

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Pendidikan yang berkualitas menjadi solusi untuk mengatasi berbagai tantangan seperti ketersediaan media pembelajaran selama proses pengajaran (Choirunnisa dkk., 2018). Seorang pendidik perlu memberikan pengajaran yang berfokus pada kebutuhan peserta didik untuk mendorong kreativitas, kemandirian, minat dan motivasi melalui pendekatan ilmiah. Pengajaran yang efektif dapat dicapai ketika peserta didik terlibat secara aktif dalam proses pengajaran (Buzov, 2014). Oleh karena itu, pendidik perlu mampu menciptakan inovasi pengajaran yang sesuai dengan kebutuhan peserta didik. Inovasi tersebut dapat berupa pembaruan dalam metode pengajaran maupun pada perangkat pembelajaran yang digunakan (Khotimatuzzahara dkk., 2021).

Perangkat pembelajaran seperti halnya lembar kerja, dapat digunakan sebagai salah satu opsi untuk mengoptimalkan proses pengajaran (Sari & Wulanda, 2019). Lembar kerja berperan penting sebagai panduan peserta didik dalam memahami konsep pembelajaran melalui serangkaian kegiatan yang harus dilakukan. Hal tersebut selaras dengan (Darmawan & Nawawi, 2020) yang menyatakan bahwa pemanfaatan lembar kerja sebagai salah satu proses pengajaran pendidik lebih terarah dan membantu pendidik agar dapat belajar aktif secara individu maupun kelompok.

Pembelajaran secara berkelompok memungkinkan peserta didik untuk belajar dengan mandiri, mendalami pemahaman secara lebih mendalam, serta mendapatkan pengalaman pembelajaran yang bermakna oleh peserta didik (Tivani & Paidi, 2016). Praktikum menjadi metode yang efektif untuk membantu peserta didik mengeksplorasi pembelajaran yang bermakna. Oleh karena itu, diperlukan lembar kerja yang mendukung pengajaran praktikum, agar peserta didik tidak hanya mengandalkan modul yang telah ada, namun dapat memahami tujuan praktikum melalui serangkaian aktivitas dalam lembar kerja sehingga mereka dapat menemukan sendiri keterkaitan antara konsep-konsep kimia (Yani & Oktaviani,

2022). Model pembelajaran berbasis inkuiri terbimbing menjadi alternatif untuk pembelajaran, baik secara mandiri maupun berkelompok sampai didapatkan suatu konsep dari materi yang dipelajari, sehingga menjadi pembelajaran lebih bermakna (Rahmatullah & Daniyanti, 2019). Tujuan utama dari pembelajaran berbasis inkuiri terbimbing ialah mendorong peserta didik untuk berkontribusi aktif dalam proses pencarian, penyelidikan, serta merumuskan masalah temuan-temuannya dengan rasa penuh percaya diri (Rizalini & Sofyan, 2018).

Penelitian yang dilakukan (Gormally dkk., 2011) menunjukkan bahwa inkuiri terbimbing menyediakan lebih banyak arahan untuk peserta didik yang belum siap menyelesaikan permasalahan dalam berinkuiri karena kurangnya pengalaman dan pengetahuan atau belum tercapainya perkembangan kognitif peserta didik dalam berpikir secara abstrak. Dalam lembar kerja berbasis inkuiri terbimbing, peserta didik belajar untuk menemukan masalah dan menyelidiki penyelesaian masalah tersebut secara mandiri sehingga dapat melatih kemampuan berpikir mereka.

