-style-type: none"> • Instrumen tes berupa soal esai dengan indikator berpikir kreatif pada topik inovasi produk dari minyak sereh 	Mahasiswa	<ul style="list-style-type: none"> • Hasil tes berpikir kreatif mahasiswa • Kelayakan soal 	Analisis Data Kuantitatif
	Hasilnya berupa rubrik penilaian produk				
4.	Indikator keterampilan berpikir kreatif mana yang menunjukkan capaian indikator tertinggi dan terendah pada model praktikum PjBL dengan pendekatan <i>Green Chemistry</i> ?	<ul style="list-style-type: none"> • Lembar validasi soal berpikir kreatif • Penilaian produk termuat dalam LKM 			Analisis Data Kualitatif

Tabel 3.3
Instrumen pengumpulan data (lanjutan)

No	Rumusan Masalah	Instrumen	Sumber Data	Data yang diperoleh	Analisis Data
5.	Bagaimana keunggulan dan keterbatasan pembelajaran praktikum <i>project-based learning</i> minyak sereh dengan pendekatan <i>Green Chemistry</i> dalam meningkatkan keterampilan berpikir kreatif mahasiswa?	Draf Perangkat Pembelajaran	Validator	Hasil lembar validasi yang berisi saran perbaikan dari validator ahli.	Analisis Data Kualitatif
		Lembar Observasi	Observer	Observasi Mahasiswa Selama Implementasi	Analisis Data Kualitatif

1. Rencana Pelaksanaan Model *Project-based learning* dengan Pendekatan *Green Chemistry*

Kerangka pembelajaran model *project-based learning* yang diadaptasi Zhang *et al.*, (2023). Adapun sintaks yang dikembangkan mengacu pada tahapan: 1) menemukan masalah nyata dan menjadi proyek yang berkelanjutan; 2) kajian literatur sesuai latar belakang masalah; 3) pembagian tugas dalam kelompok 4) merancang, melaksanakan, dan memecahkan masalah berdasarkan prosedur eksperimen; 5) mengumpulkan dan menganalisis data eksperimen; 6) membangun penjelasan/argumen berdasarkan data; 7) mengusulkan solusi dalam memecahkan masalah; 8) mengkomunikasikan temuan kepada teman sejawat melalui laporan (Zhang *et al.*, 2023).

Implementasi pembelajaran berbasis *project-based learning* yang termuat dalam LKM (Lembar Kerja Mahasiswa) dengan menggunakan pendekatan *Green Chemistry* dilakukan dalam rentang waktu 5 minggu. Rentang waktu tersebut digunakan dengan mengikuti sintaks PjBL untuk mengukur keterampilan berpikir kreatif mahasiswa. Rencana pelaksanaan model *project-based learning* dengan pendekatan *Green Chemistry* dilakukan validasi yang melibatkan 3 dosen ahli pembelajaran kimia. Adapun aspek yang divalidasi mencakup kesesuaian rencana

pelaksanaan PjBL dengan pendekatan *Green Chemistry*, substansi pembagian waktu pada setiap tahapan pembelajaran, substansi keterampilan berpikir kreatif, dan substansi keterbacaan. Pada pemberian skor validasi, skor 1 jika pernyataan sesuai dengan kriteria, dan skor 0 jika pernyataan tidak sesuai dengan kriteria.

Langkah selanjutnya setelah dilakukan perbaikan hasil dari validasi ahli yaitu implementasi program perkuliahan yang dikembangkan kepada mahasiswa yang sedang mengambil mata kuliah praktikum kimia organik 2 (praktikum sintesis dan isolasi senyawa organik) di salah satu perguruan tinggi di Jawa Barat. Adapun rencana program perkuliahan yang dikembangkan terdapat pada lampiran 1.

2. Lembar Kerja Mahasiswa (LKM)

Lembar kerja mahasiswa (LKM) berkesinambungan dengan rencana pelaksanaan model PjBL. LKM digunakan sebagai panduan mahasiswa selama proses pembelajaran agar sesuai dengan rencana dan tujuan pembelajaran yang akan dicapai. LKM ini juga membantu mahasiswa dalam mengorganisir dan melaksanakan aktivitas pembelajaran secara efektif. Tahapan kegiatan dalam LKM mengacu pada model PJBL yang bertujuan untuk meningkatkan keterampilan berpikir kreatif mahasiswa. LKM yang dikembangkan divalidasi oleh 3 dosen ahli pembelajaran kimia. LKM program perkuliahan yang telah dikembangkan dapat ditemukan di lampiran 2.

3. Lembar Observasi Aktivitas Mahasiswa Selama Implementasi Praktikum PjBL

Permasalahan yang dihadapi saat ini dalam membangun penguasaan konsep fundamental sekaligus berpikir kreatif mahasiswa adalah kemampuan mahasiswa yang sangat heterogen. Dengan demikian diperlukan pembelajaran yang memfasilitasi mahasiswa dalam penguasaan konsep dan berpikir kreatif. Sejalan dengan hal tersebut, dalam penelitian ini mengimplementasikan PjBL dengan pendekatan *Green Chemistry*. Namun, untuk mengetahui keunggulan dan keterbatasan model praktikum PjBL selama pengimplementasian nya dalam proses membuat produk inovatif dari hasil isolasi dan karakterisasi minyak sereh diperlukan observasi aktivitas mahasiswa selama implementasi. Lembar observasi ini digunakan untuk memantau pada saat kegiatan mahasiswa dalam menyelesaikan semua aktivitas selama implementasi praktikum PjBL.

