

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Salah satu tantangan dalam pembelajaran saat ini adalah rendahnya keterlibatan dan partisipasi aktif peserta didik, yang lebih mengandalkan hafalan daripada memahami materi secara mendalam (Rokhimawan dkk., 2016). Untuk mengatasi permasalahan tersebut, diperlukan sumber belajar yang mampu mengurangi ketergantungan terhadap peran guru sekaligus mendorong peserta didik untuk lebih aktif berpartisipasi, agar terlatih dalam berpikir kritis untuk memaksimalkan hasil belajar (Rhaska dkk., 2021). Hal tersebut dapat terwujud jika guru menerapkan model pembelajaran yang berfokus pada peserta didik (*student-centered*). Salah satu model pembelajaran yang relevan adalah pembelajaran berbasis masalah atau *problem based learning* (PBL).

PBL adalah model pembelajaran yang menyajikan masalah nyata yang relevan dengan pengalaman peserta didik (Ardianti dkk., 2021). Dalam PBL, masalah-masalah yang dihadapi di dunia nyata dijadikan sebagai konteks pembelajaran yang memungkinkan peserta didik mengembangkan kemampuan berpikir kritis dan keterampilan pemecahan masalah, serta memperdalam pemahaman mahasiswa terhadap pengetahuan dan konsep-konsep inti dari materi yang dipelajari (Kristiana dkk., 2024).

Model PBL ini tidak hanya mengandalkan metode ceramah, melainkan mendorong peserta didik untuk mencari informasi secara mandiri. Penerapan pembelajaran ini dapat meningkatkan motivasi belajar peserta didik (Lubis, 2021). Salah satu alternatif yang dapat digunakan oleh guru adalah media pembelajaran. Media ini berfungsi membantu guru menyampaikan materi secara lebih menarik, sehingga meningkatkan kualitas proses pembelajaran. Dengan demikian, pemahaman peserta didik terhadap materi juga dapat meningkat. Salah satu media pembelajaran yang dapat dimanfaatkan adalah lembar kerja (LK) (Widayanti dkk., 2018).

LK berperan sebagai media pembelajaran yang dapat membantu peserta didik memahami materi secara sistematis melalui aktivitas terstruktur dan mandiri (Amalia dkk., 2024). LK dirancang untuk memandu siswa dalam mengeksplorasi konsep, menyelesaikan permasalahan, serta melatih kemampuan berpikir kritis sesuai dengan tujuan pembelajaran (Poniyati dkk., 2024). Aktivitas tersebut dirancang berdasarkan indikator pencapaian yang harus dicapai oleh setiap mahasiswa (Häkkinen dkk., 2017). Namun, pada penelitian ini tidak digunakan indikator khusus, karena soal yang diberikan sudah mengukur kemampuan berpikir kritis mahasiswa secara langsung. LK PBL dapat diterapkan dalam proses pembelajaran, dengan melalui sintaks berupa orientasi pada masalah, pengorganisasian peserta didik, penyelidikan mandiri, pengembangan serta penyajian hasil, dan analisis proses pembelajaran. Metode ini efektif untuk membantu peserta didik mengembangkan kemampuan berpikir kritis, menganalisis, dan menyelesaikan masalah (Astuti dkk., 2018).

Salah satu konsep kimia yang dapat menggunakan LK berbasis masalah atau model PBL adalah pada kimia instrumen dalam karakterisasi hidroksiapatit dengan dimediasi *green template*. Hidroksiapatit (HA) adalah salah satu jenis mineral dari kelompok apatit, dengan rumus kimia $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ (Sathiskumar dkk., 2019). HA adalah biokeramik yang umum dimanfaatkan dalam aplikasi medis sebagai pengganti jaringan tulang, karena senyawa ini memiliki struktur kristal dan komposisi yang serupa dengan tulang manusia (Azis dkk., 2015). HA telah menjadi subjek penelitian dan aplikasi yang luas selama bertahun-tahun sebagai bahan utama dalam pembuatan implan (Amin dkk., 2017), karena senyawa ini merupakan komponen utama jaringan keras seperti tulang dan gigi dalam tubuh manusia (Haruda dkk., 2016).

