

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Permasalahan lingkungan merupakan isu global yang semakin kompleks akibat meningkatnya aktivitas manusia dalam berbagai sektor kehidupan. Pencemaran air, tanah, dan udara yang terjadi secara terus-menerus tidak hanya menurunkan kualitas lingkungan, tetapi juga mengancam kesehatan manusia dan keberlanjutan sumber daya alam. Oleh karena itu, diperlukan upaya yang mampu meningkatkan kesadaran dan tanggung jawab masyarakat terhadap lingkungan melalui pendidikan. Literasi lingkungan diharapkan mampu membentuk individu yang tidak hanya memahami konsep-konsep lingkungan, tetapi juga memiliki kemampuan berpikir kritis, mengambil keputusan berdasarkan bukti ilmiah, serta menerapkan tindakan yang bertanggung jawab dalam menyelesaikan berbagai permasalahan lingkungan (Fang dkk., 2023).

Literasi lingkungan merupakan kemampuan individu untuk memahami sistem lingkungan, mengidentifikasi permasalahan lingkungan, menganalisis penyebab dan dampaknya, mengevaluasi berbagai alternatif penyelesaian, serta mengambil keputusan dan tindakan yang bertanggung jawab terhadap lingkungan (Hollweg dkk., 2011). Dengan demikian, literasi lingkungan tidak hanya berkaitan dengan penguasaan pengetahuan, tetapi juga kemampuan berpikir, pembentukan sikap, serta penerapan perilaku yang mendukung pelestarian lingkungan (Fang dkk., 2023).

Tingkat literasi lingkungan di Indonesia masih perlu mendapat perhatian. Hasil survei Kementerian Lingkungan Hidup pada tahun 2012 yang dilakukan di 12 provinsi menunjukkan bahwa indeks perilaku masyarakat terhadap lingkungan secara nasional hanya mencapai 0,57, yang mengindikasikan bahwa perilaku peduli lingkungan dalam kehidupan sehari-hari masih belum optimal (Santoso dkk., 2021). Hasil PISA (*Programme for International Student Assessment*) tahun 2022 juga menunjukkan bahwa kemampuan literasi sains peserta didik Indonesia masih berada di bawah rata-rata negara anggota OECD. Meskipun PISA tidak secara khusus mengukur literasi lingkungan, kemampuan literasi sains menjadi salah satu

dasar yang mendukung pengembangan literasi lingkungan karena berkaitan dengan kemampuan memahami fenomena ilmiah, mengevaluasi informasi, dan mengambil keputusan berdasarkan bukti (OECD, 2023).

Rendahnya literasi lingkungan juga ditunjukkan oleh berbagai hasil penelitian di Indonesia. Penelitian Aini dkk. menunjukkan bahwa kemampuan literasi lingkungan mahasiswa masih berada pada kategori sedang sehingga perlu ditingkatkan melalui pembelajaran yang lebih kontekstual (Aini dkk., 2020). Sejalan dengan itu, Irawati dkk. (2024) melaporkan bahwa kemampuan literasi lingkungan mahasiswa calon guru masih memerlukan penguatan agar mereka mampu berperan sebagai pendidik yang memiliki kepedulian dan tanggung jawab terhadap lingkungan. Temuan tersebut menunjukkan bahwa pembelajaran di perguruan tinggi masih perlu diarahkan untuk mengembangkan literasi lingkungan secara lebih komprehensif.

Farida dkk. (2017) melaporkan bahwa pembelajaran yang berkaitan dengan lingkungan masih didominasi oleh metode ceramah, diskusi, dan penugasan, sedangkan evaluasi pembelajaran lebih berorientasi pada aspek kognitif sehingga belum mampu mengembangkan literasi lingkungan secara utuh. Sejalan dengan hal tersebut, pendidikan lingkungan tidak hanya bertujuan membekali peserta didik dengan pengetahuan mengenai lingkungan, tetapi juga mengembangkan kesadaran, keterampilan, nilai, dan tanggung jawab agar mampu mengambil keputusan serta berpartisipasi dalam penyelesaian permasalahan lingkungan (Fang dkk., 2023). Oleh karena itu, mahasiswa memerlukan pengalaman belajar yang mampu mengembangkan pengetahuan lingkungan, sikap lingkungan, keterampilan kognitif, dan perilaku terhadap lingkungan secara terpadu (Nastoulas dkk., 2017).

