

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Penelitian

Pembelajaran kimia memiliki karakteristik tersendiri dan memerlukan keterampilan pada pemecahan masalah yang mencakup teori, konsep, aturan, dan fakta. Pada prosesnya, pembelajaran kimia saat ini cenderung terfokus pada ranah kognitif, sehingga kemampuan siswa dalam penggunaan logika untuk mendapatkan pemahaman akan gejala atau fenomena yang terjadi disekitar kurang terasah dengan baik (Helsy dkk., 2021). Hal ini salah satunya berdampak pada kemampuan siswa dalam menyusun *Scientific explanation*.

Kemampuan *Scientific explanation* sebagai kemampuan berpikir yang bertujuan untuk menyelesaikan suatu masalah melalui analisis bukti konkret yang didukung oleh argumen kuat, sehingga dapat menghasilkan kesimpulan yang logis dan terukur (Rojikin dkk., 2022). Penjelasan ilmiah atau *Scientific explanation* kerap mengintegrasikan pemahaman terhadap konsep dan teori ilmiah dalam upaya menjelaskan suatu fenomena. *Scientific explanation* ini terdiri dari tiga elemen utama, yakni *Claim*, *evidence* yang mendukung, serta *reasoning* yang berdasarkan prinsip-prinsip ilmiah (Jannah dkk., 2023). Kemampuan siswa di Indonesia dalam menyusun *Scientific explanation* masih tergolong rendah. Sebuah penelitian di SMA Negeri Pakusari mengungkapkan bahwa hanya 0,7% siswa yang mampu memberikan penjelasan ilmiah dengan kategori sangat baik, sementara 79,7% lainnya berada dalam kategori cukup. Fakta ini menggambarkan bahwa sebagian besar siswa belum memiliki kemampuan yang memadai dalam menyusun penjelasan ilmiah (Kurnianingrum, 2018).

Kemampuan *Scientific explanation* siswa perlu memperhatikan berbagai faktor pendukung dalam pembelajaran kimia. Salah satu faktor penting adalah penggunaan bahan ajar yang lebih terfokus pada penguatan pemahaman konsep. Dengan demikian, keberhasilan proses pembelajaran sangat dipengaruhi oleh efektivitas bahan ajar dalam meningkatkan pemahaman siswa terhadap materi yang disampaikan (Jannah dkk., 2023). Selain memanfaatkan bahan ajar untuk

meningkatkan pemahaman materi, diperlukan pula kegiatan praktikum yang bertujuan mengubah konsep-konsep abstrak menjadi lebih nyata. Untuk mendukung pelaksanaan praktikum tersebut, bahan ajar berupa lembar kerja berbasis masalah menjadi elemen penting yang harus disiapkan dan juga relevan dengan *Scientific explanation*.

Pada konteks pembelajaran, penerapan model pembelajaran berbasis masalah menjadi pendekatan yang sangat relevan. Model ini menekankan pada keterlibatan aktif siswa dalam menemukan solusi terhadap masalah nyata yang terjadi di lingkungan sekitarnya. Sajian masalah kontekstual dalam kehidupan nyata terdapat pada langkah-langkah model pembelajaran berbasis masalah yang dapat digunakan untuk menggali informasi dari pembelajaran kimia sehingga merangsang siswa untuk menyelidiki dan menemukan solusi dari permasalahan secara individu maupun kelompok (Kassab dkk., 2017). Pembelajaran berbasis masalah memfasilitasi keterlibatan siswa dalam penyelidikan yang mirip dengan praktik ilmiah nyata, sehingga menjadi pendekatan yang menjanjikan untuk meningkatkan kemampuan *Scientific explanation* yang melibatkan *Claim*, *evidence*, dan *reasoning*.

Penerapan pembelajaran berbasis masalah ini dapat diaplikasikan dengan menggunakan media pembelajaran seperti lembar kerja (LK). Penggunaan lembar kerja dapat melibatkan siswa untuk ikut dalam kegiatan belajar yang eksploratif, kolaboratif, dan reflektif. Sehingga dapat meningkatkan kesadaran ekologis mereka secara bertahap (Ichsan dkk., 2020). Selain itu, lembar kerja juga dapat membantu guru merencanakan pembelajaran dan membantu siswa mencatat apa yang dipelajari selama kegiatan belajar mengajar (Fahmidani dkk., 2019). Oleh karena itu, penggunaan lembar kerja yang dirancang secara kontekstual dapat menjadi salah satu sarana efektif untuk menanamkan dan meningkatkan kemampuan *Scientific explanation* siswa melalui kegiatan pembelajaran yang aktif, bermakna, serta mendorong siswa menghubungkan konsep sains dengan permasalahan nyata di lingkungan sekitar (Lamapaha, 2017).

