

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Kemajuan pendidikan di era revolusi industri 4.0 menuntut peserta didik untuk mengasah kemampuan *scientific explanation*. Kemampuan ini memegang peranan penting dalam membantu peserta didik memahami berbagai fenomena secara ilmiah berdasarkan konsep yang relevan (Wang, 2015). Pemahaman konsep ilmiah mendukung peserta didik dalam menemukan informasi yang relevan dengan fenomena yang diamati (Oktavianti dkk, 2018). Kemampuan *scientific explanation* merupakan keterampilan esensial yang perlu dimiliki oleh peserta didik untuk menjelaskan suatu fenomena, karena kemampuan ini melibatkan penguraian konsep-konsep ilmiah berdasarkan pengetahuan dan bukti yang terverifikasi (de la Chica, 2007).

Pengembangan kemampuan ini sangat penting agar peserta didik dapat memperluas pengetahuan mereka sesuai dengan teori yang mendasarinya (Suhandi dkk, 2018). Berbagai penelitian telah dilakukan untuk mengukur kemampuan *scientific explanation*. McNeill dkk (2006) mengevaluasi kemampuan peserta didik dalam membangun pola *scientific explanation*, sementara Driver dkk (2000) meneliti pola penjelasan ilmiah peserta didik di dalam kelas. Meskipun demikian, peserta didik masih menghadapi kesulitan dalam mengembangkan kemampuan *scientific explanation* (Hsu dkk, 2015). Salah satu penyebabnya adalah peserta didik cenderung menerima penjelasan yang diberikan tanpa berusaha berpikir kritis untuk menyusun penjelasan ilmiah dan mengaitkannya dengan teori yang mendasari fenomena tersebut (Tang & Putra, 2018). Mereka sering hanya mengulangi penjelasan yang telah diberikan tanpa mampu menguraikan alasan yang mendasari pilihan penjelasan tersebut (Sampson dkk, 2011). Oleh karena itu, perlu dilakukan kajian lebih mendalam untuk mengeksplorasi pola kemampuan *scientific explanation* pada peserta didik.

Kemampuan *scientific explanation* pada peserta didik diharapkan dapat mendukung pencapaian tujuan pembelajaran secara optimal. Penting bagi guru

untuk mengetahui pengetahuan awal peserta didik agar dapat merancang strategi pembelajaran yang sesuai dengan kebutuhan mereka. Pengetahuan awal yang kuat akan menjadi pondasi penting dalam mendukung proses pembelajaran berikutnya, terutama yang dirancang untuk memfasilitasi perkembangan peserta didik secara optimal (Rahmat dkk, 2016). Menurut Dochy dkk (2002), pengetahuan awal peserta didik memainkan peran krusial dalam mendukung pembentukan konsep dan pengolahan informasi yang tersimpan dalam memori. Setiap peserta didik memiliki tingkat kemampuan yang beragam, termasuk dalam kemampuan *scientific explanation*. Untuk mengatasi permasalahan tersebut yaitu dengan menggunakan pendekatan yang sesuai seperti pembelajaran berbasis proyek.

Menurut penelitian Hiasa dan Supadi (2020), penerapan model pembelajaran berbasis proyek dapat meningkatkan hasil belajar siswa, terutama dalam pemahaman teori (Kamariah dkk, 2022). Hiasa dan Supadi (2020) menjelaskan bahwa pembelajaran berbasis proyek adalah model pembelajaran yang menggunakan proyek, seperti proyek pembuatan buku saku. Dalam penerapannya, siswa diberikan tugas untuk membuat buku saku sebagai media eksplorasi, penilaian, interpretasi, sintesis, dan penyajian informasi, yang bertujuan untuk menghasilkan pencapaian belajar yang lebih optimal.

Tahapan model pembelajaran berbasis proyek mendorong siswa untuk aktif berdiskusi dengan teman-temannya. Dengan demikian, selain belajar secara individu, siswa juga dapat meningkatkan kerja sama dalam kelompok. Hal ini memungkinkan siswa menemukan lebih banyak hal baru dan mengembangkan kreativitas mereka melalui proyek yang diberikan. Diskusi hasil proyek dilakukan secara kontekstual, sehingga pembelajaran menjadi lebih bermakna dan relevan dengan kebutuhan belajar siswa (Suhartini, 2024). Penerapan berbasis proyek dengan menggunakan media pembelajaran seperti Lembar Kerja (LK) dapat meningkatkan hasil belajar peserta didik.