Kondisi tersebut menunjukkan bahwa diperlukan strategi pembelajaran yang tidak hanya menekankan penguasaan materi, tetapi juga mampu menghadirkan pengalaman belajar yang relevan dengan permasalahan nyata di lingkungan. Salah satu pendekatan yang dapat digunakan adalah lembar kerja berbasis proyek, yaitu bahan ajar yang mengarahkan mahasiswa untuk menyelesaikan suatu permasalahan melalui serangkaian kegiatan ilmiah, seperti penyelidikan, eksperimen, analisis data, dan perumusan solusi berdasarkan konsep-konsep kimia. Melalui proses

tersebut, mahasiswa memperoleh kesempatan untuk mengaitkan konsep yang dipelajari dengan situasi nyata, sehingga pembelajaran menjadi lebih bermakna dan mampu mendorong keterlibatan aktif, kemampuan berpikir kritis, kerja sama, serta pengambilan keputusan yang didasarkan pada bukti ilmiah (Farida dkk., 2017; Rasis & Kuswanto, 2023).

Penerapan lembar kerja berbasis proyek memungkinkan mahasiswa berpartisipasi secara aktif dalam seluruh tahapan pembelajaran, mulai dari mengidentifikasi masalah, menyusun perencanaan proyek, melaksanakan eksperimen, mengolah dan menganalisis data, hingga menghasilkan produk yang berkaitan dengan penerapan konsep kimia dalam kehidupan sehari-hari. Keterlibatan tersebut menjadikan proses pembelajaran lebih kontekstual karena mahasiswa membangun pemahaman melalui pengalaman langsung dalam penyelidikan ilmiah (Apipah dkk., 2019). Dengan karakteristik tersebut, lembar kerja berbasis proyek berpotensi mendukung pengembangan pengetahuan lingkungan, sikap terhadap lingkungan, keterampilan kognitif, dan perilaku terhadap lingkungan secara terpadu (Nastoulas dkk., 2017).

Limbah deterjen merupakan salah satu sumber pencemaran perairan yang banyak dihasilkan dari aktivitas rumah tangga maupun usaha jasa pencucian pakaian. Deterjen mengandung berbagai senyawa kimia, seperti surfaktan, builder, bahan pemutih (*bleaching agent*), dan bahan aditif. Surfaktan merupakan bahan aktif utama yang berfungsi menurunkan tegangan permukaan air sehingga kotoran lebih mudah terlepas dari permukaan benda yang dicuci. Sementara itu, builder yang umum digunakan dalam deterjen adalah senyawa fosfat, terutama *sodium tripolyphosphate* (STPP), yang berfungsi meningkatkan efektivitas surfaktan dalam proses pencucian (Apriyani, 2021). Apabila limbah deterjen dibuang langsung ke badan air tanpa melalui proses pengolahan, kandungan surfaktan dapat membentuk busa yang menghambat difusi oksigen dan mengganggu proses fotosintesis organisme perairan, sedangkan kandungan fosfat dapat memicu eutrofikasi yang menyebabkan penurunan kualitas perairan (Larasati dkk., 2021).

Salah satu metode yang banyak digunakan dalam pengolahan limbah deterjen adalah adsorpsi karena prosesnya yang relatif sederhana, biaya operasional yang

rendah, serta mampu mengurangi berbagai jenis polutan secara efektif. Efektivitas adsorpsi dipengaruhi oleh karakteristik adsorben yang digunakan. Sehingga pemanfaatan biomassa sebagai adsorben alternatif terus dikembangkan untuk menghasilkan proses pengolahan limbah yang lebih ramah lingkungan (Crini & Lichtfouse, 2019).