Penelitian mengenai pengembangan lembar kerja berbasis inkuiri terbimbing pada materi pencemaran dan kerusakan lingkungan untuk kelas VII bahwa secara keseluruhan termasuk ke dalam kategori “sangat layak”. Hal ini didukung oleh hasil angket yang sangat baik dari ahli materi, ahli media, dan ahli bahasa yang masing-masing mencapai nilai 85,0%, 86,2% dan 77,5%. Perolehan persentase respon peserta didik 85,4% dengan kategori “sangat layak”, sedangkan respon guru biologi mencapai nilai persentase 85,0% kategori “sangat layak” sehingga dapat disimpulkan lembar kerja peserta didik IPA Terpadu layak digunakan sebagai bahan ajar (Sukmawati dkk., 2014). Penelitian tentang pengembangan lembar kerja inkuiri pemberian gelatin tulang ikan nila pada es krim hasilnya membuktikan bahwa lembar kerja inkuiri layak dipergunakan dengan nilai r_{hitung} sebesar 0,80 (Rahmatullah & Daniyanti, 2019).

Penelitian mengenai kelebihan dari penerapan metode praktikum dengan berbasis inkuiri terbimbing, hasilnya membuktikan bahwa pembelajaran dengan inkuiri terbimbing dapat meningkatkan pemahaman dan keterampilan peserta didik dalam melakukan praktikum. Selain itu pembelajaran berbasis inkuiri juga membantu meningkatkan ketertarikan peserta didik terhadap kimia dan praktikum

kimia (Acar Sesen & Tarhan., 2013). Penelitian mengenai kegiatan praktikum berbasis inkuiri terbimbing dapat membantu peserta didik memperoleh pengetahuan dengan sangat baik. Ketika peserta didik belajar memecahkan masalah, menikmati tugas yang diberikan dan merasa tertantang untuk menyelesaikannya serta ketika mereka termotivasi untuk menjadi sukses, maka perkembangan, cara belajar serta penguasaan konsep mereka menjadi lebih maksimal (Lanni 2014). Penelitian mengenai aktivitas inkuiri terbimbing yang menghubungkan parameter termodinamika pembukaan lipatan protein dengan struktur menggunakan data fluorimetri pemindaian diferensial di ruang kelas kimia biofisika, menghasilkan bahwa sebagian besar peserta didik berhasil memenuhi tujuan pembelajaran (Emery dkk., 2019). Model pembelajaran inkuiri terbimbing sudah banyak dibuktikan keberhasilannya dalam berbagai penelitian, oleh karena itu pengembangan lembar kerja berbasis inkuiri terbimbing pada materi Pengelolaan dan Pengolahan Limbah menjadi sebuah inovasi yang layak untuk dicoba.

Melalui pendekatan ini, peserta didik dapat mencapai pemahaman yang lebih mendalam terhadap materi secara menyeluruh, sekaligus mengembangkan keterampilan kognitif yang lebih tinggi (Mudhakhir dkk., 2023). Pada lembar kerja berbasis inkuiri terbimbing, terdapat 6 fase tahapan, yaitu orientasi masalah, membuat hipotesis, merancang percobaan, melakukan percobaan, menganalisis data, membuat kesimpulan (Sadiyyah dkk., 2019). Adapun beberapa keunggulan dari inkuiri terbimbing yaitu: 1) Membantu peserta didik untuk mengembangkan keterampilan berpikir kritis dan analitis, 2) Meningkatkan motivasi belajar peserta didik, 3) Membantu peserta didik dalam mengasimilasi dan mengakomodasi informasi, 4) Meningkatkan keterampilan proses sains peserta didik, 5) Meningkatkan pemahaman peserta didik terhadap materi pelajaran (Mudhakhir dkk., 2023). Dalam proses pembelajaran kimia menggunakan model inkuiri terbimbing, masalah akan menjadi dasar materi sehingga pendidik hanya menjadi pembimbing serta fasilitator sehingga peserta didik dapat belajar mandiri dalam meningkatkan pengetahuan secara teoritis dengan contoh kontekstual di kehidupan sehari-hari

dalam lingkungan hidup, salah satunya yaitu pengolahan limbah padat (Haryanti dkk., 2014).

