

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Penelitian

Pembelajaran kimia tidak hanya bertujuan untuk mengembangkan pemahaman konsep, tetapi juga membentuk sikap dan kinerja ilmiah siswa. Kinerja ilmiah meliputi perencanaan percobaan, pengumpulan data, analisis data, dan penarikan kesimpulan berdasarkan hasil percobaan (Fernández, dkk., 2022). Kemampuan ini penting dimiliki oleh siswa supaya terbentuk individu yang tidak hanya memahami teori suatu konsep, tetapi juga mampu mengaplikasikan teori tersebut dalam kehidupan nyata. Rendahnya kinerja ilmiah siswa dapat berdampak pada ketidakmampuan siswa dalam mengidentifikasi masalah nyata, menentukan penyelesaian masalah berdasarkan data pendukung, dan mengomunikasikan temuan tersebut secara ilmiah menjadi kemampuan wajib yang harus dimiliki siswa dalam menghadapi tantangan di abad ke-21 ini. Kinerja ilmiah menjadi pendorong dalam mengembangkan fakta dan gagasan tentang suatu topik dengan menumbuhkan cara pandang serta nilai ilmiah siswa (Wirayuda, 2023), sehingga siswa dapat berpikir kritis dan memahami pentingnya menjaga lingkungan secara berkelanjutan.

Namun, integrasi kinerja ilmiah dalam pembelajaran kimia masih kurang berkembang. Model pembelajaran yang diterapkan cenderung berfokus pada penyampaian materi secara teoritis, sehingga ruang bagi siswa untuk melakukan penggalian informasi ilmiah secara aktif masih terbatas. Kondisi ini berdampak pada rendahnya capaian kinerja ilmiah siswa, khususnya dalam aspek perancangan dan pelaksanaan percobaan serta analisis data secara mandiri. Pendekatan ilmiah perlu mengimplikasikan keterampilan proses ilmiah, sikap ilmiah, dan aktivitas berpikir ilmiah siswa (Direktorat Pembinaan Sekolah Dasar, 2016).

Rendahnya kinerja ilmiah tersebut dapat terlihat ketika siswa dihadapkan pada materi kimia yang berkaitan dengan prinsip penggunaan bahan baku terbarukan dan bahan kimia aman (Redhana & Suardana, 2021). Kedua prinsip tersebut terdapat pada materi kimia hijau yang sudah semestinya dapat diintegrasikan pada praktik ilmiah langsung. Siswa diharapkan dapat merancang

proyek yang mempertimbangkan keamanan bahan, memilih alternatif bahan baku dari alam, serta menganalisis dampak penggunaan bahan kimia sintetis terhadap lingkungan dan kesehatan. Namun pada praktiknya, siswa sering kali kesulitan dalam menghubungkan konsep bahan kimia aman dengan proses perancangan percobaan, serta kurangnya pengalaman mempertimbangkan sumber dan keberlanjutan bahan yang digunakan dalam kegiatan praktikum, dikarenakan siswa cenderung memahami keselamatan laboratorium dan kesehatan lingkungan berdasarkan kewajiban mengikuti prosedur (O'Neil dkk., 2021). Hal ini menunjukkan bahwa kinerja ilmiah siswa belum berkembang secara menyeluruh, khususnya pada aspek perencanaan percobaan berdasarkan keamanan bahan dan keberlanjutan sumber daya.

Salah satu permasalahan yang sering ditemui dalam kehidupan sehari-hari yang relevan dengan prinsip penggunaan bahan baku terbarukan dan bahan kimia aman adalah penumpukan kerak pada lantai kamar mandi, terutama pada daerah yang memiliki kandungan mineral tinggi dalam air. Kerak tersebut berasal dari endapan mineral dan residu sabun yang menempel pada permukaan lantai, sehingga sulit dibersihkan hanya menggunakan air biasa. Pentingnya penelitian ini menjadi semakin nyata dengan meningkatnya kebutuhan masyarakat terhadap produk pembersih kerak lantai yang banyak diperjualbelikan umumnya berasal dari bahan kimia yang tidak ramah lingkungan (Sutanti dkk., 2022) dan mengandung zat kimia seperti disinfektan, alkohol, serta amonia yang dalam konsentrasi tinggi dapat berbahaya jika tersentuh langsung dengan kulit atau terhirup dalam jangka waktu lama. Permasalahan ini dapat menjadi alternatif bagi siswa dalam mengembangkan kinerja ilmiah dengan merancang alternatif produk kimia yang lebih aman dan berasal dari bahan baku terbarukan.