Salah satu biomassa yang berpotensi dimanfaatkan sebagai adsorben adalah cangkang telur bebek. Cangkang telur bebek memiliki kandungan kalsium karbonat (CaCO_3) yang tinggi sehingga berpotensi digunakan sebagai adsorben dalam menurunkan kandungan pencemar pada limbah cair. Pemanfaatan limbah cangkang telur juga sejalan dengan prinsip *green chemistry* karena mampu meningkatkan nilai guna limbah biomassa menjadi material yang bermanfaat dalam pengolahan lingkungan (Hevira dkk., 2019).

Berbagai penelitian telah menunjukkan bahwa cangkang telur berpotensi digunakan sebagai adsorben dalam pengolahan limbah cair. Maslahat dkk. (2015) dan Dewi dkk. (2022) melaporkan bahwa cangkang telur bebek memiliki kandungan kalsium karbonat (CaCO_3) yang tinggi dan efektif digunakan sebagai adsorben, sedangkan Pinarti dkk. (2025) menunjukkan efektivitas cangkang telur dalam menurunkan kandungan surfaktan pada limbah deterjen. Namun, penelitian-penelitian tersebut masih berfokus pada aspek efektivitas adsorpsi dalam pengolahan limbah dan belum mengintegrasikan pemanfaatan cangkang telur bebek sebagai adsorben ke dalam pembelajaran berbasis proyek. Di sisi lain, penelitian Khairunnisa dkk. (2025) telah menerapkan lembar kerja berbasis proyek dalam pembelajaran kimia dengan memanfaatkan biomassa sebagai adsorben, tetapi tidak menggunakan cangkang telur bebek sebagai adsorben limbah deterjen. Oleh karena itu, integrasi lembar kerja berbasis proyek dengan pemanfaatan cangkang telur bebek sebagai adsorben limbah deterjen dalam konteks pembelajaran masih perlu dikembangkan.

Meskipun berbagai penelitian telah menunjukkan potensi cangkang telur sebagai adsorben dalam pengolahan limbah cair, kajian yang mengintegrasikan pemanfaatan cangkang telur bebek sebagai adsorben limbah deterjen ke dalam pembelajaran berbasis proyek masih terbatas. Penelitian terdahulu mengenai

cangkang telur umumnya berorientasi pada karakteristik material dan efektivitas adsorpsi terhadap polutan, sedangkan penelitian mengenai pembelajaran berbasis proyek lebih banyak menekankan pengembangan kemampuan kognitif, keterampilan berpikir, atau kemampuan pemecahan masalah tanpa mengaitkannya secara spesifik dengan pemanfaatan cangkang telur bebek untuk mengatasi permasalahan limbah deterjen.

Kajian mengenai pemanfaatan permasalahan pencemaran limbah deterjen dan limbah cangkang telur bebek sebagai konteks proyek untuk mengembangkan literasi lingkungan mahasiswa secara terpadu masih terbatas. Kondisi tersebut menunjukkan adanya kesenjangan antara kajian mengenai efektivitas cangkang telur sebagai adsorben dan kajian mengenai penerapan pembelajaran berbasis proyek dalam pengembangan literasi lingkungan. Oleh karena itu, diperlukan penelitian yang mengintegrasikan kedua aspek tersebut melalui penerapan lembar kerja berbasis proyek dengan konteks pemanfaatan cangkang telur bebek sebagai adsorben limbah deterjen untuk mengembangkan literasi lingkungan mahasiswa.

Beberapa penelitian yang telah disebutkan masih cenderung berfokus pada efektivitas cangkang telur sebagai adsorben dalam pengolahan limbah serta penerapan lembar kerja berbasis proyek dengan memanfaatkan biomassa dalam konteks pembelajaran yang berbeda. Penelitian mengenai cangkang telur lebih banyak mengkaji kemampuan adsorben dalam menurunkan kandungan pencemar pada limbah, sedangkan penelitian lembar kerja berbasis proyek dengan biomassa lebih menekankan proses pembelajaran dan keterampilan mahasiswa melalui konteks proyek tertentu.

