

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Biokimia menempati posisi unik sebagai bidang yang fundamental sekaligus menantang secara pedagogis di antara berbagai disiplin ilmu lainnya. Biokimia, yang mengkaji proses kimiawi pada tingkat molekuler dalam organisme hidup, sering kali dianggap sebagai subjek yang abstrak dan kompleks oleh mahasiswa (Kurniawati & Jailani, 2020). Kesulitan ini bersumber dari beberapa faktor, seperti keharusan memvisualisasikan struktur molekul tiga dimensi yang rumit, penguasaan istilah teknis yang padat, dan tuntutan untuk mengintegrasikan konsep dari berbagai disiplin ilmu. Kombinasi ini sering kali mendorong mahasiswa untuk mengadopsi strategi belajar di tingkat permukaan, seperti menghafal fakta dan jalur metabolisme secara hafalan. Akibatnya, tercipta sebuah kesenjangan yang signifikan antara kemampuan mahasiswa untuk mengingat informasi dan kemampuan mereka untuk menerapkan konsep-konsep tersebut dalam konteks pemecahan masalah (Hendrawan & Putra, 2022).

Kesenjangan belajar tersebut termanifestasi secara nyata dalam konteks penelitian ini. Fakta di lapangan menunjukkan adanya tantangan spesifik dalam pengoptimalan pengembangan keterampilan proses sains, khususnya pada aspek menginterpretasikan data eksperimen (Putri dkk., 2022). Kelemahan pada aspek keterampilan proses sains seperti interpretasi data merupakan tantangan signifikan, sebab penguasaan keterampilan esensial ini menjadi indikator pembelajaran tingkat tinggi yang mendorong siswa untuk secara aktif dan mandiri menemukan pengetahuan baru serta memecahkan masalah secara kritis, bukan sekedar mengikuti prosedur (Arumningtyas dkk., 2022). Dengan demikian, penelitian ini secara langsung menjawab sebuah masalah pedagogis yang teridentifikasi, spesifik, dan krusial bagi pengembangan kompetensi ilmiah mahasiswa.

Dalam spektrum topik biokimia yang luas, kinetika enzim memegang peranan sentral dan fundamental. Ini bukan hanya sekedar topik teoretis, melainkan kerangka kerja konseptual yang memungkinkan kita memahami bagaimana hampir semua proses

biokimia diatur dan dikendalikan dalam sistem kehidupan. Meskipun memiliki peran yang sangat penting, kinetika enzim secara konsisten dilaporkan sebagai salah satu topik yang paling menantang bagi mahasiswa sarjana (Stanga dkk., 2023). Mahasiswa kesulitan dalam memahami konsep-konsep yang sangat abstrak. Oleh karena itu, pengembangan dan implementasi strategi pedagogis yang secara eksplisit dirancang untuk menjembatani kesenjangan ini merupakan sebuah kebutuhan mendesak dalam pendidikan biokimia modern (Arcus & Mulholland, 2020).

Solusi paling efektif untuk mengatasi masalah abstraksi yang telah diidentifikasi adalah melalui kegiatan praktikum yang dirancang dengan baik (Kurniawati & Jailani, 2020). Laboratorium berfungsi sebagai arena di mana konsep-konsep teoretis yang abstrak diubah menjadi fenomena yang nyata, dapat diamati, dimanipulasi, dan diukur. Pengalaman langsung ini memberikan konteks eksperiensial yang sangat penting untuk membangun pemahaman yang mendalam (Verawati dkk., 2023). Hasil utama yang ditargetkan dari kegiatan praktikum bukanlah sekadar konfirmasi teori, melainkan pengembangan keterampilan proses sains. Keterampilan proses sains dapat didefinisikan sebagai seperangkat keterampilan kognitif dan psikomotorik yang dapat ditransfer, yang merupakan fondasi dari metode ilmiah. Dengan membingkai tujuan penelitian sebagai pengembangan keterampilan proses sains, secara implisit diusulkan sebuah pendekatan pedagogis yang secara langsung melawan patologi belajar utama (hafalan) yang sering terjadi dalam biokimia (Suja, 2023).

