

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pembelajaran kimia di sekolah masih menghadapi berbagai tantangan, terutama dalam mengembangkan kemampuan berpikir kreatif siswa (Nursiwan & Hanri, 2023). Proses pembelajaran masih cenderung berfokus pada penyampaian konsep dan penyelesaian soal rutin sehingga kesempatan siswa untuk mengeksplorasi ide, mengemukakan gagasan, serta menghasilkan berbagai alternatif solusi masih terbatas (Talanquer, 2021). Kondisi tersebut menyebabkan siswa kurang terlibat secara aktif dalam pembelajaran sehingga berpotensi menghambat perkembangan berbagai kompetensi abad ke-21, yang mencakup kemampuan berpikir kritis, berpikir kreatif, komunikasi, dan kolaborasi atau dikenal sebagai 4C (Beghetto, 2021). Keempat kompetensi tersebut merupakan *soft skill* utama yang perlu dikuasai siswa untuk menghadapi tuntutan dunia kerja dan pendidikan di masa depan (Thornhill-Miller dkk., 2023). Di antara keempat kompetensi tersebut, kemampuan berpikir kreatif menjadi salah satu yang perlu mendapat perhatian khusus dalam pembelajaran kimia, karena kemampuan ini diperlukan agar siswa tidak hanya memahami konsep kimia secara teoritis, tetapi juga mampu menerapkannya untuk menyelesaikan permasalahan dalam kehidupan sehari-hari (Wahono dkk., 2020).

Selain persoalan pembelajaran, tantangan lingkungan juga menjadi urgensi tersendiri yang relevan untuk diangkat sebagai konteks pembelajaran kimia. Salah satu permasalahan lingkungan yang menonjol adalah meningkatnya penggunaan plastik sintetis berbahan baku fosil (Macleod dkk., 2021). Penggunaan plastik sintetis ini terus meningkat tiap tahunnya, khususnya pada sektor industri dan rumah tangga, sehingga volume limbah plastik konvensional semakin sulit dikendalikan dan berdampak besar terhadap lingkungan (Kumari dkk., 2023). Plastik konvensional memiliki sifat yang sulit terurai secara alami

sehingga dapat bertahan di lingkungan dalam waktu yang sangat lama dan menjadi salah satu penyebab utama pencemaran tanah maupun perairan (Idris dkk., 2023).

Untuk menjawab kedua persoalan tersebut, diperlukan suatu model pembelajaran yang memberikan pengalaman langsung kepada siswa untuk mengidentifikasi masalah, merancang solusi, melakukan pengujian, dan mengevaluasi hasil, sekaligus mengangkat isu lingkungan sebagai konteks nyata. Pembelajaran yang melibatkan aktivitas tersebut diyakini dapat memberikan peluang yang lebih besar bagi siswa untuk meningkatkan kemampuan berpikir kreatifnya (Mamahit dkk., 2020). Salah satu model pembelajaran yang dinilai sesuai adalah *Project Based Learning* (PjBL) yang terintegrasi dengan pendekatan STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*), karena mampu mengembangkan kemampuan berpikir kreatif siswa, kemampuan pemecahan masalah, serta keterampilan abad ke-21 melalui pembelajaran berbasis proyek (Chang dkk., 2022). Melalui PjBL yang diintegrasikan dengan STEM, siswa belajar melalui penyelesaian proyek yang berkaitan dengan permasalahan nyata sehingga terlibat dalam proses merancang, membuat, menguji, dan mengevaluasi suatu produk, sekaligus menghubungkan konsep sains, teknologi, rekayasa, dan matematika secara terpadu dalam penyelesaian masalah (Diana dkk., 2021). Hal tersebut menjadikan pembelajaran berbasis proyek yang diintegrasikan dengan STEM dapat meningkatkan *creative thinking*, kemampuan pemecahan masalah, serta keterlibatan siswa dalam proses pembelajaran, karena siswa diberikan kesempatan untuk menghasilkan ide-ide baru dan mengembangkan berbagai alternatif solusi terhadap suatu permasalahan (Warsita dkk., 2024).

