

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Pembelajaran Berbasis Masalah dengan integrasi *Socioscientific Issues* dalam pembelajaran kimia

1. Pengertian Pembelajaran Berbasis Masalah

Pembelajaran Berbasis Masalah atau *Problem Based Learning* (PBL) merupakan model pembelajaran inovatif yang menempatkan masalah nyata dan kontekstual sebagai titik awal dan penggerak utama proses belajar. Silver (2004) mendefinisikan PBL sebagai metode intruksional di mana mahasiswa belajar melalui fasilitasi pemecahan masalah: pembelajaran berpusat pada masalah kompleks yang tidak memiliki jawaban tunggal, mendorong mahasiswa bekerja secara kolaboratif untuk mengidentifikasi apa yang perlu dipelajari guna menyelesaikan masalah, kemudian menerapkan pengetahuan baru tersebut secara reflektif. Dengan kata lain, dalam PBL masalah bukan sekedar alat evaluasi atau aplikasi pengetahuan yang sudah ada melainkan menjadi *trigger* utama yang menginisiasi dan mengarahkan seluruh proses inkuiri dan konstruksi pengetahuan mahasiswa.

Perspektif lain dikemukakan oleh Fita dkk. (2021) yang menyatakan bahwa PBL merupakan model pembelajaran yang menuntut mahasiswa aktif memecahkan masalah autentik yang tidak terstruktur, sehingga secara bersamaan mengembangkan pemahaman konsep dan keterampilan berpikir tingkat tinggi. Ciri khas PBL yang membedakannya dari model lain adalah bahwa proses inkuiri dimulai dari ketidaktahuan dan rasa ingin tahu yang timbul akibat masalah bukan dari penjelasan materi kemudian diaplikasikan (Wilsa dkk., 2017)

2. Karakteristik dan Sintaks PBL

PBL memiliki beberapa karakteristik khas yang membedakannya dari pembelajaran konvensional. Razak (2022) mengidentifikasi empat tema utama dalam penerapan PBL yang efektif: (1) lingkungan belajar yang mendukung kolaborasi dan inkuiri; (2) konten berupa masalah autentik yang relevan; (3) proses yang berpusat pada mahasiswa; dan (4) peran pendidik sebagai fasilitator, bukan penyampai informasi.

Secara operasional, sintaks PBL terdiri dari lima fase yang saling berurutan, yaitu: (1) orientasi mahasiswa kepada masalah; (2) mengorganisasikan mahasiswa untuk belajar; (3) membimbing penyelidikan individu dan kelompok; (4) mengembangkan dan menyajikan hasil karya; serta (5) menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah (Putro Utomo dkk., 2020).

3. Langkah-Langkah Pembelajaran Berbasis Masalah

Dalam penerapannya, pembelajaran berbasis masalah dilaksanakan secara sistematis. Menurut Resti, dkk., (2016) pembelajaran berbasis masalah melalui langkah-langkah berikut ini:

- a) Tahap orientasi, yakni tahap mengarahkan peserta didik terhadap problematika yang dihadapi.
- b) Tahap organisasi, yakni tahap pengaturan peserta didik untuk mengikuti pembelajaran.
- c) Tahap pembimbingan peserta didik melakukan penelitian dan penyelidikan secara mandiri ataupun kelompok.
- d) Tahap penyajian karya, yakni tahap mengembangkan dan mengkomunikasikan hasil produk atau karya hasil dari penelitian atau penyelidikan yang dilakukan.
- e) Tahap analisis serta evaluasi, yakni tahap menganalisis dan evaluasi proses penyelesaian masalah (Ardianti, dkk., 2021)

Menurut James E. White (2012) isu ialah topik yang dapat menimbulkan perselisihan pendapat atau menimbulkan pro dan kontra di berbagai kalangan masyarakat dan dianggap penting serta menjadi perhatian bersama dalam masyarakat pada suatu waktu tertentu. Adapun definisi isu sosiosaintifik atau Sosioscientific Issue (SSI) menurut Tenekecigil, dkk., (2025) ialah representasi dari permasalahan peristiwa kehidupan sosial dan memiliki keterkaitan secara konseptual dengan konsep sains. Menurut Zeidler, dkk., (2019) isu sosiosaintifik sebagai media pembelajaran yang memuat isu-isu sosial bersifat kontroversial serta memiliki kaitannya dengan prinsip dan konsep sains. Isu sosiosaintifik ini dipergunakan dalam pendidikan yang berfokus

terhadap aplikasi penalaran ilmiah peserta didik serta keputusan etika dan moral dalam menghadapi peristiwa tertentu yang terdapat di masyarakat. Sedangkan berdasarkan penjelasan Rahayu (2019) isu sosiosaintifik digunakan sebagai pendekatan kegiatan pembelajaran yang mengupas kajian fakta fenomena yang hadir berdasarkan isu sosial di masyarakat yang berhubungan dengan sains.