Sehubungan dengan prinsip bahan baku terbarukan dan bahan kimia aman, belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) berpotensi digunakan sebagai bahan aktif pembersih kerak lantai alami yang ramah lingkungan. Belimbing wuluh memiliki karakteristik rasa yang sangat asam, sehingga pemanfaatannya sebagai buah konsumsi secara langsung relatif terbatas di masyarakat (Ferreira dkk., 2022). Di sisi lain, belimbing wuluh mengandung asam organik, khususnya asam sitrat

(Sutanti dkk., 2022). Asam sitrat memiliki kemampuan berinteraksi dengan mineral penyusun kerak seperti ion kalsium yang terdapat dalam endapan kalsium karbonat. Reaksi tersebut dapat membantu meningkatkan kelarutan komponen mineral, sehingga kerak lebih mudah dilepaskan dari permukaan lantai (Burgess dkk., 2024). Kandungan asam sitrat dalam belimbing wuluh juga cukup tinggi, yaitu berkisar antara 92,6 hingga 133,8 meq asam/100 g dari total padatan (Wiradimadja dkk., 2015), sehingga menjadikannya alternatif bahan baku terbarukan yang layak digunakan dalam formulasi pembersih kerak lantai yang aman dan berkelanjutan.

Hingga kini, sebagian besar penelitian pembelajaran kimia lebih menitikberatkan pada peningkatan hasil belajar kognitif, sedangkan aspek kinerja ilmiah siswa dalam merancang, melaksanakan, dan mengevaluasi percobaan khususnya pada aspek pemilihan bahan baku terbarukan dan penggunaan bahan kimia aman belum banyak dikaji secara mendalam. Selain itu, penggunaan belimbing wuluh sebagai konteks proyek kimia hijau juga masih jarang diterapkan dalam pembelajaran. Padahal bahan alami tersebut diketahui memiliki potensi sebagai sumber asam organik ramah lingkungan yang relevan dengan kehidupan sehari-hari siswa.

Berdasarkan kajian tersebut, model pembelajaran berbasis proyek atau *Project Based Learning* (PjBL) dinilai dapat menjadi harapan dalam membantu mengembangkan kinerja ilmiah siswa (Markula & Aksela, 2022) khususnya pada prinsip penggunaan bahan baku terbarukan dan bahan kimia aman. Hal ini didukung oleh temuan Markula & Aksela (2022) yang mengkaji karakteristik kunci PjBL dalam pendidikan sains K-12 dan menemukan bahwa PjBL pada dasarnya memfasilitasi kinerja ilmiah siswa secara menyeluruh, meliputi perumusan pertanyaan ilmiah, perancangan dan pelaksanaan penyelidikan, pengumpulan serta analisis data dan komunikasi hasil, yang ke-empat dimensi tersebut mencerminkan komponen kinerja ilmiah secara langsung. Penelitian (Matilainen dkk., 2021) pada laboratorium kimia analitik juga membuktikan bahwa peserta didik yang mengikuti pembelajaran berbasis proyek menunjukkan peningkatan pada kemampuan merencanakan prosedur percobaan, memilih metode analisis yang tepat, serta

mengevaluasi hasil, meskipun kemampuan pembuktian ilmiah masih perlu dikembangkan lebih lanjut.