Konteks yang relevan untuk mewadahi penerapan PjBL-STEM sekaligus isu lingkungan tersebut adalah materi kimia hijau (*green chemistry*). Kimia hijau merupakan konsep dalam kimia yang menekankan perancangan produk dan proses yang aman, berkelanjutan, serta meminimalkan dampak negatif terhadap lingkungan dan kesehatan manusia (Lane dkk., 2023). Konsep ini memberikan kesempatan kepada siswa untuk mengintegrasikan konsep sains, teknologi,

rekayasa, dan matematika dalam menyelesaikan permasalahan lingkungan secara kontekstual (Nahlik dkk., 2023), sehingga berpotensi menjadi sarana efektif untuk mengembangkan kemampuan berpikir kreatif siswa sekaligus menumbuhkan kesadaran terhadap pentingnya keberlanjutan lingkungan (Wahyudi dkk., 2025). Salah satu solusi konkret dalam kimia hijau untuk mengatasi persoalan limbah plastik adalah pengembangan bioplastik, yaitu material yang berasal dari sumber daya terbarukan dan bersifat *biodegradable* karena terbuat dari bahan organik atau alami seperti pati dan selulosa (Lackner dkk., 2023). Salah satu biomassa yang berpotensi dimanfaatkan sebagai bahan baku bioplastik adalah limbah bonggol jagung, karena mengandung selulosa dan hemiselulosa yang dapat dimanfaatkan sebagai material pembentuk bioplastik ramah lingkungan (Prasetyo dkk., 2024). Bonggol jagung dipilih karena merupakan limbah pertanian yang jumlahnya melimpah namun pemanfaatannya masih belum optimal, sehingga pengolahannya menjadi produk bernilai tambah turut mendukung konsep keberlanjutan dan ekonomi sirkular (Gandam dkk., 2022).

Berdasarkan kajian terhadap berbagai penelitian terdahulu, penelitian mengenai bioplastik umumnya lebih berfokus pada proses pembuatan dan karakterisasi produk, sementara penelitian PjBL terintegrasi STEM lebih banyak mengkaji hasil belajar, literasi sains, ataupun keterampilan berpikir tingkat tinggi secara umum. Dengan demikian, masih terdapat keterbatasan penelitian yang mengintegrasikan pembelajaran berbasis proyek terintegrasi STEM dengan pembuatan bioplastik dari bonggol jagung dalam pembelajaran kimia. Padahal, pembuatan bioplastik dari bonggol jagung dapat menjadi konteks pembelajaran yang memungkinkan siswa terlibat dalam proses identifikasi masalah, perancangan produk, pengujian, dan evaluasi hasil, sehingga berpotensi meningkatkan kemampuan berpikir kreatif siswa melalui pencarian berbagai alternatif solusi, pengembangan ide, dan penyempurnaan produk. Atas dasar kesenjangan tersebut, penelitian ini mengkaji penerapan pembelajaran berbasis proyek terintegrasi STEM pada pembuatan bioplastik dari bonggol jagung dalam konteks kimia hijau. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi

terhadap pengembangan pembelajaran yang lebih kontekstual, sekaligus mendukung peningkatan kemampuan berpikir kreatif siswa dan kesadaran terhadap isu keberlanjutan lingkungan.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, diperlukan perumusan masalah yang jelas sebagai dasar dalam pelaksanaan penelitian, sehingga arah dan fokus penelitian dapat ditetapkan secara sistematis dan terarah.

1. Bagaimana aktivitas pembelajaran berbasis proyek terintegrasi STEM dalam pembuatan bioplastik dari bonggol jagung dapat meningkatkan berpikir kreatif siswa?
2. Bagaimana peningkatan berpikir kreatif siswa setelah dilakukan penerapan pembelajaran berbasis proyek terintegrasi STEM pada pembuatan bioplastik dari bonggol jagung?
3. Bagaimana uji karakteristik bioplastik dari bonggol jagung yang dihasilkan?

C. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini dirumuskan sesuai dengan rumusan masalah yang telah ditetapkan untuk mengetahui penerapan pembelajaran berbasis proyek terintegrasi STEM dalam pembelajaran kimia.