Pemilihan topik uji aktivitas enzim katalase untuk penelitian ini didasarkan pada justifikasi ganda yang kuat, mencakup kelayakan pedagogis dan urgensi ilmiah. Dari sudut pandang pedagogis, eksperimen katalase merupakan alat pembelajaran yang luar biasa karena aksesibilitas dan keamanannya (sumber enzim dari bayam dan substrat H_2O_2 yang mudah didapat), reaksi yang dapat diamati dan diukur dengan mudah (pembentukan gelembung oksigen), serta versatilitas eksperimentalnya yang memungkinkan penyelidikan berbagai prinsip dasar kinetika enzim seperti pengaruh suhu dan pH (Zhafira dkk., 2024).

Pemilihan topik katalase memiliki urgensi ilmiah yang mendalam. Konteks ilmiah yang lebih luas dari eksperimen ini adalah fenomena stres oksidatif pada tumbuhan, yaitu kondisi ketidakseimbangan antara produksi spesies oksigen reaktif (ROS) dengan kemampuan sistem biologis untuk mendetoksifikasinya (González-Gordo dkk., 2024). Dalam konteks ini, katalase adalah salah satu enzim antioksidan yang paling penting, berfungsi sebagai garis pertahanan pertama yang secara cepat menguraikan hidrogen peroksida (H_2O_2) menjadi air dan oksigen yang tidak berbahaya (Fitri & Alang, 2020). Dengan demikian, mahasiswa menyelidiki mekanisme molekuler yang relevan dengan fenomena lingkungan sekitar.

Tumbuhan seperti bayam (*Spinacia olerace*) dikenal mengandung enzim katalase signifikan, berperan dalam mempertahankan keseimbangan oksidatif sel (Schlering dkk., 2020). Kandungan enzim katalase pada bayam menjadikannya bahan ideal untuk eksperime laboratorium, khususnya dalam studi aktivitas enzim. Aktivitas enzim katalase dapat diukur melalui metode kualitatif dan kuantitatif (Nuruwe dkk., 2020).

Metode kualitatif, seperti pengamatan gelembung oksigen setelah penambahan H_2O_2 , mudah dilakukan namun memiliki keterbatasan dalam memberikan data presisi (Nur dkk., 2022). Untuk pengukuran kuantitatif, titrasi permanganometri merupakan metode yang umum dan mudah diakses (Mulyasuryani, 2021). Metode ini melibatkan reaksi H_2O_2 yang tidak terurai oleh katalase dengan kalium permanganat ($KMnO_4$), memungkinkan perhitungan aktivitas enzim. Kepraktisan dan ketersediaan alat menjadikan titrasi permanganometri pilihan relevan untuk kegiatan praktikum mahasiswa. Metode kuantitatif untuk pengujian aktivitas enzim juga dilakukan dengan menggunakan spektrofotometri UV-Vis untuk analisis yang lebih presisi dan mendalam oleh peneliti. Metode ini memungkinkan pengujian aktivitas enzim katalase secara *real-time* dengan memantau penurunan absorbansi H_2O_2 pada 240 nm, menghasilkan data aktivitas enzim yang lebih akurat pada kondisi standar dalam studi biokimia untuk pengujian aktivitas enzim, memberikan presisi tinggi dan data kuantitatif yang andal (Jannat & Yang, 2020)

Untuk menjembatani masalah kesulitan belajar biokimia dengan target pengembangan keterampilan proses sains menggunakan sistem model enzim katalase, dirancanglah sebuah intervensi pedagogis yang spesifik. Model pembelajaran yang dipilih untuk penelitian ini adalah inkuiri terbimbing (*guided inquiry*). Pilihan ini didasarkan pada pertimbangan bahwa inkuiri terbimbing menawarkan keseimbangan optimal antara struktur dan kemandirian (Fahmi & Sari, 2024). Dalam model ini, peneliti menyediakan pertanyaan penelitian utama dan memberikan panduan, tetapi mahasiswa bertanggung jawab untuk merumuskan hipotesis, merancang prosedur, menganalisis data, dan menarik kesimpulan mereka sendiri (Selmin dkk., 2022).

