

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Penelitian

Daerah Padalarang, khususnya kawasan Citatah memiliki sumber daya mineral yang dapat dijadikan sebagai laboratorium alam dalam pembelajaran Kimia Unsur. Pada Kurikulum Merdeka, Kimia Unsur diajarkan di kelas XII dengan topik yang sangat luas meliputi sifat fisika, sifat kimia, proses pengolahan hingga pemanfaatannya, serta konten ini hanya sedikit melibatkan perhitungan kimia. Umumnya guru mengajarkan materi ini dengan metode konvensional, berupa ceramah dan penggunaan buku teks. Keterbatasan waktu dalam pembelajaran kelas XII sering menjadi kendala, sehingga guru kurang memiliki kesempatan untuk mengembangkan berbagai metode yang dapat meningkatkan minat peserta didik dalam memahami konsep-konsep Kimia Unsur (Mangengke dan Dwiningsih, 2020).

Berdasarkan hasil penelitian Salsabila dan Nurjayadi (2019) yang dilakukan di dua SMA negeri di Jakarta, sebanyak 50% peserta didik mengungkapkan bahwa tantangan utama dalam mempelajari Kimia Unsur adalah banyaknya materi yang harus dihafal. Selain itu, banyak peserta didik merasa bahwa sumber informasi yang tersedia tidak menarik, dan sebanyak 70% menganggap bahwa buku tersebut sulit dipahami. Penelitian dilanjutkan dengan mengembangkan e-modul berbasis kontekstual untuk materi Kimia Unsur. E-modul ini dirancang sebagai media pengayaan yang interaktif dan efektif, yang dapat membantu peserta didik belajar secara mandiri.

Penelitian lain mengenai pengembangan e-modul materi Kimia Unsur juga dilakukan oleh Lestarani *et. al.* (2021), yang memanfaatkan perangkat lunak *Lectora Inspire* serta pendekatan etnosains. Pendekatan etnosains adalah strategi pembelajaran yang mengedepankan pengalaman belajar dengan mengintegrasikan budaya dalam proses edukasi. Salah satu contoh materi Kimia Unsur yang dihubungkan dengan etnosains adalah proses pembuatan garam secara tradisional oleh masyarakat Atapupu Belu, NTT, serta kebiasaan makan sirih pinang di

kalangan masyarakat NTT. Selain itu, Aliyyah (2023) juga telah mengembangkan e-modul untuk Unsur Periode 3 dan Unsur Transisi Periode 4 yang berbasis SETS (*Science, Environment, Technology, and Society*) pada sub-bab mengenai kegunaan unsur-unsur, yang menunjukkan hasil implementasi yang sangat memuaskan.

Berbagai penelitian telah dilakukan untuk mengembangkan e-modul yang berfokus pada materi Kimia Unsur dengan pendekatan kontekstual, etnosains, maupun SETS, namun sebagian besar penelitian tersebut masih terbatas pada aspek kelayakan penggunaan e-modul. Kajian terhadap berbagai penelitian dengan metode bibliometrik mengenai kimia unsur, mineral, lingkungan, pertambangan, dan pembangunan berkelanjutan, ditemukan sebanyak 22 item yang memenuhi kriteria pencarian dari jurnal atau karya ilmiah lainnya, yang termasuk dalam empat kluster yang berbeda. Kajian bibliometrik menggambarkan jaringan yang dimiliki oleh setiap *item* berdasarkan frekuensi kemunculannya dalam judul dan/atau abstrak penelitian.

Hasil analisis bibliometrik menunjukkan bahwa *item* "pembangunan berkelanjutan" memiliki frekuensi kemunculan dan total kekuatan tautan tertinggi, yaitu masing-masing 40 dan 89. Adapun *item* "mineral" memiliki frekuensi kemunculan dan total kekuatan tautan masing-masing sebesar 26 dan 60. Dengan kata lain, kemunculan *item* mineral dalam dokumen-dokumen tersebut sekitar 2,6%, dengan keterhubungan hanya sekitar 6% dengan *item* lain seperti Indonesia, lingkungan, pertambangan, pembangunan berkelanjutan, batuan, batubara, dan usaha lainnya. Analisis bibliometrik menunjukkan bahwa *item* mineral memiliki hubungan yang signifikan dengan pembangunan berkelanjutan, lingkungan, dan pertambangan. Berdasarkan temuan ini, penelitian mengenai mineral serta hubungannya dengan lingkungan perlu ditingkatkan.