Lembar kerja berbasis proyek telah terbukti efektif dalam meningkatkan pemahaman siswa terhadap materi kimia, karena mendorong keterlibatan aktif siswa dalam proyek yang sesuai dengan topik pembelajaran. Pendekatan ini juga dapat meningkatkan rasa puas siswa terhadap pengalaman belajar mereka

(Rahmatullah dkk, 2021). Lembar kerja berbasis proyek dirancang melalui enam tahapan utama, yaitu menganalisis permasalahan dari wacana yang diberikan, merencanakan proyek, melaksanakan percobaan berdasarkan prosedur, menyusun draft percobaan, memulai, memperbaiki, dan mengukur kualitas produk yang dihasilkan, serta menyelesaikan dan mempublikasikan produk akhir (Sukmawardani dkk, 2021).

Pembelajaran kimia melalui lembar kerja berbasis proyek dapat dilakukan dengan membuat plastik *biodegradable* menggunakan limbah kulit buah naga merah. Menurut penelitian, pektin dari kulit buah limbah dapat digunakan sebagai pengganti polisakarida dalam pembuatan bahan *biodegradable*. Saat ini, sekitar 50% kulit buah kulit biasanya dibuang begitu saja setelah dikonsumsi, padahal secara halus dapat diubah menjadi sebuah komposisi. Potensi pemanfaatan limbah kulit buah lainnya mencakup pemanfaatan kulit naga dalam produksi asam asetat di bidang pangan. Oleh karena itu, pemanfaatan limbah kulit buah sebagai sumber bahan *biodegradable* menjadi solusi yang potensial dalam mengurangi limbah organik serta mendukung pengembangan material ramah lingkungan. Limbah kulit buah naga, khususnya, memiliki kandungan polisakarida seperti pektin dan selulosa, yang berperan penting dalam pembuatan plastik *biodegradable* (Putra dkk, 2020).

Pektin adalah salah satu bahan utama dalam pembuatan plastik *biodegradable*. Senyawa polisakarida kompleks ini terutama terdiri dari asam D-galakturonat (Fitriani dkk, 2003). Pektin dapat diekstraksi dari kulit berbagai jenis buah, termasuk pisang, jeruk bali, dan buah naga. Kulit buah naga khususnya, memiliki potensi besar sebagai sumber pektin yang berkelanjutan. Selain dikonsumsi secara langsung, buah naga juga sering diolah menjadi berbagai produk pangan lainnya. Kulit buah naga, yang memiliki berat sekitar 30–35% dari total berat buah, sering kali tidak dimanfaatkan dan hanya dibuang sebagai limbah, berpotensi menimbulkan pencemaran lingkungan. Padahal, kulit buah naga mengandung sekitar 10,8% pektin yang dapat digunakan sebagai bahan pembuatan *biodegradable* (Jamilah, 2011). Namun, metode ekstraksi konvensional dengan pemanasan berlebih dapat merusak pektin sehingga menurunkan kualitasnya

(Sudiyono, 2012). Selain itu, waktu ekstraksi yang lama juga meningkatkan kebutuhan energi untuk pemanasan (Purwanto, 2010).

Dengan demikian, meskipun kulit buah naga berpotensi sebagai sumber pektin untuk pembuatan plastik *biodegradable*, diperlukan upaya lebih lanjut untuk meningkatkan kualitas dan karakteristik plastik yang dihasilkan. Salah satu cara yang dapat dilakukan adalah dengan menambahkan zat aditif seperti gliserol, yang berperan sebagai *plasticizer* guna memperbaiki sifat mekanik dan fungsional plastik *biodegradable* berbasis pektin. Gliserol adalah *plasticizer* yang efisien karena mampu melemahkan ikatan hidrogen internal pada hubungan intermolekuler (Kirk dkk, 2012). Gliserol sepenuhnya larut dalam air dan alkohol, tetapi tidak larut dalam minyak. Sebaliknya, sejumlah zat lebih mudah larut dalam gliserol dibandingkan dengan air atau alkohol, sehingga gliserol dianggap sebagai pelarut yang efektif (Yusmarlela, 2009). *Plasticizer* memiliki kegunaan karena mampu meningkatkan elastisitas dan ekstensibilitas material, fleksibilitas, menghindarkan material dari keretakan, serta meningkatkan permeabilitas terhadap gas, uap air, dan zat terlarut (Darni dkk, 2009).