HA dapat disintesis menggunakan prekursor kimia, terutama kalsium dan fosfor. Prekursor ini adalah bahan dasar yang diperlukan untuk membentuk hidroksiapatit (Bee dkk., 2020). Serbuk HA dapat disintesis menggunakan berbagai metode, seperti presipitasi basah, sol-gel, dan *solid solution*. Setiap metode sintesis akan menghasilkan

serbuk HA dengan karakteristik yang berbeda, termasuk ukuran partikel, homogenitas ukuran, dan bentuk partikel (Mardziah dkk., 2020).

Hasil karakterisasi HA dapat melibatkan beberapa metode analisis untuk menentukan sifat fisik dan kimia nanopartikel yang dihasilkan (Mardziah dkk., 2020). Metode seperti *X-ray Diffraction* (XRD) digunakan untuk mengidentifikasi pola difraksi khas HA, menunjukkan fase kristal dan kemurnian sampel (Muttaqin dkk., 2023). *Scanning Electron Microscopy* (SEM) memberikan gambaran morfologi permukaan nanopartikel, termasuk ukuran dan bentuknya (Septiano dkk., 2021). *Fourier-transform Infrared Spectroscopy* (FTIR) yang bertujuan mengidentifikasi gugus fungsional (Sartika Dewi dkk., 2019).

Keberhasilan karakterisasi HA yang disintesis, dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya, sumber prekursor, pH larutan, waktu reaksi, zat aditif, suhu proses, metode sintesis, penggunaan aditif, lingkungan reaksi, dan konsentrasi prekursor, dan konsentrasi media reaksinya (Mandal dkk., 2022). Salah satu yang paling penting dalam keberhasilan karakterisasi HA adalah takaran konsentrasi media reaksi dan metode sintesis yang digunakan saat percobaan (Singh dkk., 2020). Konsentrasi media reaksi sangat penting dalam sintesis nanopartikel karena memengaruhi ukuran, bentuk, dan kualitas produk akhir (Bandeira dkk., 2020). Oleh karena itu, pemilihan bahan yang digunakan untuk sintesis HA harus memiliki kualitas yang baik agar hasil karakterisasi dan juga aplikasinya maksimal.

Saat ini, bahan sintesis nanopartikel semakin banyak memanfaatkan metode alami seperti bakteri, jamur, dan tanaman (Indira dkk., 2021). Salah satunya adalah menggunakan dimediasi *green template*. *Green template* adalah media yang menggunakan bahan ramah lingkungan, seperti mikroorganisme (bakteri dan jamur) serta tanaman, sebagai bagian dari proses produksi nanopartikel. Pendekatan ini tidak hanya mengurangi ketergantungan pada bahan kimia berbahaya, tetapi juga mengoptimalkan penggunaan sumber daya yang berkelanjutan (Indira dkk., 2021). Metode sintesis nanopartikel yang paling banyak digunakan adalah metode yang

memanfaatkan ekstrak tanaman (Alorku dkk., 2020). Beberapa limbah organik seperti kulit pisang, kulit jeruk, daun teh bekas, ampas kopi, dan kulit bawang dapat dimanfaatkan sebagai dimediasi *green template*. Salah satu tanaman yang mengandung senyawa aktif berperan sebagai agen pereduksi dan penstabil dalam proses sintesis yang bisa digunakan sebagai dimediasi *green template* adalah limbah kulit lemon.

Kulit lemon kaya akan pektin, yang berfungsi sebagai agen pengikat dan stabilisator dalam sintesis nanopartikel. Pektin dapat membantu mengontrol ukuran dan bentuk nanopartikel yang dihasilkan (Wana dkk., 2018). Kulit lemon mengandung berbagai fitokimia, termasuk flavonoid, asam askorbat (vitamin C), dan limonoid, yang memiliki sifat antioksidan dan anti-inflamasi. Senyawa-senyawa ini dapat berperan dalam proses reduksi ion logam menjadi nanopartikel (Oriana dkk., 2021).