Penelitian mengenai pembelajaran Kimia Unsur yang berbasis konteks pertambangan di lingkungan sekitar masih tergolong jarang. Dengan mengaitkan konteks pertambangan dengan materi Kimia Unsur diharapkan peserta didik dapat memahami konsep-konsep kimia yang terkait Kimia Unsur dimulai dari hal yang konkret dan dekat dengan kehidupan peserta didik, misalnya eksplorasi mineral yang selanjutnya diolah dan dimanfaatkan untuk keperluan manusia. Hal ini sejalan dengan prinsip yang terhubung ke konsep senyawa dan unsur kimia yang berupa

simbol dan reaksi mikroskopis.

Jenis-jenis penambangan yang dilakukan di kawasan Citatah, Kabupaten Bandung Barat mencakup batu kapur, marmer, andesit, dan pasir, dengan lokasi yang berdekatan dengan jalan nasional yang menghubungkan Kota Bandung dan Kabupaten Cianjur. Aktivitas industri pertambangan di wilayah ini telah berlangsung lama, dimulai sejak era kolonial (Haerani *et. al.*, 2019). Kawasan ini dikenal juga sebagai kawasan Karst Citatah-Rajamandala. Kawasan ini memiliki nilai strategis yang signifikan, terutama dalam aspek ekonomi, yang mencakup penambangan batu gamping, fosfat guano, pengelolaan sumber daya air, kehutanan, pertanian, perikanan, pariwisata, dan bioekonomi (walet), namun kawasan Karst Citatah mengalami tingkat kerusakan yang cukup tinggi. Kondisi ini disebabkan oleh semakin meluasnya area penambangan batu kapur.

Menurut data dari Badan Pengendalian Lingkungan Hidup Daerah (BPLHD) Provinsi Jawa Barat terdapat 11 Izin Usaha Pertambangan (IUP) untuk bahan galian Golongan C yang dikeluarkan oleh Bupati Bandung, ditambah dengan 5 izin yang diterbitkan oleh camat, masing-masing dengan luas 1000 m². Di luar area pertambangan yang telah memiliki izin, aktivitas pertambangan yang dilakukan secara individual semakin meningkat (Maulana, 2011). Usaha penambangan gamping rakyat (galian C) yang tidak terkelola dengan baik telah menjadi ancaman serius bagi nilai strategis kawasan karst di Citatah. Aktivitas ini menyebabkan kerusakan yang signifikan pada berbagai lokasi penting, termasuk situs cagar budaya seperti Goa Pawon, Goa Bancana, dan Gunung Masigit. Kerusakan dan polusi yang diakibatkan meliputi:

1. Kerusakan formasi eksokarstik yang khas, seperti tower gamping di sekitar Karang Panganten di Gunung Masigit.
2. Kerusakan formasi endokarstik, yang dapat dilihat pada Goa Bancana di sekitar Pasir Bancana dan Goa Pawon di sekitar Pasir Pawon.
3. Polusi udara akibat pembakaran dan sisa-sisa proses penambangan (Haerani *et. al.*, 2019).

Pada hari Minggu, 10 Mei 2020, sebuah bencana longsor terjadi di tebing setinggi 100 meter di kawasan pertambangan batu putih dan batu kapur di salah satu kampung yang berada di kawasan Citatah. Longsor ini terjadi saat aktivitas

pertambangan masih berlangsung. Lokasi tambang tersebut telah mengantongi Izin Usaha Pertambangan (IUP) dengan nomor IUP OP 540/kep. 06/10. 1. 060/DPMTSP Tahun 2017. Meski sudah terjadi longsor, kegiatan pertambangan di lokasi tersebut tetap berlangsung dan memiliki potensi bahaya bagi keselamatan kerja. Pada lokasi kejadian menunjukkan tanda-tanda rawan bencana dengan terlihat adanya bekas longsor (Pratiwi, Myrna & Utami, 2021). Masih banyak masyarakat yang tinggal di sekitar kawasan longsor tersebut. Mereka perlu diberikan pemahaman tentang pengelolaan sumber daya alam di sekitar tambang.