Selain penggunaan gliserol sebagai *plasticizer*, penambahan biopolimer lain juga dapat meningkatkan kualitas plastik *biodegradable* yang dihasilkan. Salah satu biopolimer yang sering digunakan adalah kitosan, yang dapat memperbaiki sifat mekanik plastik melalui pembentukan ikatan hidrogen dengan amilosa dan amilopektin dalam pati. Dalam pembuatan plastik *biodegradable*, kitosan berperan sebagai komponen yang mempercepat degradasi plastik di tanah, karena kitosan memiliki sifat biodegradabilitas yang tinggi serta kemampuan antibakteri yang baik. Beberapa penelitian telah melaporkan adanya ekstraksi pektin dari buah naga (Rahmati dkk, 2020). Kulit buah naga, dengan kandungan pektin hingga 39%, langsung menjadi pilihan yang praktis dan menarik untuk ekstraksi pektin (Truong dkk, 2020). Selain itu, penelitian sebelumnya telah menunjukkan bahwa kulit buah naga dapat digunakan sebagai bahan baku untuk ekstraksi pektin (Tongkham dkk, 2017). Berat kulit buah naga sebesar 30-35% dari berat buah mengandung pektin $\pm 10,8\%$ (Listyarini dkk, 2020).

Sejumlah penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa pektin yang terkandung di dalam kulit buah naga merah dinyatakan efektif untuk pembuatan plastik *biodegradable*. Namun belum ada yang mengimplementasikan pemanfaatan limbah kulit buah naga merah pada pembuatan plastik *biodegradable* dalam bentuk Lembar Kerja (LK). Oleh karena itu, peneliti mengangkat judul penelitian yang berjudul “Penerapan Model Pembelajaran Berbasis Proyek Pada Pembuatan Plastik *Biodegradable* Dari Kulit Buah Naga Merah Untuk Mengembangkan *Scientific Explanation*”.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang penelitian di atas, diperoleh rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana aktivitas pembelajaran peserta didik pada penerapan lembar kerja berbasis proyek pada pembuatan plastik *biodegradable* dengan pemanfaatan kulit buah naga merah?
2. Bagaimana kemampuan *scientific explanation* peserta didik setelah penerapan lembar kerja berbasis proyek pada pembuatan plastik *biodegradable* dengan pemanfaatan kulit buah naga merah?
3. Bagaimana hasil uji karakteristik plastik *biodegradable* dari kulit buah naga merah?

C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah diuraikan, maka tujuan penelitian yang ingin dicapai, yaitu:

1. Mendeskripsikan aktivitas pembelajaran peserta didik pada penerapan lembar kerja berbasis proyek pada pembuatan plastik *biodegradable* dengan pemanfaatan kulit buah naga merah.
2. Menganalisis kemampuan *scientific explanation* peserta didik setelah penerapan lembar kerja berbasis proyek pada pembuatan plastik *biodegradable* dengan pemanfaatan kulit buah naga merah.

3. Menganalisis hasil uji karakteristik plastik *biodegradable* dari kulit buah naga merah.

D. Manfaat Penelitian

Adapun beberapa manfaat yang diharapkan setelah dilakukan :

1. Bagi guru penelitian ini dapat memberikan alternatif model pembelajaran kontekstual berbasis proyek yang relevan dengan isu lingkungan, sehingga mendukung pengembangan keterampilan abad ke-21 siswa serta memfasilitasi pembelajaran kimia yang lebih bermakna dan aplikatif.
2. Penelitian ini bermanfaat dalam meningkatkan keterlibatan aktif siswa dalam pembelajaran, mengembangkan kemampuan *scientific explanation*, serta meningkatkan kesadaran terhadap pemanfaatan limbah organik dalam kehidupan sehari-hari.
3. Bagi peneliti lain, hasil penelitian ini dapat menjadi referensi untuk pengembangan penelitian serupa, khususnya dalam pengembangan bahan ajar berbasis proyek yang mengintegrasikan isu lingkungan dan sains terapan dalam pembelajaran kimia.