Kondisi tersebut menunjukkan bahwa pemanfaatan cangkang telur bebek sebagai adsorben limbah deterjen belum banyak ditempatkan sebagai konteks pembelajaran yang secara langsung diarahkan untuk mengembangkan literasi lingkungan mahasiswa. Padahal, permasalahan limbah deterjen dan pemanfaatan cangkang telur bebek sebagai adsorben berpotensi dijadikan konteks pembelajaran yang memungkinkan mahasiswa menghubungkan konsep kimia dengan permasalahan lingkungan nyata melalui kegiatan identifikasi masalah, perancangan proyek, pelaksanaan eksperimen, analisis data, dan evaluasi hasil. Oleh karena itu,

penelitian ini menawarkan kebaruan dengan mengintegrasikan pemanfaatan cangkang telur bebek sebagai adsorben limbah deterjen ke dalam lembar kerja berbasis proyek, yang tidak hanya berorientasi pada pengolahan limbah, tetapi juga pada proses pembelajaran kontekstual untuk mengembangkan literasi lingkungan mahasiswa.

Berdasarkan pemaparan tersebut, diperlukan suatu pendekatan pembelajaran yang mampu menghubungkan konsep-konsep kimia dengan upaya penyelesaian permasalahan lingkungan melalui pengalaman belajar yang bersifat kontekstual. Penerapan lembar kerja berbasis proyek dengan memanfaatkan cangkang telur bebek sebagai adsorben limbah deterjen diharapkan dapat membantu mahasiswa memahami konsep adsorpsi dan pengolahan limbah sekaligus mengembangkan pengetahuan lingkungan, sikap terhadap lingkungan, keterampilan kognitif, dan perilaku terhadap lingkungan. Atas dasar pertimbangan tersebut, penelitian ini dilakukan dengan judul “Penerapan Lembar Kerja Berbasis Proyek pada Pemanfaatan Cangkang Telur Bebek sebagai Adsorben Limbah Deterjen untuk Meningkatkan Literasi Lingkungan.”

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang penelitian, maka yang menjadi rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana penerapan lembar kerja berbasis proyek pada pemanfaatan cangkang telur bebek sebagai adsorben limbah deterjen berdasarkan aktivitas mahasiswa dan hasil penyelesaian lembar kerja berbasis proyek?
2. Bagaimana peningkatan literasi lingkungan mahasiswa setelah penerapan lembar kerja berbasis proyek pada pemanfaatan cangkang telur bebek sebagai adsorben limbah deterjen?
3. Bagaimana efektivitas cangkang telur bebek dalam menurunkan kadar pH, TDS, dan COD air limbah deterjen?

C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dipaparkan, maka tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mendeskripsikan penerapan lembar kerja berbasis proyek pada pemanfaatan cangkang telur bebek sebagai adsorben limbah deterjen berdasarkan aktivitas mahasiswa dan hasil penyelesaian lembar kerja.
2. Menganalisis peningkatan literasi lingkungan setelah penerapan lembar kerja berbasis proyek pada pemanfaatan cangkang telur bebek.
3. Menganalisis hasil uji efektivitas penggunaan cangkang telur bebek dalam menurunkan kadar pH, COD dan TDS pada limbah deterjen.

D. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi, baik dari sisi teoretis maupun praktis, terhadap pengembangan pembelajaran kimia dan pengelolaan lingkungan. Adapun manfaat yang diharapkan dari penelitian ini meliputi:

1. Mendorong peningkatan partisipasi aktif mahasiswa serta kemampuan kerja ilmiah dalam menganalisis dan menyelesaikan permasalahan pencemaran limbah cair melalui penerapan pembelajaran berbasis proyek.
2. Menyediakan alternatif bahan ajar berupa lembar kerja berbasis proyek yang mengintegrasikan konsep-konsep kimia dengan permasalahan lingkungan lokal melalui pemanfaatan cangkang telur bebek sebagai adsorben limbah deterjen.
3. Menyajikan bukti empiris mengenai implementasi lembar kerja berbasis proyek dalam meningkatkan literasi lingkungan mahasiswa serta mengkaji efektivitas penggunaan cangkang telur bebek sebagai adsorben untuk pengolahan limbah deterjen.