1. Mendeskripsikan penerapan pembelajaran berbasis proyek terintegrasi STEM dalam pembuatan bioplastik dari bonggol jagung dapat meningkatkan berpikir kreatif siswa
2. Menganalisis peningkatan berpikir kreatif siswa setelah diterapkan pembelajaran berbasis proyek terintegrasi STEM dalam pembuatan bioplastik dari bonggol jagung pada materi kimia hijau.
3. Menganalisis karakteristik bioplastik dari bonggol jagung yang dihasilkan.

D. Manfaat Penelitian

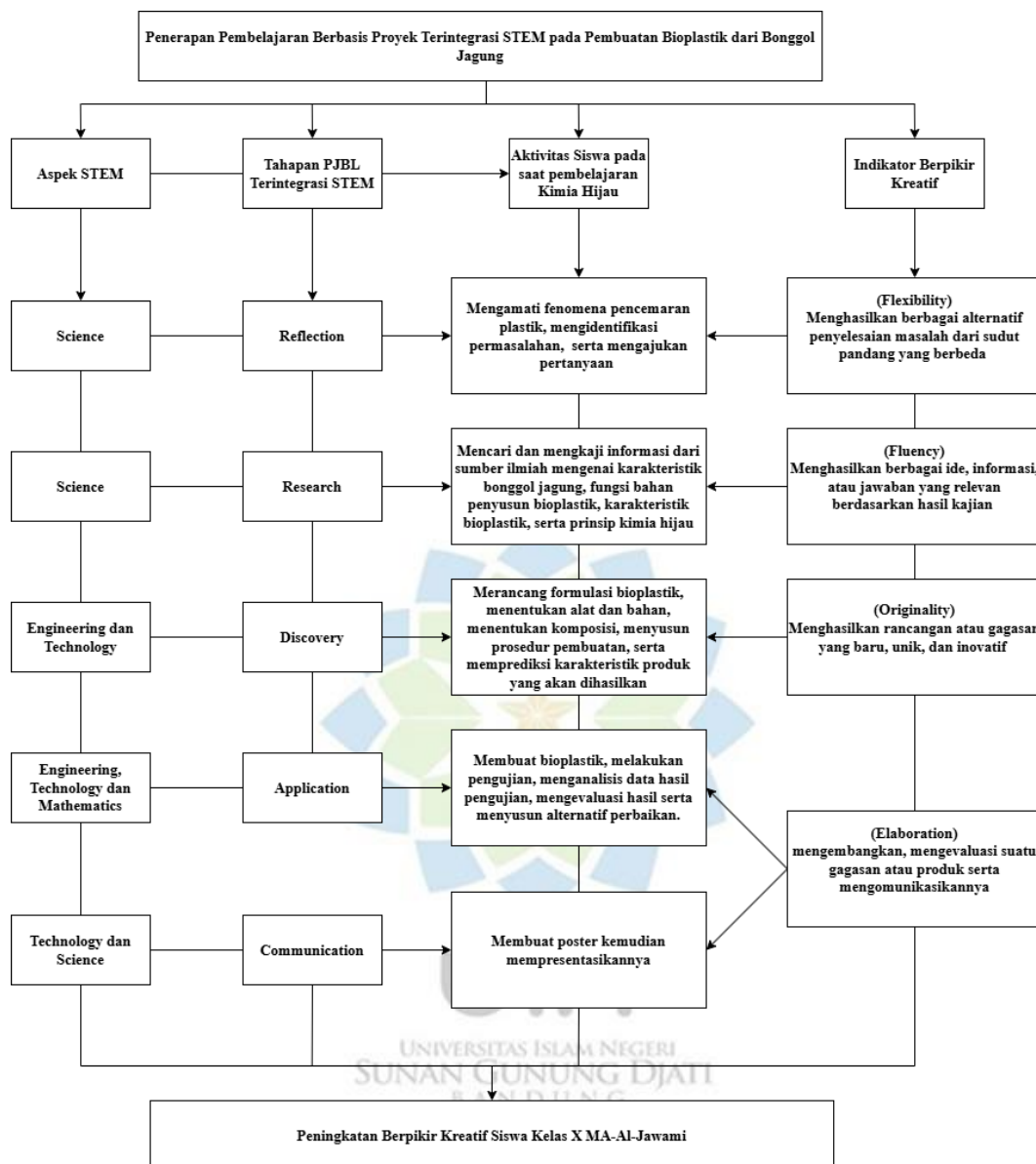
Dari penelitian yang dilakukan, diharapkan :