Pengetahuan masyarakat di sekitar area pertambangan mengenai pengelolaan sumber daya alam diharapkan dapat mengembangkan strategi perlindungan lingkungan yang mendukung pencapaian era hijau, seperti konsep *Smart City* (Haerani *et. al.*, 2019). Ini sejalan dengan prinsip pembangunan berkelanjutan, yang menekankan pentingnya aspek ekonomi, yaitu “pembangunan ekonomi yang memenuhi kebutuhan generasi sekarang tanpa mengorbankan generasi mendatang”. Pembangunan berkelanjutan juga dapat diartikan sebagai “jenis aktivitas manusia yang memelihara dan melestarikan kehidupan di bumi” (Bossel, 1999).

Pembangunan berkelanjutan sangatlah penting untuk memastikan keberlangsungan hidup manusia di bumi, Hal ini harus didasarkan pada 17 prinsip yang diusulkan oleh Perserikatan Bangsa-Bangsa, yang dikenal sebagai *Sustainable Development Goals* (SDGs). Salah satu tujuan kunci, yaitu tujuan ke-4 yang berkaitan dengan pendidikan berkualitas, berperan vital dalam pencapaian tujuan-tujuan lainnya. Dalam Kerangka Aksi tahun 2030 yang diusulkan oleh UNESCO, salah satu pendekatan untuk mencapai SDGs adalah melalui pendidikan. Prinsip ke-4 ini tidak hanya bertujuan untuk memperluas akses pendidikan bagi semua, tetapi juga untuk memperkenalkan konsep sains hijau dan berkelanjutan dalam kurikulum akademik dengan cara yang mempertimbangkan isu-isu sosio-ilmiah global serta dampak lokalnya atau dikenal dengan istilah *glokal* (Zuin *et. al.*, 2019).

Dalam konteks keberlanjutan pertambangan di daerah Citatah, hal ini dapat menjadi salah satu isu *glokal* yang relevan untuk dipelajari oleh para peserta didik, terutama dalam materi Kimia Unsur. Peserta didik diharapkan mampu mengaitkan permasalahan lingkungan yang berhubungan dengan keberlanjutan generasi

mendatang seperti: air bersih, industri dan infrastruktur, ekosistem daratan dll dengan pengamatan secara langsung terhadap kondisi masyarakat di sekitar pertambangan. Melalui pengamatan secara langsung kegiatan pertambangan di daerah tersebut, peserta didik memperoleh informasi dan dapat mengaitkannya dengan konsep-konsep yang terdapat pada materi Kimia Unsur seperti pengolahan dan pemanfaatannya. Hubungan antara aspek kimia, reaksi, dan proses kimia dengan aspek ekonomi, lingkungan, dan ekologi ini selanjutnya dikenal dengan “Kimia Berkelanjutan”.

Kimia berkelanjutan merupakan paradigma baru dalam ilmu kimia yang menekankan pada optimalisasi pemanfaatan sumber daya dan minimalisasi dampak lingkungan. Fokus utama dari pendekatan ini adalah pada peningkatan efisiensi proses produksi melalui diversifikasi produk, peningkatan daur ulang produk sampingan, serta perpanjangan siklus hidup produk dan bahan baku. Selain itu, kimia berkelanjutan juga mengintegrasikan aspek keselamatan proses dan lingkungan, serta mengedepankan nilai tambah ekonomi, ekologi, dan sosial yang dapat diperoleh dari setiap tahapan proses. Prinsip dasar kimia berkelanjutan adalah desain produk dan proses yang ramah lingkungan, sehingga memastikan keberlanjutan pengembangan teknologi kimia di masa depan. Pendekatan ini menawarkan potensi manfaat yang lebih luas dibandingkan dengan kimia hijau konvensional, termasuk manfaat tidak langsung yang sulit diukur secara kuantitatif (Gude, 2017). Jika di kelas X, peserta didik telah mempelajari topik Kimia Hijau, maka di kelas XII pada materi Kimia Unsur diperluas pada kimia berkelanjutan melalui konteks pertambangan di daerah Citatah.

Isu lingkungan, termasuk salah satu bentuknya mitigasi bencana yang sangat penting untuk diintegrasikan ke dalam sistem pendidikan, sehingga peserta didik dapat mendidik masyarakat sekitar tentang kepedulian terhadap lingkungan. Guru dan peserta didik diharapkan dapat berperan sebagai agen pengelola alam yang berkelanjutan, sekaligus mendidik para pemangku kepentingan lainnya (Haerani *et. al.*, 2019). Implementasi prinsip-prinsip SDGs dalam pendidikan, yang dikenal sebagai Pendidikan Berkelanjutan atau *Education for Sustainable Development* (ESD), telah diintegrasikan dalam struktur kurikulum SMA/MA melalui Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan No. 69 Tahun 2013. Salah

satu kriteria utama dalam peraturan No. 69 Tahun 2013 tersebut adalah penerapan pendekatan interdisipliner dan holistik dalam proses pembelajaran di sekolah (Mochtar *et. al.*, 2014).