Limbah padat terbagi menjadi lima kelompok, diantaranya sampah organik (*garbage*), sampah anorganik (*rubbish*), sampah abu (*ashes*), sampah bangkai binatang (*dead animal*), dan sampah industri (*industrial wastes*) (Ramdhan, 2017). Sampah tersebut banyak diantaranya yang dapat dimanfaatkan kembali, baik dengan cara daur ulang, maupun dengan cara diubah menjadi produk lain yang bermanfaat bagi masyarakat. Permasalahan sampah di Indonesia menjadi masalah yang semakin mendesak untuk diatasi. Pada program studi Pendidikan Kimia UIN Sunan Gunung Djati Bandung, terdapat mata kuliah Pengelolaan dan Pengolahan Limbah yang dapat menjembatani permasalahan sampah yang terjadi di masyarakat dengan dunia pendidikan. Pemahaman yang mendalam terhadap materi Pengelolaan dan Pengolahan Limbah menjadi suatu keharusan agar dapat membentuk generasi yang lebih peduli terhadap lingkungan dan mampu mengurangi masalah sampah di Indonesia (Mulyadin dkk., 2018). Salah satu jenis limbah padat yang diubah menjadi produk yang bermanfaat, agar tidak mencemari lingkungan adalah cangkang telur ayam.

Cangkang telur ayam salah satunya mengandung CaCO_3 yang dapat menyebabkan terjadinya polusi karena adanya aktivitas mikroba di lingkungan. Cangkang telur mengandung sisa-sisa dari isinya yang memiliki bau yang tidak sedap dan dapat mencemari udara. Selain itu, limbah cangkang telur juga dapat mencemari air jika terbawa oleh air hujan dan dapat menjadi sarang penyakit dan polusi karena beberapa bakteri cenderung berkembang biak di dalam kulit telur (Faizah dkk., 2022).

Menurut data penelitian di Indonesia cangkang telur ayam menghasilkan limbah sekitar 9 – 12% dari berat total telur. Terdapat hampir 170.000 ton limbah cangkang telur yang dihasilkan setiap tahunnya (Dampang dkk., 2021). Akibat dari banyaknya peredaran cangkang telur ayam di masyarakat menyebabkan tingginya volume sampah dari sisa cangkang telur tersebut. Permasalahan limbah cangkang telur hingga saat ini masih belum dapat diselesaikan terhadap pengelolaan limbah. Cangkang telur ayam dapat diolah menjadi produk yang bermanfaat bagi

masyarakat, yaitu sebagai bahan baku untuk mensintesis hidroksiapatit ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$).

Hidroksiapatit merupakan senyawa kalsium fosfat yang digunakan sebagai biomaterial karena sifatnya yang stabil secara kimia, tidak bersifat racun, bioaktif, dan biokompatibel (Wardani & Fadli, 2015). Hidroksiapatit juga berperan sebagai adsorben. Proses pembuatan hidroksiapatit melibatkan transformasi kalsium karbonat (CaCO_3) yang terdapat dalam cangkang telur menjadi kalsium oksida (CaO) melalui kalsinasi, kemudian menjadi hidroksiapatit ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$) melalui metode hidrotermal, lalu pemisahan sintesis hidroksiapatit. Selanjutnya, hidroksiapatit ini dapat diaplikasikan dalam proses pemurnian air (Sitohang dkk., 2016).

Merujuk pada penelitian Irwansyah dkk., (2023), sintesis dan karakterisasi hidroksiapatit yang berasal dari cangkang telur dapat dilakukan dengan metode hidrotermal. Produk hidroksiapatit yang dihasilkan kemudian dieksplor potensinya untuk sistem penghantaran obat. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa hidroksiapatit yang disintesis dan dikarakterisasi memiliki potensi yang baik sebagai penghantar obat karena sifatnya biokompatibilitas dan bioaktivitas. Penelitian mengenai sintesis hidrotermal dari ekstrak kulit telur dan limbah buah untuk menghasilkan hidroksiapatit berukuran nano, dihasilkan bahwa cangkang telur ayam daur ulang dapat memperbaiki ekosfer dengan mengurangi kebutuhan pengelolaan limbah selain itu, kulit telur ini dapat menyediakan bahan baku yang berguna untuk nanomaterial (Emery dkk., 2019).