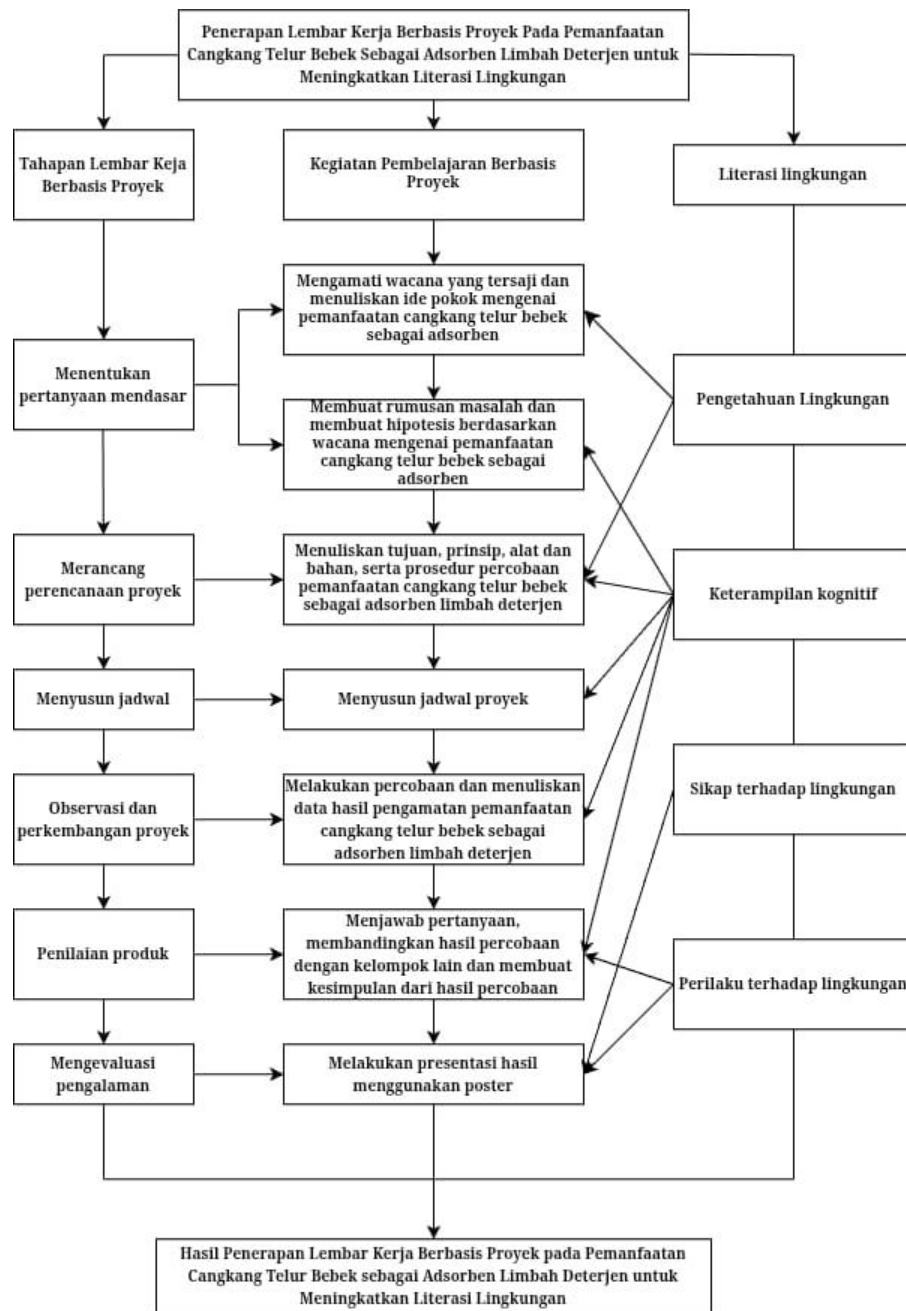
E. Kerangka Berpikir

Pembelajaran kimia tidak hanya bertujuan membangun penguasaan konsep, tetapi juga membekali mahasiswa dengan kemampuan menerapkan konsep tersebut untuk menyelesaikan permasalahan lingkungan. Salah satu pendekatan yang dapat mendukung tujuan tersebut adalah penerapan lembar kerja berbasis proyek karena melibatkan mahasiswa dalam kegiatan mengidentifikasi masalah, merancang proyek, melakukan eksperimen, menganalisis data, dan mengevaluasi hasil berdasarkan konsep ilmiah. Melalui kegiatan tersebut, mahasiswa dapat

menghubungkan konsep kimia dengan situasi nyata sehingga pembelajaran menjadi lebih kontekstual dan bermakna (Apipah dkk., 2019).

Dalam penelitian ini, pemanfaatan cangkang telur bebek sebagai adsorben limbah deterjen dijadikan konteks proyek yang dilaksanakan melalui lembar kerja berbasis proyek. Mahasiswa diarahkan untuk menganalisis efektivitas adsorben berdasarkan parameter pH, TDS, dan COD, kemudian menyusun solusi terhadap permasalahan pencemaran limbah deterjen. Kegiatan tersebut diharapkan dapat memfasilitasi pengembangan empat indikator literasi lingkungan menurut McBeth dkk. (2008) dalam Nastoulas dkk. (2017), yaitu pengetahuan lingkungan, sikap lingkungan, keterampilan kognitif, dan perilaku terhadap lingkungan, sehingga terjadi peningkatan literasi lingkungan mahasiswa. Hubungan antarvariabel dalam penelitian ini disajikan pada Gambar 1.1.





Gambar 1.1 Kerangka Berpikir

F. Hasil Penelitian Terdahulu