1. Dapat berkontribusi pada penguatan teoritis mengenai integrasi model PjBL-

- STEM dalam pembelajaran kimia hijau, khususnya terkait efektivitasnya dalam meningkatkan berpikir kreatif siswa sebagai salah satu kompetensi abad ke-21.
2. Dapat membantu siswa meningkatkan pemahaman mereka tentang isu pencemaran plastik dan solusi alternatif melalui kegiatan praktis pembuatan bioplastik.
 3. Dapat berkontribusi pada upaya pengurangan sampah plastik dengan memanfaatkan limbah bonggol jagung sebagai bahan bioplastik yang lebih ramah lingkungan.

E. Kerangka Pemikiran

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh pentingnya penerapan pembelajaran yang mampu mengaitkan konsep kimia dengan permasalahan nyata di lingkungan sekitar. Salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah melalui pembelajaran berbasis proyek (*Project Based Learning*/PjBL) yang terintegrasi STEM pada pembuatan bioplastik dari bonggol jagung sebagai implementasi materi kimia hijau. Kegiatan pembelajaran dirancang melalui beberapa tahapan PjBL, yaitu menganalisis masalah, mendesain proyek, melakukan percobaan, menyusun draf atau prototipe produk, mengevaluasi produk, serta mempublikasikan hasil proyek. Pada setiap tahapan, peserta didik menerapkan aspek *Science, Technology, Engineering, dan Mathematics* (STEM) yang berkaitan dengan prinsip kimia hijau, karakteristik bioplastik, perancangan percobaan, proses pembuatan produk, pengujian kualitas bioplastik, hingga penyajian hasil proyek. Keterlibatan peserta didik dalam rangkaian kegiatan tersebut diharapkan dapat mengembangkan indikator berpikir kreatif yang meliputi keluwesan berpikir (*flexibility*), orisinalitas (*originality*), kelancaran berpikir (*fluency*), dan elaborasi (*elaboration*). Hubungan antara tahapan PjBL, aspek STEM, indikator penerapan materi kimia hijau, dan indikator berpikir kreatif siswa yang menjadi dasar penelitian ini disajikan dalam Gambar 1.1



Gambar 1. 1 Kerangka Pemikiran

F. Hasil Penelitian Terdahulu

Beberapa riset sebelumnya yang berkaitan dengan judul penelitian ini adalah sebagai berikut :

Penelitian oleh Wahono dkk. (2020) menjadi rujukan penting mengenai efektivitas pembelajaran STEM berbasis proyek. Studi ini melakukan telaah sistematis terhadap berbagai implementasi PjBL-STEM di negara Asia dan menemukan bahwa model ini memberikan dampak positif terhadap kreativitas, kemampuan pemecahan masalah, serta keterlibatan siswa dalam proses

pembelajaran. Penelitian ini menegaskan bahwa integrasi PjBL dengan STEM mampu meningkatkan keterampilan berpikir tingkat tinggi, sehingga menjadi dasar kuat bagi penelitian ini yang bertujuan mengembangkan kreativitas siswa melalui proyek pembuatan bioplastik. Temuan tersebut menunjukkan bahwa PjBL-STEM secara konsisten memberikan ruang bagi siswa untuk mengeksplorasi ide, bereksperimen, dan memecahkan masalah nyata melalui pendekatan lintas-disiplin.