Penelitian oleh Irwansyah dkk. (2024) bertujuan mengevaluasi pengaruh variasi konsentrasi *green template* dari kulit pisang terhadap karakteristik HA serta aplikasinya. HA disintesis menggunakan metode hidrotermal pada suhu 230°C selama 48 jam, dengan cangkang telur ayam sebagai sumber kalsium dan kulit pisang sebagai agen pengontrol morfologi. Karakterisasi menggunakan XRD menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi *green template* meningkatkan kristalinitas HAp dari 70,34% (K5%) menjadi 89,77% (K15%), serta menurunkan ukuran kristal dari 39,92 nm menjadi 34,73 nm. HAp memiliki luas permukaan sebesar 42,316 m²/g dan ukuran pori 7,81 nm, yang tergolong sebagai mesopori. Hasil ini menunjukkan bahwa ekstrak kulit pisang sebagai *green template* efektif dalam mengontrol pertumbuhan kristal, meningkatkan kristalinitas, serta membentuk struktur pori yang mendukung aplikasi HA.

Berdasarkan uraian latar belakang di atas sejumlah penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa dimediasi *green template* dapat dimanfaatkan secara efektif sebagai bahan dasar dalam sintesis dan karakterisasi HA. Namun, belum terdapat penelitian yang mengintegrasikan hasil sintesis dan karakterisasi HA tersebut ke dalam dimediasi pembelajaran, khususnya dalam bentuk LK berbasis masalah. Oleh karena

itu, keterbaruan dari penelitian ini terletak pada pengembangan LK berbasis masalah yang mengangkat topik karakterisasi hidroksiapatit sebagai upaya penguatan keterampilan berpikir kritis mahasiswa.

Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan, maka peneliti merasa tertarik melakukan tindak lanjut berupa penelitian yang berjudul **“Penerapan Lembar Kerja Berbasis Masalah pada Karakterisasi Hidroksiapatit dengan Dimediasi *Green Template*”**

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka rumusan masalah dari penelitian ini adalah :

1. Bagaimana aktivitas mahasiswa melalui penerapan lembar kerja berbasis masalah pada karakterisasi hidroksiapatit menggunakan dimediasi *green template*?
2. Bagaimana kemampuan mahasiswa dalam mengerjakan lembar kerja berbasis masalah pada karakterisasi hidroksiapatit menggunakan dimediasi *green template*?
3. Bagaimana hasil sintesis dan karakterisasi dari *green template* pada karakterisasi HA dengan menggunakan dimediasi *green template*?

C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah tersebut, maka tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mendeskripsikan aktivitas mahasiswa pada penerapan lembar kerja berbasis masalah dalam proses karakterisasi hidroksiapatit menggunakan dimediasi *green template*.
2. Menganalisis kemampuan mahasiswa dalam mengerjakan lembar kerja berbasis masalah pada karakterisasi hidroksiapatit menggunakan dimediasi *green template*.
3. Menganalisis hasil sintesis dan karakterisasi dari HA dengan menggunakan dimediasi *green template*.

D. Manfaat Penelitian

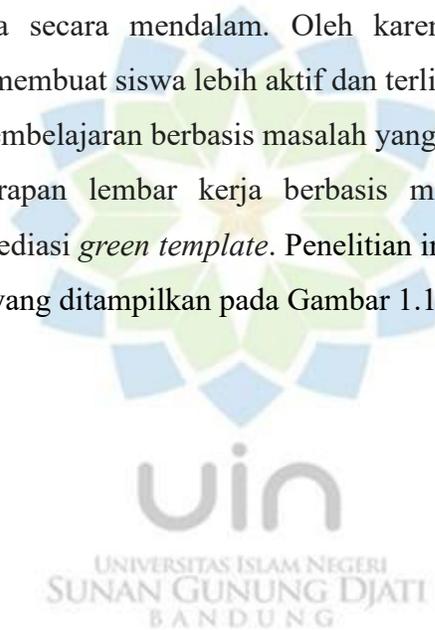
Manfaat penelitian yang diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