4. Penilaian Produk Kreatif

Keterampilan berpikir kreatif dalam pengajaran di kimia organik lebih berfokus pada menghasilkan produk yang kreatif dari senyawa kimia organik (Sukmawati, 2020). Penilaian produk kreatif yang dihasilkan oleh mahasiswa, dilakukan untuk menilai keaslian ide dari produk yang dibuat oleh mahasiswa. Produk kreatif menurut (Besemer & Treffinger, 1981) digolongkan menjadi 3 kategori, yaitu keaslian ide, pemecahan masalah, kerincian dan sintesis. Tabel 3.2 menunjukkan rubrik dari penilaian produk kreatif.

Tabel 3.4
Rubrik penilaian produk kreatif

No	Nama Produk	Aspek Penilaian Produk	Kriteria Produk	Kesesuaian dengan kriteria produk		Total Skor	Keterangan
				Ada	Tidak Ada		
1.	Spray Repellent Nyamuk	Keaslian ide	Penggunaan bahan alami minyak sereh dapur/ sereh wangi				
			Inovasi dalam teknologi penghantaran seperti mikroenkapsulasi untuk memperpanjang efektivitas repellent				
			Mengintegrasikan fungsi repellent dengan manfaatkan aromaterapi				
		Pemecahan masalah	Pengujian laboratorium/ujji lapangan untuk memastikan efektivitas Repellent				
			Produk harus aman untuk digunakan pada kulit manusia tanpa menyebabkan iritasi atau alergi				
			Mudah digunakan seperti bentuk semprot/spray				
			Produk harus ramah lingkungan, dengan bahan yang mudah terurai dan kemasan yang dapat didaur ulang				
		Kerincian dan sintesis	Komposisi produk repellent nyamuk (spray): <ul style="list-style-type: none"> • Minyak sereh (15%) sebagai bahan aktif • Propylene glycol (C₃H₈O₂)(20%) sebagai pelarut dan humektan untuk menjaga kelembaban • Ethanol 96% (C₂H₆O) (15%) sebagai 				

Tabel 3.2
Rubrik penilaian produk kreatif (lanjutan)

No	Nama Produk	Aspek Penilaian Produk	Kriteria Produk	Kesesuaian dengan kriteria produk		Total Skor	Keterangan
				Ada	Tidak Ada		
			<p>pelarut utama</p> <ul style="list-style-type: none"> • Glycerol ($C_8H_8O_3$) (Opsional, berfungsi untuk pelembab) • Emulsifier (seperti Polyoxyethylene (20) sorbitan monolaurate ($C_{56}H_{114}O_{26}$)) • Air (23%) • Pengawet alami (opsional) 				
			<p>Pengujian fisik produk repellent nyamuk (spray):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Uji Homogenitas • Uji pH (pH SNI 4,5-7) • Uji Viskositas Formulasi Spray Antinyamuk • Uji Daya Tolak Nyamuk 				
			Pengemasan Produk				
2.	Lilin Aromatherapy	Keaslian ide	Penggunaan bahan alami pembuatan lilin				
			Menawarkan aroma unik dan khas yang tidak mudah ditemukan di pasaran				
			Memiliki desain kemasan yang menarik dan estetis, mencerminkan brand identity yang kuat				

Tabel 3.2
Rubrik penilaian produk kreatif (lanjutan)

No	Nama Produk	Aspek Penilaian Produk	Kriteria Produk	Kesesuaian dengan kriteria produk		Total Skor	Keterangan
				Ada	Tidak Ada		
		Pemecahan masalah	Sumbu lilin yang bebas dari logam berat seperti timah dan bahan tambahan yang tidak menghasilkan asap beracun				
			Formulasi lilin yang dirancang untuk memberikan durasi pembakaran yang lebih lama dan stabil				
			Kemasan dan wadah lilin yang dapat didaur ulang atau digunakan kembali setelah lilin habis				
			Menggunakan konsentrasi minyak esensial yang tepat untuk memastikan aroma menyebar dengan baik dan memberikan manfaat aromaterapi yang diinginkan				
		Kerincian dan sintesis	Komposisi Produk lilin aromaterapi: • Minyak sereh (bahan aktif) (15%) • Beeswax (Komponen utama adalah triacontanyl palmitate ($C_{30}H_{62}O_2$) dan cerotic acid ($C_{26}H_{52}O_2$)) (basis lilin) (20%) • Stearic acid ($C_{18}H_{36}O_2$) (35%) (mengeraskan lilin dan meningkatkan titik leleh) • Paraffin Wax (basis lilin) • Pewarna & sumbu Lilin				
			Pengujian				

Tabel 3.2
Rubrik penilaian produk kreatif (lanjutan)

No	Nama Produk	Aspek Penilaian Produk	Kriteria Produk	Kesesuaian dengan kriteria produk		Total Skor	Keterangan																					
				Ada	Tidak Ada																							
			<ul style="list-style-type: none"> • Uji Organoleptik meliputi warna, bau, bentuk, dan tekstur lilin aromaterapi (standar mutu lilin SNI 0386 –1989 – A / SII 0348 – 1980 keadaan fisik lilin yang baik adalah warna sama dan merata, tidak retak atau patah dan letak sumbu berada ditengah) • Uji waktu bakar • Uji Ketahanan Aroma • Uji Efek Terapi Lilin <table border="1" style="margin-left: 10px;"> <tr> <td>Efek Terapi</td> <td>Formulasi</td> <td>Jumlah orang</td> </tr> <tr> <td>Pusing</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Rileks</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Mengantuk</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Tenang</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Segar</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Tidak berefek</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	Efek Terapi	Formulasi	Jumlah orang	Pusing			Rileks			Mengantuk			Tenang			Segar			Tidak berefek						
Efek Terapi	Formulasi	Jumlah orang																										
Pusing																												
Rileks																												
Mengantuk																												
Tenang																												
Segar																												
Tidak berefek																												
			Pengemasan produk lilin aromaterapi																									