Hasil Penelitian yang dilakukan oleh Pinarti dkk. (2025) menunjukkan bahwa cangkang telur yang diaktivasi secara termal efektif digunakan sebagai adsorben untuk menurunkan kandungan surfaktan *Linear Alkylbenzene Sulfonate* (LAS) pada limbah deterjen. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan cangkang telur

sebagai adsorben mampu mengurangi konsentrasi surfaktan secara signifikan, sehingga berpotensi digunakan sebagai material alternatif dalam pengolahan limbah deterjen. Penelitian tersebut memberikan dasar ilmiah mengenai pemanfaatan cangkang telur sebagai adsorben, sedangkan penelitian ini mengintegrasikan pemanfaatan cangkang telur bebek sebagai adsorben limbah deterjen ke dalam pembelajaran berbasis proyek untuk meningkatkan literasi lingkungan mahasiswa.

Penelitian Maslahat dkk. (2021) membuktikan secara eksperimen bahwa cangkang telur bebek mengandung senyawa CaCO_3 yang tinggi dan memiliki struktur pori alami sehingga mampu menyerap logam berat dengan efisiensi hingga 93,16%. Relevansi penelitian ini adalah memberikan landasan ilmiah yang kuat mengenai kemampuan cangkang telur sebagai adsorben limbah. Perbedaannya, penelitian Maslahat dkk. berfokus pada uji efektivitas kimia murni di laboratorium, sedangkan penelitian ini mengintegrasikan fenomena kimia tersebut ke dalam pembelajaran berbasis proyek untuk meningkatkan literasi lingkungan mahasiswa.

Penelitian oleh Hanifah dkk. (2022) menunjukkan cangkang telur bebek lebih unggul karena memiliki kandungan karbon 9,70% dan efektivitas adsorpsi 99,73% dalam waktu hanya 60 menit, lebih cepat dibandingkan cangkang ayam (75 menit, 99,64%). Selain sebagai adsorben, cangkang telur ayam ras juga telah terbukti efektif sebagai biokoagulan yang mampu menurunkan turbiditas hingga 88,97% pada limbah cair industri.