Pendekatan holistik ini berkaitan erat dengan pemikiran sistem, yang merupakan cara untuk meneliti dan memahami suatu konsep dalam perspektif yang lebih luas (Orgill *et. al.*, 2019). Aristoteles, sebagaimana dikutip dalam Gilbert *et. al.* (2019), menggambarkan pemikiran sistem sebagai pandangan yang melihat sesuatu sebagai keseluruhan yang lebih besar daripada sekadar jumlah bagian-bagiannya. Dalam konteks pembelajaran kimia, pendekatan ini sangat relevan, karena kondisi lingkungan yang mencakup aspek sains, ekonomi, sosial, dan lainnya tidak dapat dipisahkan dan harus dipahami sebagai satu kesatuan sistem (Miller *et. al.*, 2019).

Konsep berpikir sistem merupakan sebuah pergeseran paradigma dalam memahami kompleksitas dunia. Meskipun akar pemikiran ini telah lama ada, istilah ini baru populer dalam beberapa dekade terakhir. Peningkatan saling ketergantungan global dan dampak kumulatif dari aktivitas manusia telah menyadarkan kita akan pentingnya memandang dunia sebagai suatu sistem yang saling terhubung. Kurikulum pembelajaran perlu mengintegrasikan keterampilan berpikir sistem, kreatif, dan kritis untuk membekali peserta didik dengan kompetensi yang relevan dalam menghadapi kompleksitas dunia profesional, khususnya pada bidang-bidang interdisipliner seperti arsitektur (Teqja & Dennis, 2016). Pemecahan masalah dalam suatu sistem melibatkan integrasi antara berpikir sistem, berpikir kreatif, dan berpikir kritis. Berpikir sistem digunakan untuk mengidentifikasi permasalahan, berpikir kreatif untuk menghasilkan ide-ide solusi, dan berpikir kritis untuk mengevaluasi kelayakan setiap solusi.

Konsep berpikir sistem ini sudah mulai muncul sejak tahun 1954, dimulai oleh Bertalanffy memberikan cara pandang baru pada sains sebagai suatu gambaran yang lebih luas, bukan hanya fokus pada bagian-bagiannya yang dikenal sebagai Teori Sistem Umum. Penjelasan mengenai keterampilan berpikir sistem selanjutnya terus berkembang, salah satunya adalah Hierarki Berpikir Sistem atau *System Thinking Hierarchy* (STH) yang dikemukakan oleh Assaraf dan Orion yang dapat diterapkan dalam konteks pendidikan sains (Orgill *et. al.*, 2019).

Pembelajaran kimia menggunakan pendekatan berpikir sistem sangat penting untuk membantu peserta didik memahami konsep-konsep kimia secara holistik dan sistematis. Mereka dapat memaksimalkan efisiensi penggunaan sumber daya sekaligus mengurangi bahaya dan polusi yang mungkin timbul.

Pendekatan berpikir sistem juga krusial dalam menyelidiki dampak faktor lingkungan, sosial, dan ekonomi terhadap isu-isu baik lokal maupun internasional, karena pendekatan ini mampu menghubungkan materi kimia dengan konteks yang lebih luas. Dengan demikian, pendekatan berpikir sistem memberikan fokus pembelajaran yang lebih spesifik dan memperluas metode berbasis konteks (Orgill *et. al.*, 2019). Berdasarkan pemaparan tersebut pembelajaran kimia pada materi Kimia Unsur dapat dikembangkan menggunakan konteks tambang berkelanjutan di daerah Citatah melalui kerangka berpikir sistem.

1.2. Rumusan Masalah Penelitian

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan pada bagian sebelumnya terdapat beberapa masalah yang teridentifikasi yaitu pembelajaran Kimia Unsur belum mengaitkan dengan konteks global dan pengembangan berpikir sistem peserta didik belum secara luas dilakukan dalam pembelajaran kimia di sekolah. Dari beberapa masalah tersebut, maka dirumuskan permasalahan utama yang dijawab dalam penelitian ini yaitu “Bagaimana pembelajaran Kimia Unsur menggunakan konteks tambang berkelanjutan yang diterapkan melalui kerangka berpikir sistem di kelas XII SMA?”.