Adapun metode yang diterapkan untuk mensintesis hidroksiapatit berasal dari cangkang telur adalah metode hidrotermal. Teknik hidrotermal merupakan pendekatan yang telah terbukti efektif dalam mensintesis hidroksiapatit, memungkinkan pengendalian terhadap struktur kristal, ukuran partikel, dan morfologi bahan yang dihasilkan. Pendekatan ini bertujuan untuk memperoleh hidroksiapatit dengan karakteristik tertentu yang diinginkan untuk aplikasi dalam pemurnian air (Irwansyah dkk., 2023).

Saat ini, permasalahan air sangat kompleks dan membutuhkan solusi yang tepat. Beberapa permasalahan yang sering dihadapi dalam pemurnian air

diantaranya, sistem pengolahan air yang tidak memadai dan masalah kesehatan akibat air tidak bersih. Hal ini menyebabkan kualitas air yang buruk dapat memiliki dampak serius pada kesehatan masyarakat. Air yang mengandung bakteri patogen atau bahan kimia beracun dapat menyebabkan penyakit perut, infeksi kulit, gangguan pernapasan, dan bahkan penyakit jangka panjang seperti kanker (Rahardjo, 2017). Hidroksiapatit dapat menjadi alternatif solusi dalam proses pemurnian air karena hidroksiapatit memiliki sifat adsorpsi yang tinggi, biokompatibilitas dan stabilitas kimia.

Aplikasi hidroksiapatit dalam proses pemurnian air juga telah dilakukan pada beberapa penelitian, diantaranya menurut penelitian Siti Amirah (2022). Kemampuan penjernihan air gambut oleh hidroksiapatit dicapai pada kondisi optimum yaitu dengan pH 2 pada air gambut, waktu kontak 1 jam, serta massa hidroksiapatit 1 gram. Persentase penurunan adsorban air gambut pada semua kondisi optimum yaitu 64,42% pada hidroksiapatit 900 dan 79,50% pada hidroksiapatit1000.

Penelitian yang dilakukan oleh Rustanti dkk., (2024) menunjukkan bahwa penurunan senyawa organik *Moving Bed Biofilm Reactor* (MBBR) pada sistem sekitar 63 -78%, sedangkan pada proses denitrifikasi sebesar 48-52%. Rata-rata konsentrasi zat organik di outlet kurang dari 100 mg/L, penurunan konsentrasi N Total sekitar 43 -55%, konsentrasi diphosfor tetraoksida (P_2O_4) pada outlet sebesar 0,78 -0,86 mg/L, sedangkan proses denitrifikasi sebesar 60%. Rata-rata penurunan diphosfor tetraoksida (P_2O_4) pada sistem MBBR sebesar 19%, sedangkan rata-rata penurunan pada proses denitrifikasi sebesar 55%. Kesimpulannya, penggunaan sistem *Moving Bed Biofilm Reactor* (MBBR) dan proses denitrifikasi dapat efektif dalam mengolah senyawa organik dan mengurangi konsentrasi N Total serta (P_2O_4) dalam air limbah.