Tabel 3.2
Rubrik penilaian produk kreatif (lanjutan)

No	Nama Produk	Aspek Penilaian Produk	Kriteria Produk	Kesesuaian dengan kriteria produk		Total Skor	Keterangan
				Ada	Tidak Ada		
3.	<i>Cymbo Gel Freshener</i> Penolak Kecoa	Keaslian ide	Mengkombinasikan minyak sereh dengan bahan alami lainnya sehingga beda dari produk serupa di pasaran				
		Pemecahan masalah	Menggunakan bahan-bahan yang ramah lingkungan dan dapat terurai secara alami, serta kemasan yang dapat didaur ulang atau terbuat dari bahan daur ulang.				
			Produk harus efektif mengusir kecoa				
			Produk harus aman digunakan, tanpa bahan kimia berbahaya yang dapat membahayakan kesehatan manusia				
		Kerincian dan sintesis	Komposisi produk <i>Cymbo Gel Freshener</i> Penolak Kecoa <ul style="list-style-type: none"> • Aquades 150 mL sebagai pelarut. • Sodium Benzoate ($C_7H_5NaO_2$) 12,5 gr sebagai pengawet untuk mencegah pertumbuhan bakteri atau jamur pada gel. • Pewarna makanan 10 tetes berfungsi memberikan warna pada gel untuk meningkatkan daya tarik visual produk. • Acacia gum 15 gr sebagai zat pengental dan penstabil yang membantu mempertahankan 				

Tabel 3.2
Rubrik penilaian produk kreatif (lanjutan)

No	Nama Produk	Aspek Penilaian Produk	Kriteria Produk	Kesesuaian dengan kriteria produk		Total Skor	Keterangan
				Ada	Tidak Ada		
			<p>struktur gel, mencegah pemisahan komponen, dan meningkatkan kekentalan.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Carrageenan 12 gr sebagai bahan pengental dan gelling agent, yang memberi tekstur gel yang stabil dan memungkinkan pelepasan aroma minyak sereh secara bertahap. • Ethylene Glycol ($C_2H_6O_2$) 3 mL sebagai humektan untuk mempertahankan kelembapan dalam gel dan mencegah pengeringan yang terlalu cepat, menjaga tekstur gel tetap lembut dan lentur. • Tween 80 (Polyoxyethylene (20) sorbitan monooleate ($C_{64}H_{124}O_{26}$)) 0,6 mL sebagai surfaktan dan emulsifier untuk memastikan minyak sereh tercampur merata dalam larutan berair dan tidak mengapung di permukaan. • Minyak sereh 1 mL sebagai bahan aktif penolak kecoa. 				
			<p>Pengujian</p> <ul style="list-style-type: none"> • Organoleptik (Mengetahui penampilan fisik sediaan <i>Cymbo Gel Freshener</i> Penolak Kecoa dan Daya tahan aroma minyak sereh) • Uji pH • Uji efektivitas produk <i>Cymbo Gel Freshener</i> minyak atsiri 				

Tabel 3.2
Rubrik penilaian produk kreatif (lanjutan)

No	Nama Produk	Aspek Penilaian Produk	Kriteria Produk	Kesesuaian dengan kriteria produk		Total Skor	Keterangan
				Ada	Tidak Ada		
			sereh terhadap kecoa				
			Pengemasan produk <i>Cymbo Gel Freshener</i> Penolak Kecoa				
4.	Produk Pembersih Lantai Berbahan Dasar Minyak Sereh	Keaslian ide	Menggunakan minyak sereh sebagai bahan utama alami dan ramah lingkungan dan memperkenalkan alternatif produk pembersih yang berbeda dari produk yang biasa ditemukan di pasaran.				
		Pemecahan masalah	Mengatasi masalah kotoran dan bau tidak sedap di lantai dengan bahan aktif alami dari minyak sereh.				
			Mengurangi dampak buruk produk pembersih berbasis kimia terhadap kesehatan dan lingkungan.				
			Produk efektif sebagai pembersih lantai				
		Kerincian dan sintesis	Komposisi produk Pembersih Lantai Berbahan Dasar Minyak Sereh: Alat yang Diperlukan: <ul style="list-style-type: none"> • Beaker gelas • Stirrer (pengaduk) • Pipet tetes 				

Tabel 3.2
Rubrik penilaian produk kreatif (lanjutan)

No	Nama Produk	Aspek Penilaian Produk	Kriteria Produk	Kesesuaian dengan kriteria produk		Total Skor	Keterangan
				Ada	Tidak Ada		
			<ul style="list-style-type: none"> • Timbangan digital • Termometer • Corong • Botol penyimpanan <p>Bahan yang Dibutuhkan:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Minyak sereh (lemongrass essential oil) 0,2% dari total volume. 2. Sodium Lauryl Ether Sulphate (SLES) 4,5% sebagai bahan pembersih utama. 3. Ethylendiamin Tetraacetic Acid (EDTA-2Na) untuk meningkatkan stabilitas produk. 4. Coco Amido Propyl Betaine (CAPB) 0,7% sebagai agen pembentuk busa. 5. Hydroxyethylcellulose (HEC) 1% sebagai pengental. 6. Sodium Benzoate Sebagai pengawet. 7. Butylated Hydroxyanisole (BHA) 0,3% sebagai antioksidan. 8. Garam (NaCl) 0,1% sebagai elektrolit untuk meningkatkan kekentalan. 9. Aquades sebagai pelarut. 				