Adapun pertanyaan penelitian yang dapat dirinci berdasarkan permasalahan utama tersebut yaitu:

1. Bagaimana hasil analisis konten terhadap literatur Kimia Unsur dengan konteks tambang berkelanjutan dibandingkan dengan kurikulum sekolah yang berlaku?
2. Bagaimana pengetahuan awal peserta didik dibandingkan dengan konsep para ilmuwan terkait materi Kimia Unsur dengan konteks tambang berkelanjutan?
3. Bagaimana desain pembelajaran Kimia Unsur menggunakan konteks tambang berkelanjutan melalui kerangka berpikir sistem?
4. Bagaimana implementasi desain pembelajaran Kimia Unsur menggunakan konteks tambang berkelanjutan melalui kerangka berpikir sistem?

Meta Indah Agnestia, 2025

PEMBELAJARAN KIMIA UNSUR MENGGUNAKAN KONTEKS TAMBANG BERKELANJUTAN MELALUI KERANGKA BERPIKIR SISTEM

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

5. Bagaimanakah profil dan kemampuan berpikir sistem peserta didik pada pembelajaran Kimia Unsur menggunakan konteks tambang berkelanjutan?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah dihasilkannya desain pembelajaran Kimia Unsur menggunakan konteks tambang berkelanjutan melalui kerangka berpikir sistem yang tervalidasi dan teruji untuk kelas XII SMA.

1.4. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat yaitu:

1. Bagi peserta didik, pembelajaran Kimia Unsur menggunakan konteks tambang berkelanjutan ini dapat mengembangkan kemampuan berpikir sistem untuk menghadapi tantangan global.
2. Bagi pendidik, adanya inovasi pembelajaran kimia pada materi Kimia Unsur menuju Pendidikan Berkelanjutan Tahun 2030.
3. Bagi peneliti lain, menjadi referensi dalam pengembangan penelitian yang sejenis.

1.5. Struktur Organisasi

Struktur organisasi berisi sistematika penulisan pada penelitian tesis yang dilakukan. Struktur organisasi mengacu pada pedoman penulisan karya ilmiah Universitas Pendidikan Indonesia tahun 2021. Struktur organisasi memberikan gambaran setiap bab, urutan penulisan, dan keterkaitan antara satu bab dengan bab lainnya untuk membentuk suatu kerangka tesis yang utuh. Struktur organisasi tesis ini terdiri dari 5 bab, yaitu:

1. Bab I Pendahuluan. Bab ini mengungkap latar belakang penelitian, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan struktur organisasi tesis. Di dalam bab ini dijelaskan mengenai alasan penulis memilih judul “Pembelajaran Kimia Unsur Menggunakan Konteks Tambang Berkelanjutan Melalui Kerangka Berpikir Sistem”.

Meta Indah Agnestia, 2025

PEMBELAJARAN KIMIA UNSUR MENGGUNAKAN KONTEKS TAMBANG BERKELANJUTAN MELALUI KERANGKA BERPIKIR SISTEM

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

2. Bab II Kajian Pustaka. Bab ini berisi konsep dan teori untuk memperjelas materi atau permasalahan yang diangkat dalam penelitian. Disamping itu penulis juga menyertakan penelitian-penelitian dengan materi yang berkaitan. Kajian pustaka terdiri dari teori mengenai pendidikan untuk pembangunan berkelanjutan, berpikir sistem, konteks tambang berkelanjutan terkait potensi Kars Citatah, dan penelitian-penelitian terdahulu.
3. Bab III Metode Penelitian. Bab ini memuat alur penelitian yang dilakukan mulai dari desain penelitian, partisipan dan tempat penelitian, variabel penelitian, instrumen penelitian, prosedur penelitian serta analisis data.
4. Bab IV Temuan dan Pembahasan. Pada bab ini dipaparkan temuan yang diperoleh dari hasil penelitian, analisis data dan pembahasan temuan penelitian yang ditempuh untuk menjawab rumusan masalah.
5. Bab V Simpulan, Implikasi dan Rekomendasi. Bab ini membahas mengenai kesimpulan yang ditarik dari penafsiran terhadap hasil dan temuan penelitian serta implikasi dan rekomendasi yang digunakan untuk penelitian selanjutnya.