Instrumen utama yang digunakan untuk mengimplementasikan model ini adalah lembar kerja berbasis inkuiri terbimbing. Lembar kerja ini dirancang sebagai sebuah perancah kognitif yang memandu mahasiswa melalui seluruh siklus inkuiri ilmiah, memecah tugas kompleks melakukan eksperimen menjadi serangkaian langkah kognitif yang eksplisit dan dapat dikelola (Andhani dkk., 2021). Kekuatan utama dari desain penelitian ini terletak pada penyelarasan yang disengaja antara setiap tahapan dalam lembar kerja inkuiri dengan aspek keterampilan proses sains spesifik yang ditargetkan. Setiap aktivitas yang diminta dalam lembar kerja secara langsung bertujuan untuk melatih dan mengukur komponen keterampilan proses sains tertentu (Fauzi dkk., 2024).

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini melihat adanya celah dalam optimalisasi pembelajaran praktikum biokimia di UIN Sunan Gunung Djati Bandung, di mana belum tersedia lembar kerja berbasis inkuiri terbimbing untuk topik ini. Oleh karena itu, penelitian ini mengusulkan pendekatan inovatif dengan mengintegrasikan dua metode: titrasi permanganometri sebagai sarana bagi mahasiswa untuk mengembangkan Keterampilan Proses Sains, dan spektrofotometri UV-Vis yang digunakan oleh peneliti untuk analisis aktivitas enzim secara lebih presisi. Pendekatan dual-metode ini diharapkan dapat menjawab kebutuhan akan media pembelajaran yang efektif sekaligus menghasilkan data kuantitatif yang andal. Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini diberi judul **“Penerapan Lembar Kerja Berbasis Inkuiri Terbimbing**

pada Uji Aktivitas Enzim Katalase Daun Bayam untuk Mengembangkan Keterampilan Proses Sains Mahasiswa.

B. Rumusan Masalah

1. Bagaimana keterlaksanaan penerapan lembar kerja berbasis inkuiri terbimbing pada praktikum uji aktivitas enzim katalase daun bayam (*Spinacia oleracea*) untuk mengembangkan keterampilan proses sains mahasiswa?
2. Bagaimana keterampilan proses sains mahasiswa pada praktikum uji aktivitas enzim katalase daun bayam (*Spinacia oleracea*)?
3. Bagaimana hasil uji aktivitas enzim katalase daun bayam (*Spinacia oleracea*) menggunakan spektrofotometri UV-Vis pada kondisi standar?

C. Tujuan Penelitian

1. Mendeskripsikan keterlaksanaan penerapan lembar kerja berbasis inkuiri terbimbing pada praktikum uji aktivitas enzim katalase daun bayam (*Spinacia oleracea*).
2. Mendeskripsikan keterampilan proses sains mahasiswa pada praktikum uji aktivitas enzim katalase daun bayam (*Spinacia oleracea*).
3. Menentukan hasil uji aktivitas enzim katalase daun bayam (*Spinacia oleracea*) menggunakan spektrofotometri UV-Vis pada kondisi standar.