Tabel 3.2
Rubrik Penilaian Produk Kreatif (lanjutan)

No	Nama Produk	Aspek Penilaian Produk	Kriteria Produk	Kesesuaian dengan kriteria produk		Total Skor	Keterangan
				Ada	Tidak Ada		
			Dilakukan pengujian produk seperti: <ul style="list-style-type: none"> • Uji efektivitas pembersihan • Uji kemampuan berbusa • Uji durabilitas busa (berapa lama busa dapat bertahan) 				
			<ul style="list-style-type: none"> • Uji sifat antimikroba • Uji stabilitas produk • Uji Keamanan Penggunaan 				
			Pengemasan produk				

5. Instrumen Penguasaan Konsep dan Keterampilan Berpikir Kreatif

Penelitian ini berfokus pada pengukuran keterampilan berpikir kreatif mahasiswa yang diberikan soal tes sebelum dan sesudah penerapan *project-based learning*. Instrumen keterampilan berpikir kreatif dengan mengacu pada aspek tahap berpikir kreatif yaitu kelancaran, keaslian, fleksibilitas, dan elaborasi (Torrance, 1966; Wu & Wu, 2020; Chen *et al.*, 2022). Setiap butir tes yang dibuat mencakup kemampuan untuk mengukur pemahaman konsep, indikator keterampilan berpikir kreatif, dan capaian pembelajaran mata kuliah (CPMK) yang diharapkan. Instrumen tes untuk penguasaan konsep terdiri dari 10 soal tes esai yang mencakup 3 konsep utama yaitu konsep isolasi dan prinsip dasar isolasi minyak sereh, karakterisasi minyak sereh, dan produk inovatif minyak sereh. Konsep 1 terkait isolasi dan prinsip dasar isolasi minyak sereh terdapat pada nomor 1, 2, 3, 4, dan 6, sedangkan pada konsep 2 terkait karakterisasi minyak sereh terdapat pada nomor 7, 8, dan 9. Kemudian pada konsep 3 terkait produk inovatif minyak sereh terdapat pada soal nomor 5 dan 10.

Adapun instrumen tes yang digunakan untuk keterampilan berpikir kreatif mahasiswa berupa soal tes tertulis yang terdiri dari 10 butir soal esai yang merujuk pada 4 aspek indikator keterampilan berpikir kreatif menurut (Torrance, 1966), sedangkan untuk menilai produk inovatif mahasiswa diukur menggunakan indikator (Besemer & Treffinger, 1981). Berikut kisi-kisi soal berpikir kreatif tercantum pada Tabel 3.3.

Tabel 3.5
Kisi-kisi soal instrumen tes keterampilan berpikir kreatif

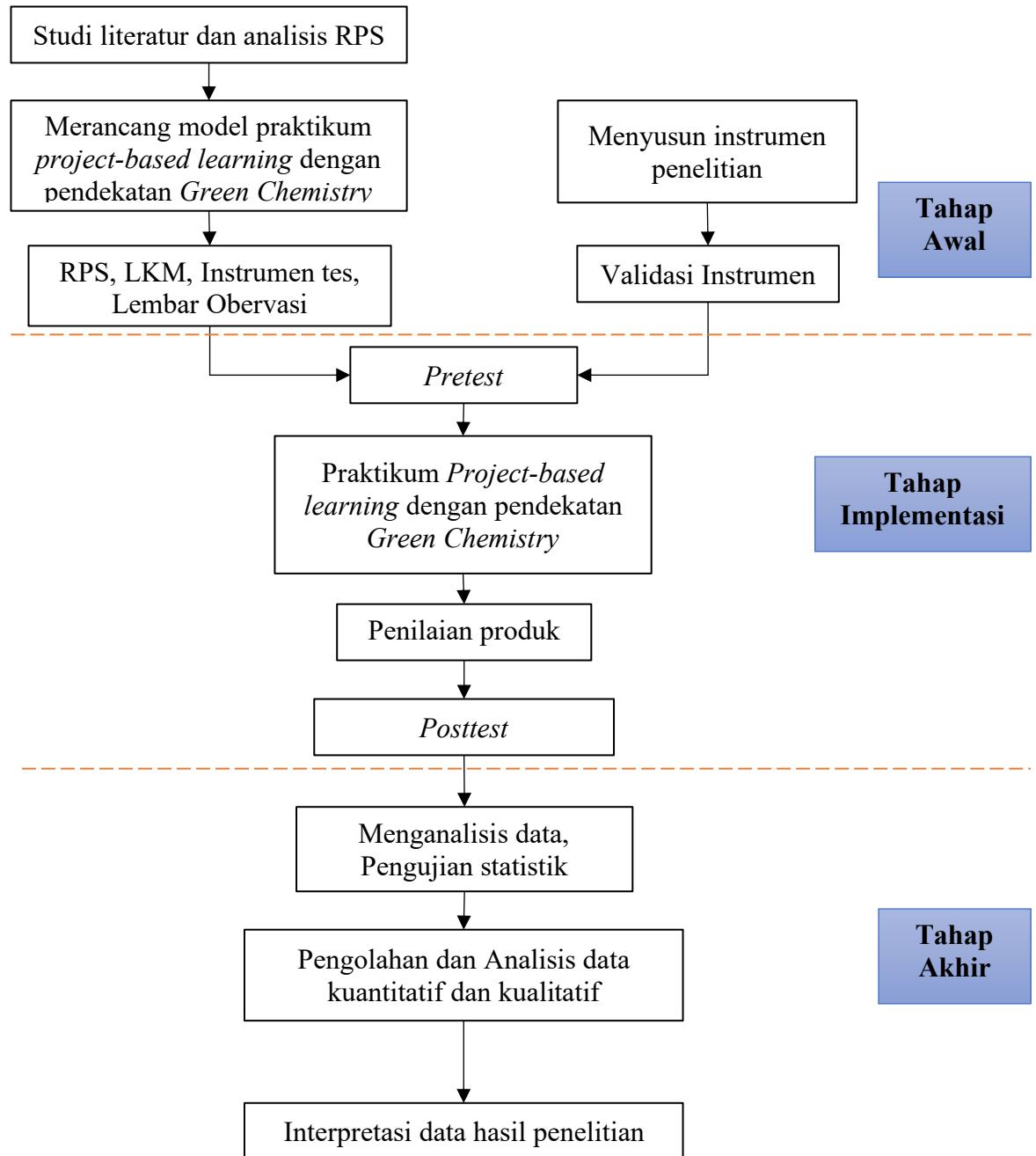
No	Indikator Keterampilan Berpikir Kreatif (Torrance, 1966)	Indikator Pembelajaran	Soal
1.	Fluency (Kelancaran)	Mengajukan banyak penafsiran atau pemahaman terhadap suatu fenomena yang berkaitan tentang sintesis dan isolasi minyak atsiri dari sereh bermuatan <i>Green Chemistry</i>	1
2.	Flexibility (Keluwesan)	Melihat masalah dari berbagai sudut pandang untuk menerapkan teknik isolasi yang cocok untuk minyak atsiri sereh	2
		memberikan cara penyelesaian dari permasalahan dengan cara yang beragam	5