Penelitian oleh Pinarti dkk. (2025) menunjukkan bahwa cangkang telur ayam yang diaktivasi termal sangat efektif mereduksi polutan deterjen jenis *Linear Alkylbenzene Sulfonate* (LAS) pada limbah *laundry*. Secara kuantitatif, efektivitas penyerapan maksimal mencapai 91,85% dengan penggunaan massa adsorben sebesar 16 gram. Proses adsorpsi ini mengikuti model Isoterm Freundlich dengan kapasitas sebesar 0,3181 mg/g, yang membuktikan keandalan cangkang telur dalam menangani limbah surfaktan secara spesifik.

Hasil penelitian Apipah dkk. (2019) mengenai penerapan pembelajaran berbasis proyek pada pembuatan model molekul berbahan limbah anorganik menunjukkan bahwa model pembelajaran tersebut dapat meningkatkan

kemampuan berpikir kreatif mahasiswa. Peningkatan tersebut terjadi karena mahasiswa terlibat secara langsung dalam proses perancangan proyek, pelaksanaan eksperimen, dan pengembangan produk, sehingga mereka memiliki kesempatan untuk mengaitkan konsep-konsep kimia dengan permasalahan yang ditemui dalam kehidupan sehari-hari. Dengan demikian, pembelajaran berbasis proyek mampu menciptakan pengalaman belajar yang bersifat kontekstual dan memberikan makna yang lebih mendalam dalam pembelajaran kimia.

Temuan Rasis dan Kuswanto (2023) juga memperlihatkan bahwa pembelajaran berbasis proyek dapat menghadirkan pengalaman belajar yang kontekstual melalui keterlibatan aktif peserta didik dalam proses penyelidikan, pemecahan masalah, serta pengambilan keputusan yang didasarkan pada bukti ilmiah. Kegiatan tersebut mendorong peserta didik untuk menghubungkan konsep yang dipelajari dengan berbagai permasalahan lingkungan, sehingga proses pembelajaran menjadi lebih relevan dengan konteks kehidupan nyata. Oleh karena itu, pembelajaran berbasis proyek memiliki potensi yang kuat dalam mendukung pengembangan literasi lingkungan melalui aktivitas belajar yang berorientasi pada penyelesaian masalah autentik.

Berdasarkan penelitian-penelitian di atas, dapat disimpulkan bahwa cangkang telur memiliki potensi sebagai adsorben dalam pengolahan limbah cair, termasuk limbah deterjen. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa pemanfaatan cangkang telur masih banyak berfokus pada efektivitas adsorpsi dalam menurunkan kandungan pencemar limbah. Di sisi lain, penelitian mengenai lembar kerja berbasis proyek telah memanfaatkan biomassa sebagai konteks pembelajaran kimia, tetapi bahan dan permasalahan yang digunakan masih berbeda. Dengan demikian, integrasi pemanfaatan cangkang telur bebek sebagai adsorben limbah deterjen ke dalam lembar kerja berbasis proyek untuk mengembangkan literasi lingkungan mahasiswa masih memiliki ruang untuk dikembangkan.

Pemanfaatan limbah deterjen dan cangkang telur bebek sebagai konteks proyek berpotensi memberikan pengalaman belajar yang menghubungkan konsep kimia dengan permasalahan lingkungan nyata melalui kegiatan identifikasi masalah, perancangan proyek, pengujian kualitas limbah, analisis data, dan evaluasi hasil.

Oleh karena itu, penelitian ini mengintegrasikan pemanfaatan cangkang telur bebek sebagai adsorben limbah deterjen ke dalam lembar kerja berbasis proyek untuk mengembangkan literasi lingkungan mahasiswa. Integrasi tersebut tidak hanya berorientasi pada pengolahan limbah, tetapi juga memberikan kesempatan kepada mahasiswa untuk memahami permasalahan lingkungan, menganalisis hasil pengujian, dan merumuskan respons terhadap permasalahan lingkungan berdasarkan bukti yang diperoleh selama kegiatan proyek.