Kemampuan *scientific explanation* siswa dapat ditingkatkan melalui pembelajaran yang memberikan kesempatan kepada siswa untuk terlibat secara

aktif dalam mengamati fenomena, melakukan penyelidikan, menganalisis data, serta menyusun penjelasan berdasarkan bukti ilmiah. Salah satu konteks pembelajaran yang dapat memfasilitasi proses tersebut adalah kegiatan praktikum yang mengintegrasikan konsep-konsep kimia dengan permasalahan nyata. Dalam penelitian ini, konteks tersebut diwujudkan melalui pembuatan bioetanol dari limbah kulit singkong, yang memungkinkan siswa mengkaji setiap tahapan proses secara ilmiah dan mengembangkan penjelasan berdasarkan hubungan antara *claim*, *evidence*, dan *reasoning*. Sintesis bioetanol salah satu solusi strategis dalam menghadapi krisis energi global dan permasalahan perubahan iklim. Bioetanol sebagai energi terbarukan tidak hanya berpotensi menggantikan bahan bakar fosil yang semakin menipis, tetapi juga menawarkan solusi untuk berbagai permasalahan lingkungan melalui penurunan emisi gas rumah kaca. Selain itu, pemanfaatan biomassa dan limbah pertanian sebagai bahan baku bioetanol mendukung konsep keberlanjutan (Lamapaha, 2017).

Salah satu jenis limbah agroindustri yang dapat digunakan sebagai bahan baku bioetanol adalah kulit singkong (*manihot esculenta*). Kulit singkong cocok dijadikan bahan baku pembuatan bioetanol karena memiliki kandungan karbohidrat yang cukup tinggi, terutama dalam bentuk pati dan serat (selulosa dan hemiselulosa) yang dapat dikonversi menjadi gula sederhana melalui proses hidrolisis. Gula sederhana tersebut selanjutnya difermentasi oleh mikroorganisme, seperti *Saccharomyces cerevisiae*, untuk menghasilkan etanol. Kandungan pati pada kulit singkong, meskipun lebih rendah dibandingkan daging umbinya, tetap berpotensi sebagai sumber substrat fermentasi sehingga layak dimanfaatkan sebagai bahan baku bioetanol. Singkong merupakan salah satu makanan pokok di negara-negara tropis, termasuk Indonesia. Tanaman singkong di Indonesia cukup melimpah, dan penggunaan singkong di Indonesia mencapai 18,9 juta ton per tahun. Artinya, limbah kulit dalam yang berwarna putih dapat mencapai 1,5- 2,8 juta ton, sedangkan limbah kulit luar yang berwarna coklat mencapai 0,04-0,09 juta ton (Widyastuti, 2019). Dengan demikian, melimpahnya limbah kulit singkong yang selama ini belum dimanfaatkan secara optimal menunjukkan adanya potensi besar untuk dikembangkan menjadi bahan baku bernilai tambah, khususnya sebagai

sumber energi terbarukan seperti bioetanol. Limbah kulit singkong mengandung pati sekitar 59% dan karbohidrat sekitar 60-70% yang dapat dihidrolisis menjadi gula sederhana dan kemudian difermentasi menjadi etanol.