Berdasarkan uraian di atas, penelitian-penelitian sebelumnya diketahui bahwa sintesis hidroksiapatit yang berasal dari cangkang telur ayam ini dapat digunakan sebagai adsorben untuk pemurnian air. Namun, belum ada yang menyusun lembar kerja. Oleh karena itu dilakukan penelitian yang berjudul "**Pengembangan Lembar Kerja berbasis Inkuiri Terbimbing pada Pemanfaatan Cangkang**

Telur Ayam untuk Pemurnian Air". Penelitian ini diharapkan dapat mengembangkan sintesis hidroksiapatit dalam konteks kehidupan, dan memanfaatkan limbah cangkang telur ayam yang tersedia di sekitar sebagai bahan baku utama.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan beberapa penjelasan yang telah disampaikan dalam bagian latar belakang permasalahan, maka dapat diidentifikasi pernyataan permasalahan sebagai berikut:

1. Bagaimana tampilan lembar kerja berbasis inkuiri terbimbing pada pemanfaatan cangkang telur ayam untuk pemurnian air?
2. Bagaimana uji validasi lembar kerja berbasis inkuiri terbimbing pada pemanfaatan cangkang telur ayam untuk pemurnian air?
3. Bagaimana uji kelayakan lembar kerja berbasis inkuiri terbimbing pada pemanfaatan cangkang telur ayam untuk pemurnian air?
4. Bagaimana mensintesis hidroksiapatit dari cangkang telur ayam untuk pemurnian air?

C. Tujuan Penelitian

Dengan merujuk pada rumusan masalah di atas, dapat diidentifikasi tujuan yang hendak dicapai dalam penelitian sebagai berikut:

1. Mendeskripsikan tampilan lembar kerja berbasis inkuiri terbimbing pada pemanfaatan cangkang telur ayam untuk pemurnian air.
2. Menganalisis hasil uji validasi lembar kerja berbasis inkuiri terbimbing pada pemanfaatan cangkang telur ayam untuk pemurnian air.
3. Menganalisis hasil uji kelayakan lembar kerja berbasis inkuiri terbimbing pada pemanfaatan cangkang telur ayam untuk pemurnian air.
4. Menganalisis hasil sintesis hidroksiapatit dari cangkang telur ayam untuk pemurnian air.

D. Manfaat Penelitian

Berdasarkan tujuan penelitian yang ingin dicapai, diharapkan hasil penelitian ini akan memberikan dampak positif pada bidang pendidikan, baik secara individu

maupun secara umum. Adapun manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memberikan informasi mengenai keefektifan pengembangan model pembelajaran berbasis inkuiri terbimbing pada pemanfaatan cangkang telur ayam untuk pemurnian air.
2. Memberikan alternatif pembelajaran melalui eksperimen berbasis inkuiri terbimbing dapat menjadi sarana yang menyenangkan untuk peserta didik dan lebih efektif untuk dilakukan.
3. Membantu mengurangi jumlah limbah cangkang telur ayam yang tidak dimanfaatkan.
4. Dapat meningkatkan kesadaran kepada masyarakat terhadap pengelolaan limbah cangkang telur ayam.

E. Kerangka Pemikiran

Pembelajaran kimia perlu disertai dengan karakteristik model pembelajaran yang sesuai agar lebih mudah dipahami, salah satunya dengan kegiatan praktikum. Karena dalam kegiatan praktikum peserta didik mengalami sendiri sehingga dapat memecahkan permasalahan yang disajikan secara langsung melalui metode ilmiah (prasasti, 2017). Oleh karena itu, model pembelajaran yang dapat digunakan untuk membantu mempermudah peserta didik dalam proses pemecahan masalah secara mandiri melalui kegiatan praktikum yaitu model pembelajaran berbasis inkuiri terbimbing.