Tabel 3.6
Kisi-kisi soal instrumen tes keterampilan berpikir kreatif (lanjutan)

No	Indikator Keterampilan Berpikir Kreatif (Torrance, 1966)	Indikator Pembelajaran	Soal
		dalam mengidentifikasi inovasi produk minyak sereh yang berkelanjutan	
		Menggunakan teknik <i>Green Chemistry</i> dalam setiap tahapan produksi minyak atsiri sereh	6
		Menghasilkan teknik karakterisasi minyak sereh untuk mengetahui komposisi senyawa nya	7
3.	Originality (Keaslian)	menciptakan ide-ide orisinil produk inovatif berbahan dasar minyak sereh	10
4.	Elaboration (Kerincian)	Melakukan analisis faktor-faktor rendemen minyak sereh secara rinci	3
		Merinci langkah-langkah penting dalam sintesis dan teknik pemurnian minyak sereh	4
		Melakukan analisis hasil GC-MS minyak atsiri sereh wangi dan sereh dapur secara rinci	8
		Mahasiswa secara rinci dapat menjelaskan jenis-jenis senyawa yang dapat identifikasi menggunakan GC-MS dan keterbatasan penggunaan Teknik GC-MS	9
Jumlah soal			10

E. Prosedur Penelitian

Penelitian ini dilakukan melalui 3 tahapan, yaitu tahap awal, tahap implementasi, dan tahap akhir. Berikut uraian tahapannya pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3 Prosedur penelitian project-based learning dengan pendekatan Green Chemistry

F. Teknik Analisis Data

1. Analisis Hasil Validasi Ahli

Validasi ahli dilakukan dengan melibatkan beberapa ahli di bidang terkait yang memiliki keahlian dan pengalaman yang relevan terutama dalam pembelajaran kimia. Hasil validasi ahli dianalisis secara deskriptif untuk

Nanda Ayu Lestari, 2025

INOVASI PRAKTIKUM PROJECT-BASED LEARNING MINYAK SEREH UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN BERPIKIR KREATIF MAHASISWA

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

mendapatkan pemahaman yang komprehensif tentang kevalidan instrumen. Dilakukan evaluasi pada setiap aspek instrumen yang dinilai oleh ahli, termasuk saran dan rekomendasi yang diberikan. Data yang dihasilkan dari validasi ahli ini dianalisis dengan mempertimbangkan kesesuaian antara instrumen yang dikembangkan dengan tujuan penelitian, kejelasan pertanyaan, kelengkapan aspek yang diukur, serta kemungkinan adanya bias atau kesalahan dalam pengukuran. Hasil analisis validasi disesuaikan dengan kategori yang telah ditetapkan menggunakan konversi skala tingkat pencapaian mengacu standar pencapaian (skor). Rekomendasi dan saran yang diberikan oleh ahli menjadi acuan untuk melakukan revisi yang diperlukan guna meningkatkan validitas dan kualitas instrumen dalam mencapai tujuan penelitian.