Model pembelajaran berbasis proyek berpusat pada siswa dengan mengasah keterampilan melalui produk yang dihasilkan, sehingga siswa dapat terlibat aktif dalam perumusan masalah, perancangan dan pelaksanaan percobaan, serta analisis dan penyajian data hasil percobaan (Alfi & Wibangga, 2023). Pembelajaran berbasis proyek juga dapat menjadi strategi dalam mengembangkan kemampuan berpikir kritis, pemecahan masalah, kreativitas, kemandirian, dan kemampuan melihat suatu masalah dari sudut pandang yang berbeda (Mursid dkk., 2021). Landasan teoretisnya didasarkan pada teori konstruktivisme yang menekankan bahwa pemahaman konsep diperoleh siswa melalui pengalaman dan proses belajar siswa sendiri (Mustafa & Winarno, 2020), sehingga keterampilan berpikir kritis dapat diterapkan langsung untuk menyelesaikan masalah, menemukan konsep, dan membuat keputusan berdasarkan data yang diperoleh.

Dengan demikian, penelitian ini mengusulkan kebaruan melalui integrasi pembelajaran berbasis proyek dengan prinsip penggunaan bahan baku terbarukan dan bahan kimia aman dalam pembuatan produk nyata berupa pembersih kerak lantai dari filtrat belimbing wuluh, yang disertai uji karakterisasi sederhana produk serta penilaian kinerja ilmiah siswa selama proses pembelajaran dilaksanakan. Penelitian ini berjudul **“Penerapan Pembelajaran Berbasis Proyek Pembuatan Pembersih Kerak Lantai dari Filtrat Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) Pada Materi Kimia Hijau Untuk Mengembangkan Kinerja Ilmiah Siswa”** diharapkan dapat menjadi cara inovatif dalam memfasilitasi pengembangan kinerja ilmiah siswa serta menghasilkan produk kimia yang lebih aman dan berkelanjutan.

B. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dari peneliti ini diantaranya:

1. Bagaimana capaian kinerja ilmiah siswa setelah diterapkannya pembelajaran berbasis proyek pembuatan pembersih kerak lantai dari filtrat belimbing wuluh pada materi kimia hijau?

2. Bagaimana aktivitas siswa dalam penerapan pembelajaran berbasis proyek pembuatan pembersih kerak lantai dari filtrat belimbing wuluh pada materi kimia hijau?
3. Bagaimana karakteristik produk pembersih kerak lantai dari filtrat belimbing wuluh yang dihasilkan?

C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah tersebut, maka tujuan dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mendeskripsikan capaian kinerja ilmiah siswa setelah diterapkannya pembelajaran berbasis proyek pembuatan pembersih kerak lantai dari filtrat belimbing wuluh pada materi kimia hijau.
2. Mendeskripsikan aktivitas siswa dalam penerapan pembelajaran berbasis proyek pembuatan pembersih kerak lantai dari filtrat belimbing wuluh pada materi kimia hijau.
3. Menganalisis karakteristik produk pembersih kerak lantai dari filtrat belimbing wuluh yang dihasilkan.

D. Manfaat Hasil Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan dapat diperoleh dari penelitian ini, diantaranya:

1. Bagi siswa, lembar kerja berbasis proyek tersebut dapat memudahkan siswa memahami konsep dari prinsip kimia hijau dan dapat mengembangkan kinerja ilmiah dalam pembuatan pembersih kerak lantai.
2. Bagi pengajar, dapat digunakan untuk mengembangkan penerapan pembelajaran berbasis proyek pada materi kimia hijau.
3. Bagi peneliti, dapat menambah wawasan dan pengalaman terkait pembuatan pembersih kerak lantai dari filtrat belimbing wuluh.