Banyak studi telah meneliti produksi bioetanol dari limbah kulit singkong, namun fokus utamanya terletak pada optimasi teknis seperti pra-perlakuan, hidrolisis, atau efisiensi fermentasi (Adekunle dkk., 2025). Hingga saat ini, masih sedikit studi yang memanfaatkan produksi bioetanol sebagai konteks untuk pembelajaran kimia dengan menggunakan pendekatan berbasis masalah, dan pembuatan bioetanol dari limbah kulit singkong untuk meningkatkan kemampuan *Scientific explanation* siswa masih belum pernah diterapkan. Padahal, tema produksi bioetanol dari limbah kulit singkong dapat dituangkan pada lembar kerja praktikum. Oleh karena itu, diperlukan penelitian yang tidak hanya menitikberatkan pada aspek teknis produksi bioetanol, tetapi juga mengintegrasikannya sebagai konteks pembelajaran kimia guna meningkatkan kemampuan *Scientific explanation* siswa. Kebaruan dalam penelitian ini terletak pada penggunaan pembelajaran berbasis masalah dalam pembuatan bioetanol dari limbah kulit singkong, yang bertujuan untuk meningkatkan kemampuan *Scientific explanation* siswa. Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan, maka dari itu peneliti hendak melaksanakan penelitian yang berjudul **“Penerapan Pembelajaran Berbasis Masalah pada Pembuatan Bioetanol dari Limbah Kulit Singkong untuk Meningkatkan Kemampuan *Scientific explanation* Siswa”**.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang masalah yang dikemukakan, maka dapat dirumuskan permasalahan yang akan dihadapi yaitu :

1. Bagaimana aktivitas siswa dalam penerapan pembelajaran berbasis masalah pada pembuatan Bioetanol dari Limbah Kulit Singkong?
2. Bagaimana peningkatan Kemampuan *Scientific explanation* siswa setelah penerapan pembelajaran berbasis masalah dalam pembuatan Bioetanol dari Limbah Kulit Singkong?
3. Bagaimana karakteristik bioetanol dari limbah kulit singkong yang telah dihasilkan?

C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan masalah yang telah dirumuskan, maka penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mendeskripsikan aktivitas siswa pada penerapan pembelajaran berbasis masalah dalam peningkatan kemampuan *Scientific explanation* siswa pada pembuatan bioetanol dari limbah kulit singkong.
2. Menganalisis peningkatan kemampuan *Scientific explanation* siswa dalam pembuatan bioetanol dari limbah kulit singkong.
3. Mendeskripsikan karakteristik bioetanol dari limbah kulit singkong yang dihasilkan.

D. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat diantaranya sebagai berikut:

1. Pembelajaran berbasis masalah membantu siswa memahami konsep secara lebih mendalam karena mereka belajar melalui pengalaman nyata, bukan sekedar teori. Melalui proyek, siswa dapat mengaitkan konsep kimia sehingga pembelajaran menjadi lebih efektif.
2. Diharapkan bahwa penelitian ini menjadi salah satu cara untuk menangani limbah organik yang dapat merusak lingkungan
3. Menyampaikan pengetahuan baru kepada pembaca mengenai cara pembuatan bioetanol dari limbah kulit singkong.