E. Kerangka Berpikir

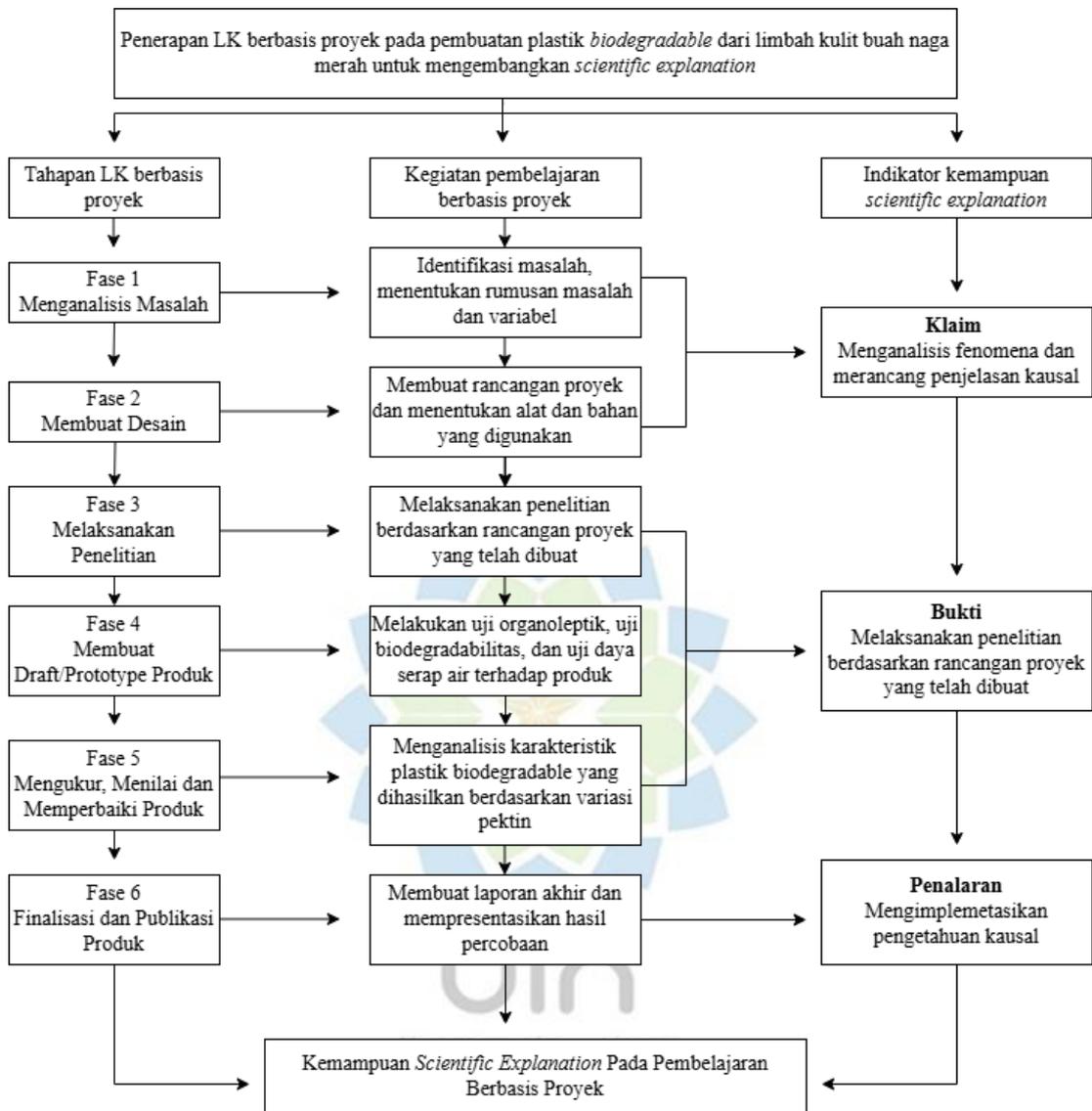
Penelitian ini menggunakan lembar kerja berbasis proyek untuk membuat plastik *biodegradable* dari limbah kulit buah naga merah. Lembar kerja berbasis proyek terdiri dari enam tahapan, termasuk mengidentifikasi masalah, merancang desain, melaksanakan penelitian, menyusun draft produk, mengukur menilai dan memperbaiki produk, serta finalisasi dan publikasi produk (Apipah dkk, 2019).