E. Kerangka Berpikir

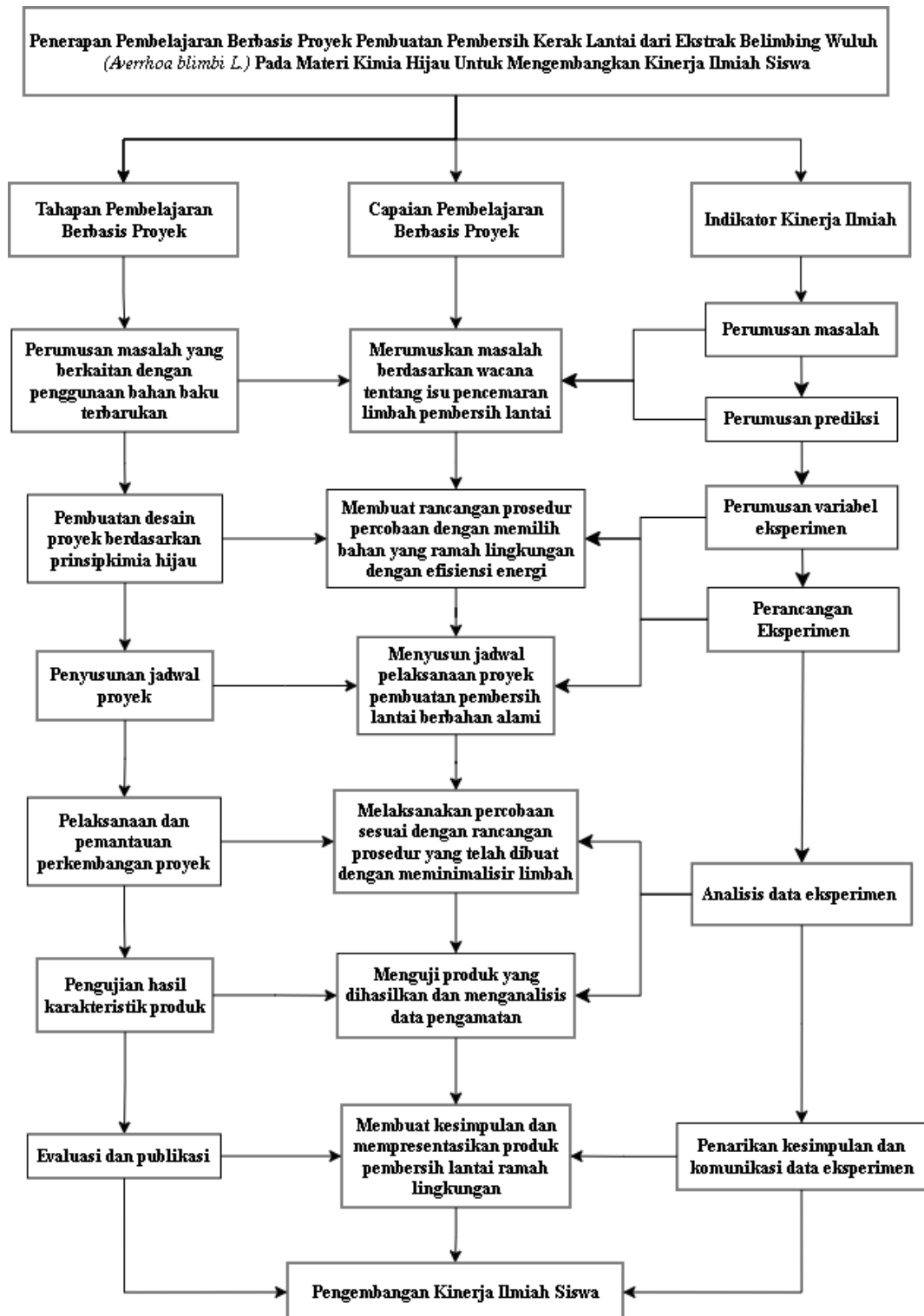
Kerak mineral pada lantai menjadi permasalahan kebersihan yang seringkali dijumpai dan umumnya digunakan pembersih kerak lantai berbahan kimia sintetis untuk membersihkannya. Pembersih kerak lantai berbahan kimia sintetis memiliki dampak negatif terhadap kesehatan dan lingkungan, sehingga diperlukan alternatif

pembersih kerak lantai yang efektif, aman, dan ramah lingkungan. Filtrat belimbing wuluh mengandung asam organik terutama asam sitrat yang dapat melarutkan dan mengangkat kerak mineral melalui reaksi asam-basa, sehingga filtrat belimbing wuluh dapat menjadi solusi bahan dasar pembersih kerak lantai alami dan ramah lingkungan.