2. Analisis Butir Soal *Pretest-Posttest*

Analisis data dalam penelitian menggunakan *Mixed method* sangat berkaitan dengan strategi yang dipilih. Strategi yang dipilih pada penelitian ini adalah strategi *mixed methods embedded experimental model* dan *one-group pretest-posttest design*. Analisis ini bisa dilakukan berdasarkan pendekatan data kuantitatif (analisis angkat-angka secara deskriptif dan inferensial) dan data kualitatif (deskripsi dan analisis teks/gambar secara tematik) atau antara dua pendekatan tersebut (Creswell, 2013). Perolehan data dan hasil kualitatif digunakan untuk membantu mendeskripsikan data kuantitatif. Data kuantitatif yang didapatkan berdasarkan *experiment one-group pretest-posttest design* adalah pengujian dan analisis statistika terhadap keterampilan berpikir kreatif.

Analisis keterampilan berpikir kreatif diawali dengan penskoran pada setiap pertanyaan menggunakan rubrik skala 1-4, yang mana skor diberikan pada jawaban mahasiswa yang mengacu pada indikator berpikir kreatif dengan materi kimia organik bahan alam (minyak sereh). Hasil skor yang didapatkan yang diperoleh mahasiswa kemudian dirata-ratakan dan diperbandingkan antara perolehan hasil skor pretest dan posttest. Hal ini bertujuan untuk mengetahui terjadi peningkatan atau tidaknya berpikir kreatif mahasiswa dengan melakukan uji statistika.

3. Hasil Validasi

Hasil validasi perangkat pembelajaran untuk perkuliahan inovasi praktikum kimia organik dengan topik isolasi senyawa organik dari minyak sereh berfungsi

untuk mengetahui kelayakan dan dapat diproses lebih lanjut untuk implementasi. Validasi melibatkan tiga orang ahli dalam pembelajaran praktikum kimia organik dengan model *project-based learning*.

- a. Hasil validasi rencana pelaksanaan program perkuliahan dan Lembar Kerja Mahasiswa (LKM)

Validasi dilakukan dari beberapa aspek terhadap rencana pelaksanaan program perkuliahan dan Lembar Kerja Mahasiswa (LKM) yang telah dikembangkan. Aspek kriteria penilaian mencakup kesesuaian sintaks model pembelajaran praktikum *project-based learning*, alokasi pembagian waktu, materi memiliki relevansi dengan struktur dan muatan kurikulum yang berlaku, terdapat upaya dalam melatih keterampilan berpikir kreatif mahasiswa, dan memotivasi mahasiswa. Hasil penilaian dari ketiga validator dirangkum dalam Tabel 3.4 untuk memberikan gambaran lengkap mengenai efektivitas implementasi pembelajaran yang telah dikembangkan.

Tabel 3. 7

Hasil validasi pada rencana pelaksanaan program perkuliahan dan Lembar Kerja Mahasiswa (LKM)

No	Aspek	Validator 1	Validator 2	Validator 3	Keterangan
1.	Perkuliahan praktikum <i>Project-Based Learning</i> minyak sereh berorientasi keterampilan berpikir kreatif mahasiswa sangat menarik	Sesuai	Sesuai	Sesuai	Diterima
2.	Langkah-langkah dalam kegiatan perkuliahan berorientasi Menemukan masalah nyata minyak sereh (sereh wangi dan sereh dapur) dan menjadi proyek yang berkelanjutan,	Sesuai	Sesuai	Sesuai	Diterima

Tabel 3.8

Hasil validasi pada rencana pelaksanaan program perkuliahan dan lembar kerja mahasiswa (LKM) (lanjutan)

No	Aspek	Validator 1	Validator 2	Validator 3	Keterangan
	sesuai latar belakang masalah, Pembagian tugas dalam kelompok, Merancang, melaksanakan, dan memecahkan masalah berdasarkan prosedur eksperimen, Mengumpulkan dan menganalisis data eksperimen, Membangun penjelasan/argumen berdasarkan data , Mengusulkan solusi dalam memecahkan masalah, dan Mengkomunikasikan temuan kepada teman sejawat melalui laporan proyek sudah sangat jelas dan terperinci.				
3.	Alokasi pembagian waktu dalam aktivitas pembelajaran praktikum berbasis proyek cukup untuk setiap pertemuan	Sesuai	Kurang sesuai	Kurang sesuai	Direvisi
4.	Muatan rekomendasi hasil integrasi capaian pembelajaran dan topik pembelajaran praktikum isolasi dan sintesis senyawa organik yang disajikan melalui inovasi praktikum <i>Project-Based Learning</i> minyak sereh memiliki	Sesuai	Sesuai	Sesuai	Diterima

Tabel 3. 9
Hasil validasi pada rencana pelaksanaan program perkuliahan dan Lembar Kerja Mahasiswa (LKM) (lanjutan)

No	Aspek	Validator 1	Validator 2	Validator 3	Keterangan
	relevansi dengan struktur dan muatan kurikulum yang berlaku.				
5.	Terdapat kegiatan untuk melatih berpikir kreatif mahasiswa menggunakan inovasi praktikum berbasis proyek minyak sereh yang menghasilkan produk inovatif	Sesuai	Sesuai	Sesuai	Diterima
6.	Desain pembelajaran praktikum berbasis proyek ini dapat digunakan sebagai salah satu alternatif bahan ajar perkuliahan praktikum isolasi dan sintesis senyawa organik	Sesuai	Sesuai	Sesuai	Diterima
7.	Perkuliahan ini dapat memotivasi mahasiswa dan dosen akan tren produk alami dari senyawa bahan alam yang berkelanjutan	Sesuai	Sesuai	Sesuai	Diterima

b. Hasil validasi tes keterampilan berpikir kreatif

Instrumen tes keterampilan berpikir kreatif yang telah dikembangkan sebelumnya kemudian divalidasi oleh para ahli untuk memastikan keakuratannya. Aspek-aspek yang divalidasi mencakup kesamaan dengan aspek keterampilan berpikir kreatif, yaitu menggunakan bahasa yang baik dan benar, keterbacaan soal, kesesuaian dengan konsep, kebenaran jawaban, kesesuaian dengan indikator berpikir kreatif, dan kesesuaian dengan kisi-kisi soal. Hasil validasi oleh para ahli

tersebut disajikan dalam Tabel 3.5 untuk memberikan gambaran mengenai kualitas dan kecakapan instrumen dalam mengevaluasi keterampilan berpikir kreatif.