D. Manfaat Hasil Penelitian

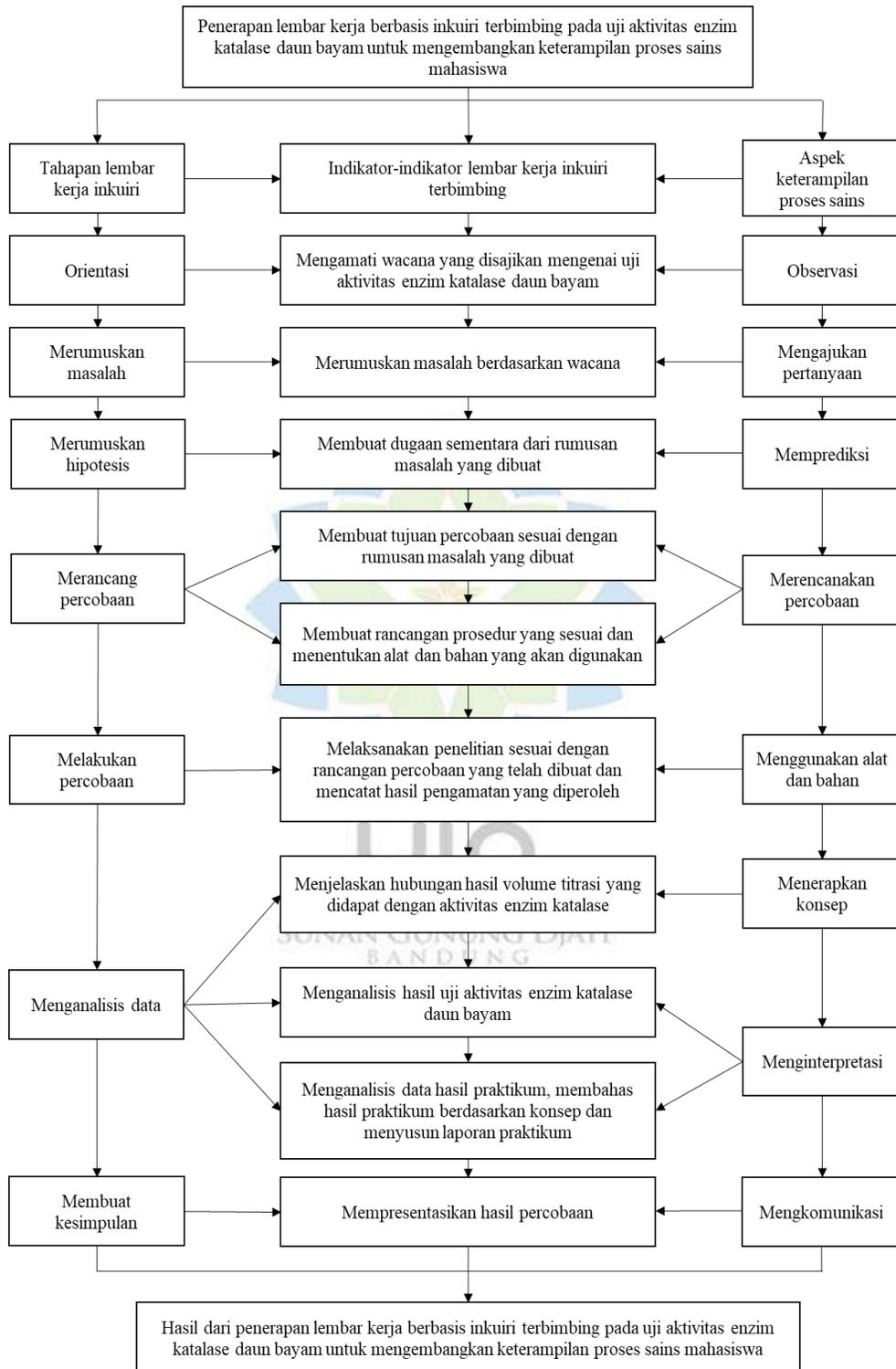
1. Penerapan lembar kerja ini diharapkan menjadi salah satu media pembelajaran yang dapat memudahkan mahasiswa dalam mengkonstruksi tahapan prosedur uji aktivitas enzim katalase pada daun bayam.
2. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan pemahaman yang lebih mendalam mengenai karakteristik kinetik dan aktivitas spesifik enzim katalase daun bayam melalui analisis spektrofotometri UV-Vis.
3. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi dan dasar untuk studi komparatif lebih lanjut mengenai efektivitas berbagai metode uji aktivitas enzim, serta membuka peluang penelitian lanjutan dengan pendekatan metodologi yang lebih canggih.

E. Kerangka Berpikir

Tujuan dari pembuatan lembar kerja ini yakni untuk memfasilitasi mahasiswa dalam proses belajar dan dijadikan acuan untuk pelaksanaan eksperimen (Deratama dkk., 2020). Oleh sebab itu, pelaksanaan pembelajaran kimia diperlukan perencanaan yang matang dengan metode pembelajaran yang tepat dan sesuai dengan karakteristik pembelajaran kimia.