Permasalahan pembersih kerak lantai ini dapat diintegrasikan dalam pembelajaran kimia melalui penerapan pembelajaran berbasis proyek dengan menerapkan prinsip kimia hijau yang berlandaskan teori konstruktivisme, dimana siswa membangun pengetahuan melalui pengalaman langsung dalam kegiatan praktikum. Melalui tahapan pembelajaran berbasis proyek meliputi identifikasi masalah, perancangan proyek, penyusunan jadwal, pelaksanaan percobaan, pengujian hasil, evaluasi, hingga finalisasi produk, siswa dapat terlibat aktif dalam proses pembuatan pembersih kerak lantai dari filtrat belimbing wuluh.

Rangkaian kegiatan praktikum meliputi pengambilan filtrat belimbing wuluh, pembuatan produk pembersih kerak lantai dengan formulasi yang disesuaikan, dan uji karakterisasi produk yang dihasilkan. Tahapan tersebut tidak hanya memperkuat pemahaman konsep kimia, khususnya reaksi asam-basa dan prinsip kimia hijau yang diterapkan, namun juga mengembangkan kinerja ilmiah siswa yang meliputi kemampuan mengamati fenomena, merumuskan masalah dan hipotesis, merancang dan melaksanakan percobaan, menganalisis data, dan menarik kesimpulan ilmiah. Dengan indikator kinerja ilmiah yang diukur, yaitu perumusan masalah, prediksi, variabel percobaan, perancangan eksperimen, analisis data, penarikan kesimpulan, dan komunikasi data hasil percobaan (Yakob dkk., 2023). Sehingga, pembuatan pembersih kerak lantai berbahan alami melalui pembelajaran berbasis proyek dapat menjadi sarana pembelajaran yang efektif untuk mengembangkan kinerja ilmiah siswa sekaligus menghasilkan produk yang berpotensi lebih ramah lingkungan.

Penerapan pembelajaran berbasis proyek pembuatan pembersih kerak lantai dari filtrat belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi L.*) pada materi kimia hijau untuk mengembangkan kinerja ilmiah siswa ini dijelaskan menggunakan kerangka berpikir melalui Gambar 1.1.



Gambar 1.1 Bagan Kerangka Berpikir

F. Hasil Penelitian Terdahulu

Penelitian Yakob dkk. (2023) dengan judul “The Feasibility of Authentic Assessment Instrument through Virtual Laboratory Learning and Its Effect on Increasing Students’ Scientific Performance” didapat hasil bahwa penerapan penilaian nyata melalui pembelajaran laboratorium virtual sesuai untuk digunakan dalam meningkatkan kinerja ilmiah siswa dibandingkan metode penilaian konvensional, dengan laboratorium virtual dapat menunjukkan teori dan eksperimen langsung tanpa melakukan secara langsung di ruang laboratorium. Sehingga pada penelitian ini, peneliti menggunakan pembelajaran berbasis proyek (aktivitas nyata seperti laboratorium) untuk mengukur capaian kinerja ilmiah siswa, dimana siswa dapat terlibat langsung dalam pembelajaran dan berpartisipasi aktif pada pembelajaran, khususnya materi pada pembelajaran kimia.