Pada tabel 3.5 menunjukkan hasil validasi tes keterampilan berpikir kreatif dimulai dari aspek penggunaan bahasa yang baik dan benar, kesesuaian dengan konsep, kebenaran jawaban, kesesuaian dengan kisi-kisi soal telah sesuai dari tiga validator ahli.

Tabel 3.10
Hasil validasi perangkat tes keterampilan berpikir kreatif

No.	Aspek	Validator 1	Validator 2	Validator 3	Keterangan
1	Menggunakan bahasa yang baik dan benar	Sesuai	Sesuai	Sesuai	Diterima
2	Keterbacaan soal	Soal no. 1	Soal no. 1, 2, 4, 5	Soal no. 1, 2, 4, 5, 6	Direvisi
3	Kesesuaian dengan konsep	Sesuai	Sesuai	Sesuai	Diterima
4	Kebenaran jawaban	Sesuai	Sesuai	Sesuai	Diterima
5	Kesesuaian dengan indikator berpikir kreatif	Sesuai	Soal no. 2	Soal no. 2, 3, 4	Direvisi
6	Kesesuaian dengan kisi-kisi soal	Sesuai	Sesuai	Sesuai	Diterima

Pada aspek keterbacaan soal terdapat beberapa soal yang perlu direvisi seperti pada nomor 1, 2, 4, 5, dan 6, di mana adanya perbaikan pada teks soal untuk langsung ke poin inti dan tidak perlu diberi wacana terlebih dahulu. Hal ini bertujuan untuk tidak membingungkan mahasiswa dalam menjawab soal dan agar lebih efisien serta efektif. Kemudian pada aspek kesesuaian indikator berpikir kreatif perlu disesuaikan pada soal No. 2, 3, dan 4, di mana terdapat kekeliruan dalam penulisan indikator keterampilan berpikir kreatif. Pada nomor 2 diperbaiki dari indikator *elaboration* menjadi *flexibility*, kemudian pada nomor 3 dan 4 diperbaiki dari indikator *flexibily* menjadi *elaboration*. Perbaikan telah dilakukan dan dikonsultasikan kembali kepada validator ahli.

4. Analisis Data Penelitian Kuantitatif

Data penelitian kuantitatif yang digunakan menggunakan skor penguasaan konsep dan skor keterampilan berpikir kreatif mahasiswa. Data kualitatif yang diperoleh dari hasil penelitian akan dilaksanakan uji sebagai berikut.

a. Perhitungan Gain (selisih skor *posttest* dan *pretest*)

Perhitungan gain dilakukan dengan mencari selisih (pengurangan) skor *posttest* dan skor *pretest*. Perhitungan ini digunakan untuk mengetahui besar peningkatan skor mahasiswa dari kemampuan awal kepada kemampuan akhir setelah mengikuti program perkuliahan.

b. Uji prasyarat

Sebelum melakukan uji perbedaan antar kelompok, terlebih dahulu dilakukan uji prasyarat berupa uji normalitas untuk memastikan bahwa data dalam setiap kelompok berdistribusi secara normal. Uji normalitas ini penting karena hasilnya akan menentukan jenis statistik yang tepat untuk pengujian hipotesis. Jika data memenuhi asumsi distribusi normal, maka statistik parametrik dapat diterapkan, yang memungkinkan penggunaan analisis dengan kekuatan inferensial lebih tinggi. Dalam penelitian ini, uji normalitas dilakukan dengan metode *Shapiro-Wilk*. Hasil pengujian menunjukkan distribusi data normal apabila *p* value lebih besar dari 0,05 pada taraf signifikansi 95%. Hasil uji normalitas ini menjadi pedoman yang esensial dalam memilih metode statistik yang sesuai, sehingga analisis hipotesis dapat dilakukan secara valid dan andal.

c. Uji peningkatan skor tes

Penelitian ini menganalisis adanya peningkatan signifikan pada skor tes antara tes awal (*pretest*) dan tes akhir (*posttest*) dalam keterampilan berpikir kritis dan kreatif. Analisis ini bertujuan untuk mengevaluasi sejauh mana peningkatan skor tersebut terjadi dan untuk memahami efektivitas intervensi dalam mengembangkan keterampilan tersebut.

Selanjutnya untuk menentukan perangkat subyek penelitian dalam kelompoknya digunakan nilai gain yang dinormalisasi, atau yang dikenal sebagai *Normalized gain* (N-gain) (Hake, 1998). N-gain ini dihitung menggunakan rumus pada persamaan 3.1 berikut.

$$< g > = \frac{\text{skor posttest} - \text{skor pretest}}{100 - \text{skor pretest}} \quad (3.1)$$

Perhitungan N-gain berguna untuk menggambarkan pemeringkatan subyek penelitian dalam kelompoknya. Tabel 3.6 menunjukkan pedoman kriteria pada skor N-gain.