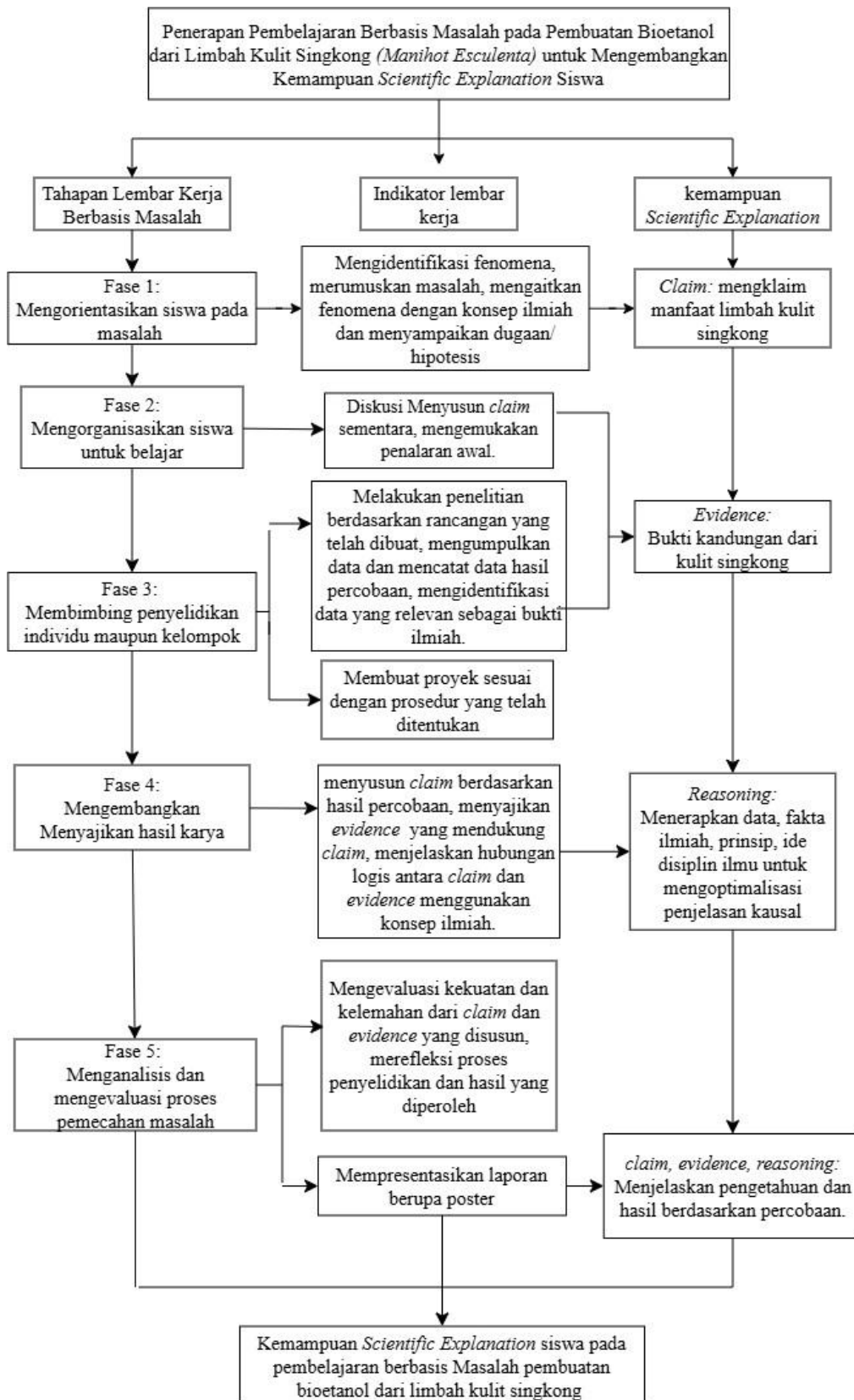
E. Kerangka Berpikir

Merujuk penelitian dari jurnal terkait, ilmu kimia membutuhkan pengembangan serta penerapan melalui eksperimen dengan standar tertentu, tidak dapat hanya disampaikan secara teoritis saja (Islamiati, dkk., 2023). Melalui pelaksanaan eksperimen dalam pembelajaran berfungsi untuk memperdalam dan memperkuat pemahaman konsep-konsep teori yang telah dipelajari. Pembuatan bioetanol berbahan dasar kulit singkong merupakan pengimplementasian proses pemecahan suatu permasalahan.

Pembuatan bioetanol dari limbah kulit singkong dan buah jeruk ini dirancang dalam suatu lembar kerja berbasis masalah, yang disusun melalui tahapan-tahapan

sebagai berikut: mengorientasikan siswa pada masalah, 2) mengorganisasikan siswa untuk belajar, 3) membantu penyelidikan individu maupun kelompok, 4) mengembangkan dan menyajikan hasil kerja, 5) menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah. Hal tersebut disajikan dalam kerangka berpikir pada Gambar 1.1.





Gambar 1.1 Kerangka Berpikir

F. Hasil Penelitian Terdahulu

Terdapat penelitian-penelitian sebelumnya yang mendukung penelitian ini, diantaranya: Penelitian yang dilakukan oleh Fitriani, dkk (2022) menunjukkan bahwa penerapan *Problem Based Learning* (PBL) atau Pembelajaran Berbasis Masalah pada pembelajaran kimia materi larutan penyangga mampu meningkatkan kemampuan *Scientific explanation* siswa secara signifikan. Penelitian menggunakan desain *nonequivalent control group design* dengan data kuantitatif berupa skor *pretest* dan *posttest*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai rata-rata *N-gain* kemampuan *Scientific explanation* pada kelas eksperimen mencapai 0,71 dengan kategori tinggi, sedangkan kelas kontrol hanya mencapai 0,42 dengan kategori sedang. Selain itu, persentase siswa yang mampu menyusun penjelasan ilmiah lengkap berdasarkan aspek *Claim*, *evidence*, dan *reasoning* meningkat dari 34% menjadi 82% setelah diterapkannya model pembelajaran berbasis masalah. Hasil tersebut menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis masalah efektif dalam melatih siswa menjelaskan fenomena kimia secara ilmiah dan sistematis.