Penelitian Mitarlis dkk. (2023) dengan judul “The Integration Of Green Chemistry Principles In Basic Chemistry Learning To Support Achievement Of Sustainable Development Goals (SDGs) Through Education” didapat hasil bahwa prinsip-prinsip kimia hijau dapat diimplementasikan pada pembelajaran kimia di kelas maupun praktikum laboratorium untuk mendukung keberhasilan *Sustainable Development Goals (SDGs)* melalui pendidikan. Uji coba terbatas di laboratorium menunjukkan bahwa penggunaan bahan aman dalam jumlah kecil tidak mengurangi pencapaian tujuan praktikum, tetapi dapat meningkatkan efisiensi dan keselamatan di laboratorium. Sehingga pada penelitian ini, peneliti menerapkan prinsip kimia hijau yang relevan dan efektif diterapkan dalam kegiatan praktikum pembuatan pembersih kerak lantai berbahan alami sebagai alternatif bahan kimia sintetis yang bertujuan mengurangi penggunaan bahan berbahaya dengan memanfaatkan sumber daya terbarukan dan mengurangi limbah praktikum.

Penelitian Macaraig & Estrellado (2025) dengan judul “Project-Based Learning vs Phenomenon-Based Learning in Teaching Redox Reaction” didapat hasil bahwa metode PhBL belum efektif digunakan pada pembelajaran kimia materi reaksi redoks, sedangkan metode PjBL efektif dalam meningkatkan kemampuan akademik siswa dan layak diaplikasikan dalam pembelajaran kimia. Sehingga pada penelitian ini, peneliti menggunakan penerapan pembelajaran berbasis proyek

(PjBL) untuk mengembangkan kinerja ilmiah siswa yang sesuai dengan pembelajaran kimia dan tidak hanya berfokus pada tes tulisan, namun juga menunjukkan kemampuan siswa dalam melakukan percobaan secara langsung.

Hasil penelitian Suwarno dkk. (2020) dengan judul “Project-Based Learning Model Assisted By Worksheet: It’s Effect On Students’ Creativity and Learning Outcomes” didapat hasil bahwa model PjBL dengan bantuan lembar kerja menunjukkan hasil yang signifikan terhadap kreativitas dan hasil belajar siswa. Model PjBL memberikan wadah bagi siswa untuk lebih kreatif dalam memecahkan masalah, menemukan solusi, dan mengembangkan ide baru dari produk yang akan dihasilkan. Sehingga pada penelitian ini, peneliti menerapkan pembelajaran berbasis proyek dengan bantuan lembar kerja untuk mempermudah siswa dalam melaksanakan proses pembelajaran secara bertahap sesuai dengan sintaks PjBL.

Penelitian Fawzan dkk. (2025) dengan judul “Pemanfaatan Ekstrak Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi*) dengan Penambahan Kitosan dari Limbah Kulit Udang sebagai Cairan Pembersih Toilet” didapat hasil yaitu ekstrak belimbing wuluh yang ditambahkan kitosan dari limbah kulit udang dapat dimanfaatkan sebagai pembersih toilet ramah lingkungan yang memenuhi standar pH sesuai SNI 1842:2019 untuk cairan pembersih kerak lantai yaitu pH 5-11, memiliki tingkat kebersihan yang baik, dan aroma yang pekat. Sehingga pada penelitian ini, peneliti menerapkan pembuatan pembersih kerak lantai dari ekstrak belimbing wuluh yang menjadi solusi inovatif dalam meningkatkan nilai guna sumber daya lokal yang belum banyak dimanfaatkan secara maksimal juga dapat diterapkan pada pembelajaran kimia khususnya konsep asam-basa dan pH larutan.

Penelitian Caroline dkk. (2021) dengan judul “Studi Komparasi Teknik Menghilangkan Kerak Dalam Toilet Menggunakan Asam Sitrat dan Pembersih Toilet Biasa” didapat hasil bahwa penggunaan asam sitrat dapat membersihkan kerak lantai secara lebih optimal dan ramah lingkungan tanpa efek samping dibandingkan dengan pembersih toilet komersial (harpic dan porstex). Sehingga pada penelitian ini, peneliti menerapkan pembuatan pembersih kerak lantai dari filtrat belimbing wuluh yang ramah lingkungan dan mengandung asam sitrat cukup tinggi untuk dapat mengangkat kerak lantai kamar mandi.