Tabel 3.11
Kriteria Skor N-gain (Hake, 1998)

Nilai gain (g)	Kriteria
$g \geq 0.7$	Tinggi
$0.3 \leq g < 0.7$	Sedang
$g < 0.3$	Rendah

d. Uji beda program perkuliahan

Fungsi dari adanya uji daya beda program perkuliahan yaitu untuk mengidentifikasi perbedaan dalam keterampilan berpikir kreatif sebelum dan setelah intervensi dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh program perkuliahan inovasi praktikum *project-based learning* isolasi minyak sereh terhadap peningkatan keterampilan kreatif mahasiswa. Dua jenis uji statistik digunakan untuk menganalisis data sampel dalam penelitian ini. Pertama, uji-t sampel berpasangan (*paired sample t-test*) diterapkan untuk menentukan apakah program perkuliahan inovasi praktikum *project-based learning* isolasi minyak sereh berpengaruh signifikan terhadap penguasaan konsep dan keterampilan berpikir kreatif mahasiswa. Hasil analisis ini diharapkan memberikan pemahaman yang lebih mendalam tentang efektivitas program dalam mendukung perkembangan keterampilan kognitif mahasiswa. Berikut merupakan hipotesis yang diajukan dalam penelitian ini.

(1) Hipotesis penguasaan konsep

H0: Tidak terdapat perbedaan penguasaan konsep mahasiswa antara sebelum dan sesudah perkuliahan pembelajaran inovasi praktikum *project-based learning* isolasi minyak sereh

Ha: Terdapat perbedaan penguasaan konsep mahasiswa antara sebelum dan sesudah perkuliahan pembelajaran inovasi praktikum *project-based learning* isolasi minyak sereh

(2) Hipotesis keterampilan berpikir kreatif

H0: Tidak terdapat perbedaan keterampilan berpikir kreatif mahasiswa antara sebelum dan sesudah perkuliahan pembelajaran inovasi praktikum *project-based learning* isolasi minyak sereh

Ha: Terdapat perbedaan keterampilan berpikir kreatif mahasiswa antara sebelum dan sesudah perkuliahan pembelajaran inovasi praktikum *project-based learning* isolasi minyak sereh

Uji *paired sample t test* inilah yang akan menjawab berdasarkan hipotesis.

Dilakukan uji ini karena *Uji paired sample t test* merupakan satu metode pengujian yang digunakan untuk mengkaji keefektifan perlakuan, ditandai adanya perbedaan rata- rata sebelum dan rata-rata sesudah diberikan perlakuan. Pengambilan keputusan H0 diterima jika $p > 0.05$ dan H0 ditolak jika $p < 0.05$ dengan taraf signifikansi 95%.

5. Analisis Data Penelitian Kualitatif

Data kualitatif diperoleh dari lembar observasi langsung selama pelaksanaan pembelajaran praktikum berbasis proyek yang memuat hasil pengamatan empiris terhadap pelaksanaan praktikum isolasi dan karakterisasi senyawa organik hingga pembuatan produk berbasis *Green Chemistry*. Data ini kemudian dianalisis menggunakan metode *content analysis* pada LKM dan laporan proyek untuk menganalisis aspek penguasaan konsep, keterampilan berpikir kreatif, dan pemahaman prinsip-prinsip *Green Chemistry*.

6. Analisis Data Penelitian Kuantitatif dan Kualitatif

Analisis data yang dilakukan terhadap hasil data kualitatif dan kuantitatif akan diintegrasikan satu sama lain. Identifikasi dilakukan dengan meninjau kesamaan, perbedaan, dan pola yang muncul dari kedua jenis data yang diperoleh. Proses integrasi, peneliti menganalisis hubungan antara temuan dari data kuantitatif dan kualitatif serta mendalami makna dari kedua jenis data tersebut. Hasil analisis kemudian diinterpretasikan secara menyeluruh untuk memperoleh pemahaman yang lebih mendalam mengenai fenomena yang diteliti melalui penggabungan data kuantitatif dan kualitatif, sehingga dapat memberikan gambaran yang lebih komprehensif serta mendukung kesimpulan penelitian.

Untuk menjamin validitas data dalam penelitian ini, digunakan teknik triangulasi berdasarkan teori dasar triangulasi yang dikemukakan oleh Denzin (2017). Triangulasi data merupakan strategi untuk meminimalkan bias dan meningkatkan akurasi temuan dengan mengintegrasikan informasi dari berbagai sumber dan metode. Dalam konteks penelitian ini, triangulasi diterapkan melalui triangulasi metode dan sumber data. .

Pertama, triangulasi metode, yaitu menggunakan pengumpulan data lebih dari satu jenis data, sehingga memungkinkan terjadinya triangulasi data. Pemanfaatan beragam teknik pengumpulan data, seperti observasi implementasi praktikum PjBL, LKM, penilaian produk, dan instrumen tes *pretest-posttest* keterampilan berpikir kreatif mahasiswa, guna memastikan validitas hasil secara menyeluruh. Kedua, triangulasi sumber data, yang dilakukan dengan membandingkan data dari berbagai sumber, termasuk responden dan dokumen (hasil observasi, LKM, penilaian produk, serta hasil tes keterampilan berpikir kreatif), untuk memperoleh pemahaman yang lebih mendalam dan mengurangi bias. Dengan mengadopsi kedua pendekatan tersebut, analisis data menjadi lebih komprehensif dan kredibel, memperkuat keabsahan temuan, serta mendukung penarikan kesimpulan yang lebih kokoh dan dapat diandalkan.