Pemanfaatan kulit buah naga merah diharapkan dapat menjadi salah satu alternatif ekstraksi pektin yang dapat diubah menjadi plastik ramah lingkungan dan *biodegradable*. Asam mineral encer, seperti asam klorida, sulfat, atau nitrat, biasanya digunakan dalam proses ekstraksi pektin. Ada beberapa jenis asam yang sering digunakan, antara lain asetat, sitrat, klorida, nitrat, oksalat, fosfat, dan sulfur. Di antara jenis asam tersebut, asam sitrat terbukti menghasilkan ekstrak pektin dengan kualitas dan kuantitas yang lebih tinggi dibandingkan dengan asam lainnya.

Pendekatan yang diterapkan dalam penelitian ini adalah pembelajaran berbasis proyek, yang dirancang untuk mengembangkan kemampuan *scientific explanation* siswa. Dalam pembelajaran berbasis proyek, siswa ditempatkan sebagai pusat proses pembelajaran, dengan fokus pada pembuatan produk yang didasarkan pada penjelasan ilmiah. Pendekatan ini sangat efektif untuk mengembangkan kemampuan *scientific explanation*, karena tidak hanya menuntut siswa untuk menghasilkan produk, tetapi juga mendorong keterlibatan aktif siswa dalam proses penyelidikan, perancangan, dan penjelasan fenomena ilmiah. Pembelajaran berbasis proyek menyediakan wadah yang ideal bagi siswa untuk mengembangkan kemampuan *scientific explanation* dalam konteks yang relevan.

Model pembelajaran berbasis proyek ini dapat membantu mengembangkan kemampuan *scientific explanation* yaitu : klaim, yaitu pernyataan atau jawaban yang akan diajukan, kedua bukti atau data ilmiah yang mendukung klaim, dan terakhir adalah penalaran yang menjelaskan bagaimana bukti mendukung pernyataan (Muliardi dkk, 2018). Dengan demikian keterkaitan aspek tersebut dan tahapan pembelajaran berbasis proyek mencapai tujuan pembelajaran yang tepat.

Dalam pembelajaran berbasis proyek, siswa tidak hanya diarahkan untuk menguasai fakta-fakta ilmiah, tetapi juga dituntut untuk mengimplementasikan pengetahuan tersebut dalam merancang produk atau solusi yang didasari oleh prinsip ilmiah yang jelas. Dengan demikian, fokus utama pembelajaran tidak semata-mata terletak pada hasil akhir proyek, melainkan pada proses investigasi ilmiah yang menjadi landasan dalam pencapaian hasil tersebut. Dengan gagasan dan ide yang telah disampaikan, penelitian ini mengembangkan lembar kerja berbasis proyek dalam pembuatan plastik *biodegradable* dari limbah kulit buah naga merah untuk mengembangkan *scientific explanation*. Kerangka pemikiran penelitian ini disajikan dalam Gambar 1.1 .



Gambar 1.1 Kerangka Berpikir

F. Hasil Penelitian Terdahulu

Dalam penelitian ini, penulis merujuk pada sejumlah studi sebelumnya yang relevan dengan topik yang dibahas. Salah satu referensi yang digunakan adalah penelitian oleh Sarah, Siti (2023) dengan judul "*Penerapan Lembar Kerja Berbasis Proyek untuk Mengembangkan Keterampilan Berpikir Kreatif pada Pembuatan Plastik Biodegradable dari Limbah Pati dengan Penambahan Ekstrak Kulit Jeruk.*" Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa lembar kerja berbasis proyek berjalan dengan lancar dan sesuai dengan tujuan pembelajaran yang telah ditetapkan, dengan tingkat keberhasilan sebesar 88%. Dengan skor rata-rata 90%, kemampuan siswa dalam menjelaskan pekerjaan sangat baik. kelompok-kelompok siswa berpikir kreatif yang ditunjukkan oleh kelompok-kelompok berada pada tingkat empat, masuk dalam ditat kreatif. Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa penggunaan lembar kerja berbasis proyek efektif dalam menumbuhkan pemikiran kreatif.