Penerapan materi uji aktivitas enzim katalase dapat digunakan lembar kerja berbasis inkuiri agar mempermudah mahasiswa dalam memahami konsep tersebut. Adapun tanaman yang dikaji yaitu bayam (*Spinacia oleracea*). Adapun skema kerangka berpikir dalam penelitian “Penerapan Lembar Kerja Berbasis Inkuiri Terbimbing pada Uji Aktivitas Enzim Katalase Daun Bayam untuk Mengembangkan Keterampilan Proses” dijelaskan pada Gambar 1.1.





Gambar 1.1 Kerangka Berpikir

F. Hasil Penelitian Terdahulu

Beberapa studi lain secara spesifik menunjukkan peningkatan keterampilan proses sains melalui lembar kerja berbasis inkuiri terbimbing dalam praktikum oleh Fauzi dkk (2024) melaporkan peningkatan proses sains sangat baik dengan perolehan N-Gain sebesar 0,83 dan hasil observasi menunjukkan keterlaksanaan indikator keterampilan proses sains dalam pembelajaran terlaksana dengan baik dengan persentase sebesar 89% pada praktikum kimia topik polimer. Penelitian yang dilakukan oleh Masruha dkk (2022) menunjukkan E-LKPD inkuiri terbimbing cukup efektif meningkatkan keterampilan proses sains siswa dibuktikan dengan skor N-Gain 0,62 (kategori sedang). Ini menegaskan efektivitas lembar kerja berbasis inkuiri terbimbing sebagai media pengembangan keterampilan proses sains mahasiswa dalam praktikum kimia.

Dalam konteks uji aktivitas enzim, titrasi permanganometri telah digunakan, seperti pada penelitian Jannat & Yang (2020) untuk mengkuantifikasi degradasi H_2O_2 oleh enzim katalase terimobilisasi. Metode ini relevan untuk praktikum pendidikan karena kemudahan dan ketersediaan alatnya. Penelitian yang dilakukan oleh González-Gordo dkk (2024) penentuan aktivitas enzim dengan menggunakan spektrofotometri mendapatkan hasil yang lebih presisi. Metode ini mengukur aktivitas enzim, termasuk katalase, dengan memantau penurunan absorbansi H_2O_2 pada 240 nm, memungkinkan penentuan aktivitas secara akurat pada kondisi terkontrol. Studi perbandingan metode titrasi dan spektrofotometri juga relevan yang dilakukan oleh Trisnawati dkk (2022) dengan membandingkan titrimetri dan spektrofotometri UV-Vis untuk penentuan kadar permanganat, menunjukkan presisi baik pada keduanya namun dengan perbedaan akurasi. Perbandingan metodologi semacam ini memberikan wawasan tentang kelebihan dan keterbatasan setiap teknik analisis.

Penelitian yang dilakukan oleh Hamidah (2022) menunjukkan bahwa penerapan pembelajaran inkuiri mampu meningkatkan penguasaan konsep dan keterampilan ilmiah mahasiswa secara signifikan sebesar 54,48% pada kelas eksperimen. Meskipun demikian, belum ada studi yang secara spesifik mengintegrasikan uji aktivitas enzim katalase dari daun bayam menggunakan titrasi permanganometri dalam lembar kerja

tersebut untuk mahasiswa. Selain itu, penelitian yang ada juga belum membandingkan metode titrasi tersebut dengan penentuan aktivitas enzim menggunakan spektrofotometri UV-Vis dalam satu studi (Trisnawati dkk., 2022)

Penelitian ini memiliki kebaruan pada pengembangan dan penerapan lembar kerja berbasis inkuiri terbimbing untuk uji aktivitas enzim katalase daun bayam dengan titrasi permanganometri, yang secara khusus ditujukan untuk mengembangkan keterampilan proses sains mahasiswa. Selain itu, penelitian ini juga baru dalam penentuan aktivitas enzim katalase daun bayam secara mendalam menggunakan spektrofotometri UV-Vis pada kondisi standar oleh peneliti yang memberikan pemahaman komprehensif tentang metode pengujian aktivitas enzim dan relevansinya dalam konteks pendidikan dan penelitian biokimia.