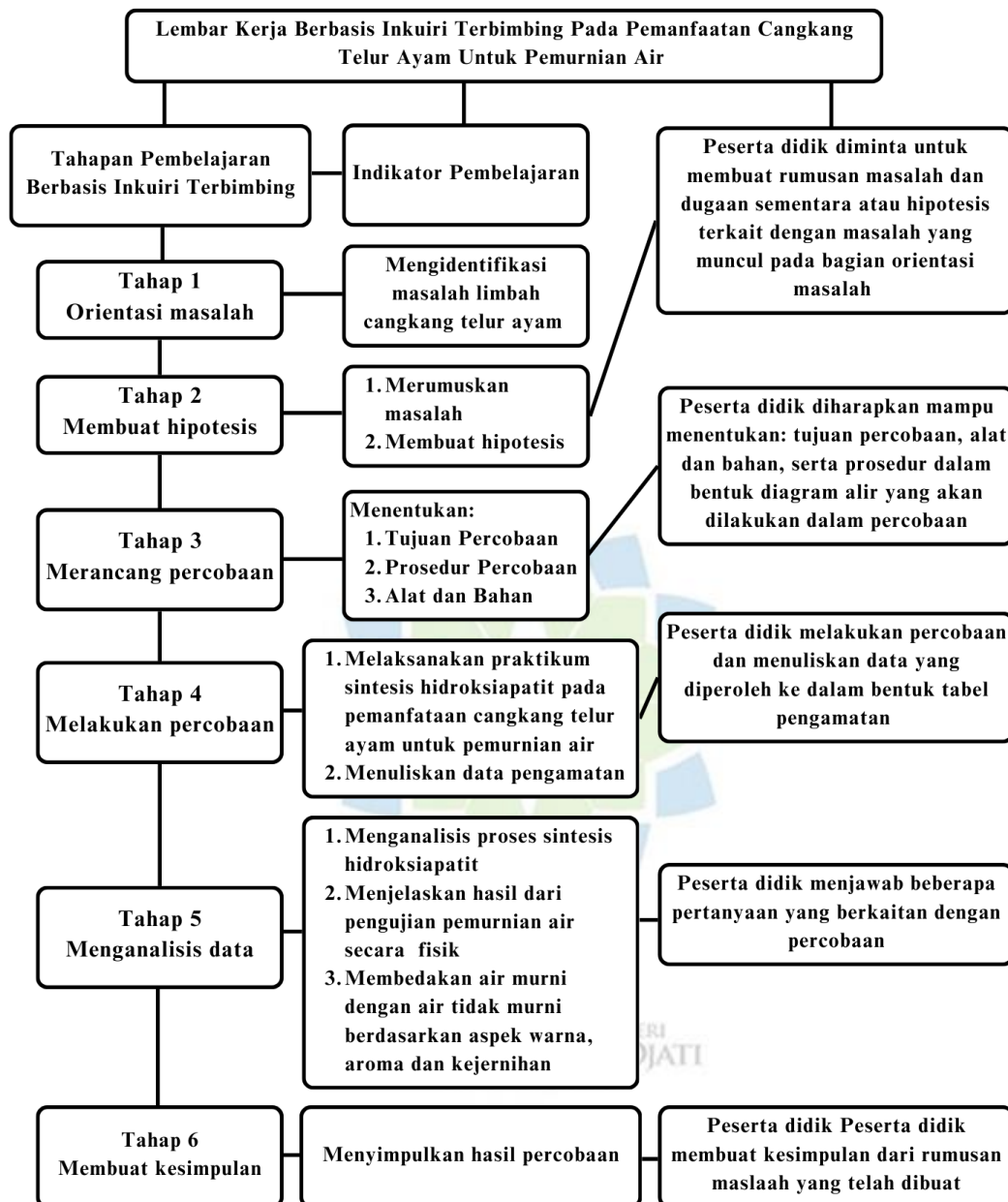
Keterkaitan pembelajaran berbasis inkuiri terbimbing dapat memudahkan peserta didik untuk menyelesaikan permasalahan yang diberikan, sehingga dapat diterapkan pada praktikum pengelolaan dan pengolahan limbah, khususnya praktikum mengenai sintesis hidroksiapatit pada pemanfaatan cangkang telur ayam untuk pemurnian air.