Kurniawan dan Adenia (2022) melakukan penelitian mengenai ekstraksi pektin dari kulit buah naga merah (*Hylocereus polyrhizus*) menggunakan pelarut asam sitrat serta penerapannya sebagai polimer plastik *biodegradable*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa optimasi kondisi ekstraksi mampu menghasilkan pektin dengan kualitas baik, ditunjukkan oleh rendemen, derajat esterifikasi, serta kapasitas gel yang memadai. Pektin yang diperoleh kemudian berhasil digunakan sebagai bahan dasar pembuatan plastik *biodegradable*. Temuan ini membuktikan bahwa kulit buah naga merah berpotensi besar dimanfaatkan sebagai sumber polimer alami yang ramah lingkungan dan dapat mendukung pengembangan material alternatif pengganti plastik sintetis.

Susanto (2024) mengemukakan bahwa hasil penelitian menunjukkan bahwa persentase aktivitas mahasiswa dan nilai rata-rata dalam menyelesaikan LK masing-masing mencapai 84 dan 91, yang termasuk dalam kategori sangat baik. Rata-rata nilai untuk aspek keterampilan STREM mencapai 81, yang juga berada dalam kategori sangat baik. Berdasarkan hubungan antara persentase aktivitas, lembar kerja, dan keterampilan STREM, dapat disimpulkan bahwa penerapan

pembelajaran berbasis proyek dalam pembuatan bioplastik dari kulit pisang dapat meningkatkan keterampilan STREAM mahasiswa.

Berbagai studi telah mengkaji efektivitas model pembelajaran berbasis proyek pada beragam topik materi, dan hasilnya menunjukkan bahwa pendekatan tersebut mampu meningkatkan hasil belajar serta pemahaman konsep peserta didik. Kendati demikian, penerapan model pembelajaran berbasis proyek yang secara khusus dirancang untuk mengukur kemampuan *scientific explanation* masih jarang dilakukan dan referensi ilmiahnya pun relatif terbatas. Kemampuan *scientific explanation* umumnya dapat dievaluasi melalui tes akhir (*posttest*). Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Rojikin (2022), ditemukan bahwa kemampuan *scientific explanation* peserta didik mengalami peningkatan setelah penggunaan e-modul, dengan rata-rata nilai *pretest* sebesar 54 dan rata-rata nilai *posttest* meningkat menjadi 82. Temuan ini menunjukkan bahwa penggunaan e-modul memberikan kontribusi yang signifikan terhadap peningkatan kemampuan *scientific explanation* pada peserta didik.

Penelitian yang dilakukan oleh Mi'raj (2023) mengenai penerapan model pembelajaran berbasis proyek dalam pembuatan es krim dari limbah kulit buah-buahan menunjukkan hasil yang signifikan dalam pengembangan kreativitas siswa. Rata-rata aktivitas siswa selama pembelajaran berbasis proyek ini mencapai 90,6%, yang termasuk dalam kategori sangat baik. Penilaian terhadap lembar kerja berbasis proyek memperoleh rata-rata nilai 84, juga berada pada kategori sangat baik. Kreativitas siswa diukur melalui beberapa aspek, yaitu aspek person sebesar 83,3%, aspek press 91,6%, aspek process 91,6%, dan aspek product 95,8%, dengan rata-rata keseluruhan mencapai 90,6%, yang tergolong sangat kreatif. Berdasarkan hasil ini, dapat disimpulkan bahwa penerapan model pembelajaran berbasis proyek pada pembuatan es krim dari limbah kulit buah-buahan efektif dalam meningkatkan kreativitas siswa.