Selanjutnya Penelitian yang dilakukan oleh Wilson dkk. (2021) meneliti pengaruh penerapan kurikulum STEAM berbasis proyek terhadap kemampuan berpikir kreatif dan kritis siswa sekolah menengah. Dalam studi tersebut, siswa dilibatkan dalam serangkaian aktivitas yang menuntut mereka untuk merancang suatu produk, mengeksplorasi berbagai bahan, serta menyusun dan mempresentasikan karya mereka. Hasil penelitian menunjukkan adanya peningkatan signifikan pada empat indikator utama kreativitas, yaitu *fluency* (kelancaran menghasilkan ide), *flexibility* (keluwesan dalam berpikir), *originality* (keunikan ide), dan *elaboration* (kerincian dalam mengembangkan ide). Temuan ini mengonfirmasi bahwa kegiatan proyek yang memadukan unsur sains, teknologi, desain, dan seni dapat memberikan ruang luas bagi siswa untuk mengembangkan kemampuan berpikir kreatif dan kritis secara simultan.

Penelitian yang dilakukan oleh Wahyudi dkk. (2025) mengintegrasikan model *Project-Based Learning* (PjBL) dengan pendekatan STEM yang dipadukan dengan prinsip *green chemistry* dalam pembelajaran kimia di SMA. Penelitian ini menggunakan desain quasi-eksperimen dengan kelompok kontrol untuk melihat pengaruh pembelajaran terhadap kreativitas dan literasi lingkungan siswa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa siswa yang belajar melalui PjBL-STEM berbasis *green chemistry* mengalami peningkatan signifikan dalam keterampilan berpikir kreatif serta literasi lingkungan dibandingkan siswa pada kelas kontrol. Hal ini terjadi karena proyek yang diberikan menuntut siswa merancang solusi kimia ramah lingkungan, menganalisis dampak penggunaan bahan kimia terhadap lingkungan, serta menerapkan konsep sains, teknologi, rekayasa, dan matematika dalam

penyelesaian proyek. Penelitian ini memperkuat bukti bahwa integrasi PjBL–STEM dengan materi kimia hijau merupakan pendekatan efektif untuk meningkatkan kesadaran ekologis dan kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa.

Penelitian Indrasari & Wulandari (2023) juga menunjukkan efektivitas tinggi PjBL berbasis STEM dalam meningkatkan *ecoliteracy*. Dengan menggunakan desain *one-group pretest–posttest*, peneliti melaporkan nilai *N-Gain* tinggi (0,8), yang berarti adanya peningkatan kemampuan ekologis siswa secara signifikan. Proyek yang dilakukan berupa kegiatan pengolahan limbah lingkungan, yang membuat siswa terlibat langsung dengan masalah nyata. Penelitian ini relevan karena menunjukkan bahwa proyek lingkungan yang autentik mampu mengembangkan literasi lingkungan. Hal ini mendukung penelitianmu yang menggunakan proyek pembuatan bioplastik sebagai konteks pembelajaran lingkungan.

Penelitian Aziz (2024) mengkaji pemanfaatan limbah jagung, khususnya kulit jagung dan bonggol jagung, sebagai bahan untuk menghasilkan kemasan yang ramah lingkungan. Penelitian tersebut menggunakan pendekatan kombinasi dengan data kualitatif dan kuantitatif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa limbah jagung berpotensi dimanfaatkan sebagai bahan kemasan ramah lingkungan. Penelitian ini relevan karena menunjukkan bahwa limbah jagung dapat diolah menjadi produk yang memiliki nilai guna sekaligus menjadi alternatif untuk mengurangi pemanfaatan bahan kemasan konvensional.

Selanjutnya, penelitian Xie dkk. (2024) mengembangkan bioplastik berbahan dasar biomassa jagung menggunakan strategi pelarutan–regenerasi. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa bioplastik yang dihasilkan memiliki sifat mekanik yang baik, mudah terurai, dan memiliki potensi untuk didaur ulang. Penelitian ini relevan karena menunjukkan bahwa biomassa jagung dapat menghasilkan bioplastik dengan karakteristik yang mendukung penggunaannya sebagai material ramah lingkungan. Hasil tersebut memperkuat dasar pemilihan bonggol jagung sebagai bahan proyek pembuatan bioplastik dalam pembelajaran.