Peserta didik dapat memiliki pilihan untuk mengidentifikasi minat dan gaya belajar yang mereka sukai melalui pembelajaran berbasis inkuiri terbimbing. Kesempatan untuk belajar secara kreatif dan efektif ditawarkan kepada peserta didik, mereka tidak dipaksa untuk memilih pendekatan tertentu (Sugiyono, 2008). Inkuiri terbimbing sering kali digunakan di ruang kelas bersama dengan metode

lainnya. Agar pembelajaran lebih bermakna, metode inkuiri terbimbing merupakan strategi pembelajaran yang menyeimbangkan pengembangan komponen kognitif, afektif, dan psikomotorik (Hendarwati, 2013).

Dimana peneliti mengantisipasi bahwa penerapan praktikum akan lebih bermakna, maka dibuatlah lembar kerja berbasis inkuiri terbimbing. Langkah-langkah inkuiri terbimbing digunakan dalam pembuatan lembar kerja. Tahapan tersebut meliputi mengajukan pertanyaan atau memecahkan masalah, membuat hipotesis, merancang percobaan, melaksanakan percobaan, menganalisis data, dan membuat kesimpulan.

Adapun langkah inkuiri terbimbing ini dihubungkan dengan tahap pembelajaran, dimana penyusunan rumusan masalah berdasarkan wacana sintesis hidroksiapatit dalam pemurnian air untuk analisis kuantitatif merupakan bagian dari tahapan membuat pertanyaan. Membuat hipotesis sesuai dengan bagaimana masalah yang telah dirumuskan termasuk dalam langkah membuat hipotesis. Melakukan percobaan termasuk pemilihan alat dan bahan yang diperlukan serta teknik percobaan. Pengumpulan data meliputi mencatat hasil percobaan dan mendiskusikannya. Analisis data mencakup menjawab pertanyaan berdasarkan fakta yang ditemukan. Serta merumuskan kesimpulan eksperimen terkait analisis kuantitatif sintesis hidroksiapatit, yang termasuk dalam proses penarikan kesimpulan. Pada kerangka pemikiran disajikan pada **Gambar 1.1**.



Gambar 1.1 Kerangka pemikiran

F. Hasil Penelitian Yang Relevan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Sukmawati dkk., (2014), pengembangan lembar kerja peserta didik berbasis inkuiri terbimbing pada materi pencemaran dan kerusakan lingkungan untuk kelas VII secara keseluruhan termasuk kedalam kategori “sangat layak”. Hal ini didukung oleh hasil angket yang sangat baik dari ahli materi, ahli media, dan ahli bahasa yang masing-masing

mencapai nilai 85,0%, 86,2% dan 77,5%. Perolehan persentase respon peserta didik 85,4% dengan kategori “sangat layak”, sedangkan respon guru biologi mencapai nilai persentase 85,0% kategori “sangat layak” sehingga dapat disimpulkan lembar kerja peserta didik IPA Terpadu layak digunakan sebagai bahan ajar.

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Irwansyah dkk., (2023) mengenai “Cara Membuat dan Mengkarakterisasi Hidroksiapatit dari Cangkang Telur Menggunakan Metode Hidrotermal: Potensial Wawasan untuk Sistem Pengiriman Obat” yaitu mensintesis dan mengkarakterisasi hidroksiapatit yang berasal dari cangkang telur menggunakan metode hidrotermal dan mengeksplorasi potensinya untuk sistem penghantaran obat. Yang dimana hasilnya menunjukkan bahwa hidroksiapatit yang di karakterisasi sesuai dengan sistem penghantaran obat karena sifatnya yang menguntungkan.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh tohang dkk., 2016), mengenai “Sintesis Hidroksiapatit dari *Precipitated Calcium Carbonate* (PPC) Kulit Telur Ayam Ras Melalui Metode Hidrotermal” yang dimana penelitian memberikan hasil yang cukup bagus. Sumber kalsium untuk sintesis hidroksiapatit sangat beragam dan melimpah disekitar kita.