Penelitian lain yang dilakukan oleh Purba, dkk (2023) pada pembelajaran kimia materi laju reaksi menunjukkan bahwa penerapan model *Problem Based Learning* memberikan pengaruh signifikan terhadap peningkatan kemampuan *Scientific explanation* siswa. Penelitian menggunakan metode kuasi eksperimen dengan data kuantitatif berupa hasil *pretest* dan *posttest* siswa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata skor kemampuan *Scientific explanation* siswa meningkat dari 48,7 menjadi 83,5 setelah penerapan PBL. Hasil uji statistik memperoleh nilai signifikansi sebesar 0,000 ($<0,05$), yang menunjukkan bahwa model PBL berpengaruh signifikan terhadap kemampuan siswa dalam menyusun penjelasan ilmiah pada pembelajaran kimia. Selain itu, siswa menjadi lebih aktif dalam menghubungkan hasil percobaan dengan teori kimia selama proses pembelajaran berlangsung.

Penelitian yang dilakukan oleh Sari, dkk (2021) menunjukkan bahwa penerapan *Problem Based Learning* (PBL) pada pembelajaran kimia materi kesetimbangan kimia dapat meningkatkan kemampuan *Scientific explanation* siswa secara signifikan. Penelitian menggunakan metode kuasi eksperimen dengan desain

pretest-posttest control group. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata nilai kemampuan *Scientific explanation* siswa pada kelas eksperimen meningkat dari 52,3 menjadi 80,6, sedangkan kelas kontrol hanya meningkat dari 50,8 menjadi 67,4. Nilai *N-gain* kelas eksperimen sebesar 0,68 termasuk kategori sedang-tinggi dan lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol sebesar 0,39. Peningkatan tersebut terlihat pada kemampuan siswa dalam menyusun *Claim*, menggunakan *evidence* berdasarkan data percobaan, serta memberikan *reasoning* yang sesuai dengan konsep kesetimbangan kimia. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model PBL efektif membantu siswa memahami konsep kimia melalui pemecahan masalah kontekstual dan penjelasan ilmiah yang sistematis.

Penelitian yang dilakukan oleh Laksmi, dkk (2021) menunjukkan bahwa penerapan *Problem Based Learning* (PBL) memberikan peningkatan yang signifikan terhadap kemampuan *Scientific explanation* siswa pada materi lingkungan. Penelitian menggunakan metode kuasi eksperimen dengan desain *pretest-posttest control group*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai rata-rata kemampuan *Scientific explanation* siswa meningkat dari 56,4 menjadi 81,2 setelah penerapan PBL, sedangkan kelas kontrol hanya meningkat dari 55,1 menjadi 68,3. Peningkatan tersebut terlihat pada aspek *Claim*, *evidence*, dan *reasoning*, dimana siswa lebih mampu memberikan penjelasan ilmiah berdasarkan data dan konsep sains yang relevan setelah mengikuti pembelajaran berbasis masalah.

Penelitian yang dilakukan oleh Jati dan Widayatno (2022) mengenai pembuatan bioetanol dari limbah kulit singkong menunjukkan bahwa variasi konsentrasi ragi dan lama fermentasi berpengaruh terhadap kadar etanol yang dihasilkan. Kadar bioetanol tertinggi diperoleh pada penggunaan ragi 30% dengan fermentasi 5 hari sebesar 8,09%. Penelitian ini membuktikan bahwa limbah kulit singkong memiliki potensi sebagai bahan baku bioetanol melalui proses fermentasi. Namun, penelitian tersebut masih memiliki kelemahan karena belum mengkaji pengaruh suhu fermentasi dan proses destilasi terhadap kemurnian bioetanol yang dihasilkan sehingga kualitas akhir bioetanol belum dianalisis secara mendalam.

Penelitian yang dilakukan oleh Maharani, Hasan, dan Yuniar (2026) meneliti pengaruh variasi konsentrasi H_2SO_4 pada proses hidrolisis terhadap produksi

bioetanol dari limbah kulit singkong. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi H_2SO_4 0,6 N menghasilkan kadar glukosa dan etanol tertinggi dibandingkan variasi lainnya. Penelitian ini membuktikan bahwa konsentrasi asam berpengaruh terhadap efektivitas hidrolisis pati menjadi glukosa.