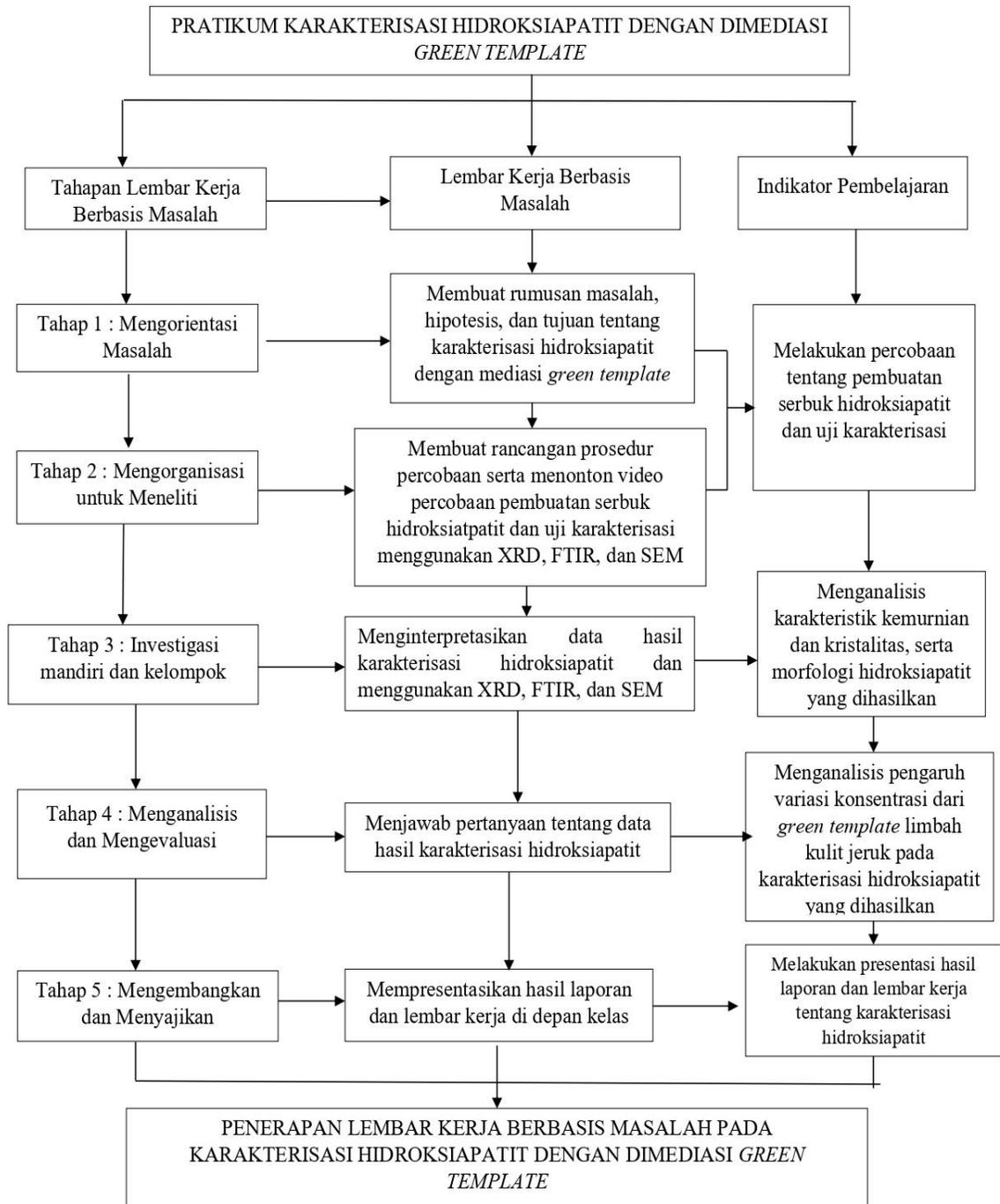
1. Penelitian ini melatih peserta didik dalam penggunaan instrumen kimia seperti XRD, FTIR, dan SEM untuk menganalisis struktur, sifat kimia, dan morfologi HA.

2. Penelitian ini memanfaatkan limbah kulit lemon sebagai bahan *green template*, yang berkontribusi pada pengelolaan limbah secara kreatif dan ramah lingkungan. Hasil HA dapat mendukung pengembangan bahan biomaterial sekaligus meningkatkan kesadaran siswa terhadap pentingnya keberlanjutan dan inovasi teknologi hijau.

E. Kerangka Pemikiran

Di Indonesia, salah satu masalah pendidikan adalah siswa sering kali kurang tertarik untuk mempelajari suatu konsep. Hal ini disebabkan oleh pembelajaran kimia yang hanya berfokus pada simbol dan mikroskop, sehingga membuat siswa kesulitan untuk memahami konsep kimia secara mendalam. Oleh karena itu, diperlukan model pembelajaran yang dapat membuat siswa lebih aktif dan terlibat. Salah satu model yang dapat digunakan adalah pembelajaran berbasis masalah yang dibantu oleh lembar kerja. Salah satu contoh penerapan lembar kerja berbasis masalah pada karakterisasi hidroksiapatit dengan dimediasi *green template*. Penelitian ini dijelaskan menggunakan kerangka berpikir seperti yang ditampilkan pada Gambar 1.1.





Gambar 1. 1 Kerangka Pemikiran

F. Hasil Penelitian Terdahulu

Berikut ini merupakan beberapa hasil penelitian yang diambil dari berbagai jurnal nasional dan internasional :

Penelitian skala internasional dilakukan oleh Julie Andera dkk (2018) membahas perbandingan antara HA yang dihasilkan dari tulang sapi (BHAp) dan HAp sintetis (CHAp), yang keduanya sering digunakan dalam kedokteran untuk menggantikan tulang dan mendukung pertumbuhan jaringan. BHAp dibuat melalui proses pembersihan, penghancuran, dan pemasakan tulang sapi untuk menghilangkan materi organik, kemudian dikalsinasi untuk membentuk serbuk HAp. Hasil penelitian menunjukkan bahwa densifikasi BHAp lebih terpengaruh oleh waktu sintering dibandingkan dengan CHAp, dan perbedaan utama antara keduanya terletak pada struktur kristal, dengan BHAp memiliki ukuran butir yang lebih besar dan sedikit lebih padat. Uji biokompatibilitas mengungkapkan bahwa baik BHAp maupun CHAp tidak merusak sel manusia, sehingga keduanya aman untuk aplikasi medis.

Penelitian mengenai model pembelajaran PBL dilakukan Rahmadani (2019) membahas tentang menganalisis pengaruh model PBL terhadap keterampilan berpikir kritis dan hasil belajar siswa dalam materi pencemaran lingkungan. Dengan menggunakan pendekatan tindakan kelas dalam dua siklus, penelitian ini memungkinkan perbaikan berkelanjutan berdasarkan hasil evaluasi setiap siklus. Hasilnya menunjukkan peningkatan signifikan dalam keterampilan berpikir kritis (dari 59,75% menjadi 75,25%) dan hasil belajar siswa (dari 70% menjadi 85%), yang membuktikan efektivitas model PBL.

Penelitian lain mengenai model pembelajaran PBL dilakukan oleh Pusparini dkk., (2018). Hasil penelitian menunjukkan adanya perbedaan signifikan dalam kemampuan berpikir kritis antara siswa yang diajar dengan model PBL dan yang menggunakan metode konvensional. Siswa pada kelas eksperimen memperoleh rata-rata kemampuan berpikir kritis sebesar 82,8%, lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol yang hanya mencapai 73,3%. Artikel ini juga memberikan penjelasan mendalam mengenai indikator

berpikir kritis yang dilatih dalam pembelajaran PBL, seperti analisis argumen, deduksi, dan identifikasi asumsi.

Penelitian yang dilakukan oleh Listantia (2021) turut mengkaji implementasi model pembelajaran berbasis masalah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model tersebut memberikan pengaruh positif terhadap peningkatan hasil belajar peserta didik, yang ditunjukkan oleh kenaikan tingkat ketuntasan belajar pada setiap siklus, yaitu 64,00% pada siklus pertama, 76,00% pada siklus kedua, dan 88,00% pada siklus ketiga. Selain itu, penelitian ini juga memperlihatkan adanya peningkatan minat dan keterlibatan peserta didik dalam pembelajaran kimia, yang berkontribusi terhadap peningkatan prestasi belajar secara keseluruhan.

Berbeda halnya dengan penelitian yang sudah dilakukan di atas, penelitian ini berfokus pada serbuk hidroksiapatit yang di karakterisasi yang mana nantinya hasil karakterisasi akan dianalisis ke mahasiswa menggunakan metode *problem based learning*.