Menurut Zeidler, dkk., (2019) isu sosiosaintifik memuat pemakaian konteks permasalahan ilmiah menuntut peserta didik mampu terlibat aktif pertukaran gagasan seperti dialektika dan debat. Masalah-masalah ini bersifat kontroversial dan memiliki unsur tambahan yang menuntut tingkat pemahaman etika dan moral serta evaluasi masalah dalam aturan pengambilan keputusan tentang probabilitas pemecahan masalah. Menurut pendapat Rahmawati, dkk., (2018) integrasi terhadap konsep-konsep sains dalam pendekatan pembelajaran membuat peserta didik leluasa mengkonstruksi pengetahuan secara mandiri, berpikir kritis, dan mengembangkan nilai-nilai moral serta etika untuk memecahkan masalah yang memiliki dampak pada kehidupan masyarakat. Sehingga isu sosiosaintifik ialah pendekatan yang membahas mengenai sains dan hubungannya dengan kehidupan sosial masyarakat. Pendekatan isu sosiosaintifik dalam pembelajaran kimia akan sangat membantu peserta didik dalam mengembangkan kemampuan critical thinking yang dicapai melalui literasi dan diskusi tentang sosio-sains. Dalam implementasinya, proses pembelajaran kimia yang diintegrasikan dengan isu sosiosaintifik bertujuan agar peserta didik dapat meningkatkan kepekaan terhadap lingkungan, berpikir kritis untuk mampu menyediakan solusi bagi permasalahan, serta meningkatkan prestasi belajar.

Menurut Zeidler, dkk., (2019) pendekatan isu sosiosaintifik dalam pembelajaran kimia tercermin pada aspek kesadaran etika dan nilai-nilai. Ditinjau dalam segi filosofis, keberadaan kesadaran etika dan nilai-nilai pada proses pembelajaran selaras dengan teori pembelajaran konstruktivistik sosial menurut Vygotsky yang menekankan pada kegiatan pembelajaran bermakna dengan kemampuan pendidik untuk akomodasi peserta didik mendapatkan pengetahuan awalnya dalam menghadapi permasalahan

melalui pemahaman sosio-kultural menuju pemahaman lebih baik sesuai konteks kehidupan yang dimilikinya.

Beberapa kriteria berikut harus dipenuhi untuk bisa mewakili isu sosiosaintifik sebagai konteks sosial dalam muatan pembelajaran kimia, di antaranya:

a. Otentik, topik yang diangkat sedang hangat diperbincangkan di masyarakat dibuktikan dengan banyak ditemukan di berbagai media seperti media sosial, surat kabar, bahkan televisi.

b. Relevan, topik tersebut akan mempengaruhi pada sikap yang diambil peserta didik untuk kehidupannya di masa sekarang atau masa mendatang.

c. Evaluasi, topik memungkinkan peserta didik mengambil keputusan atau pemecahan masalah dari berbagai perspektif serta menganalisis kepentingan yang ditanggung kelompok-kelompok tertentu.

d. Diskusi terbuka, topik memberikan peluang untuk didiskusikan secara dialektis dan bersifat terbuka dengan bebas dari unsur SARA

e. Memiliki keterkaitan dengan sains dan teknologi. Selain berhubungan dengan sosial, topik yang diangkat memerlukan kaca mata sains dalam proses analisis konsep atau fakta-fakta ilmiah sebagai bahan argumentasi (Stolz, dkk., 2013).

B. Keterampilan Berpikir Kritis dalam pembelajaran kimia

Berpikir kritis merupakan keterampilan kognitif tingkat tinggi yang sangat esensial di era abad ke-21. Facione (2015) mendefinisikan berpikir kritis sebagai penilaian mandiri yang bertujuan (*purposeful self-regulatory judgment*) yang menghasilkan interpretasi, analisis, evaluasi, dan inferensi berdasarkan bukti, konsep, metode, kriteria, atau konteks yang relevan. Sementara itu, Ennis (2011) mendefinisikan berpikir kritis sebagai pemikiran yang masuk akal dan reflektif yang berfokus pada keputusan tentang apa yang dipercaya dan apa yang harus dilakukan. Kedua definisi ini menekankan aspek aktif, reflektif, dan berbasis bukti yang menjadi inti dari proses berpikir kritis.

Keterampilan berpikir kritis merupakan salah satu kompetensi esensial yang harus dimiliki mahasiswa untuk menghadapi tantangan abad ke-21. Keterampilan ini memungkinkan individu menganalisis informasi secara sistematis, mengevaluasi bukti yang tersedia, menyusun argumen yang logis, serta mengambil keputusan berdasarkan alasan yang dapat dipertanggungjawabkan. Menurut Facione (2020), berpikir kritis merupakan proses penilaian yang bertujuan dan dilakukan secara sadar melalui kemampuan interpretasi, analisis, evaluasi, inferensi, penjelasan, dan pengaturan diri (*self-regulation*) sehingga menghasilkan keputusan yang rasional dan berbasis bukti.

Keterampilan berpikir kritis merupakan salah satu kompetensi esensial yang harus dimiliki mahasiswa untuk menghadapi tantangan abad ke-21. Menurut OECD (2023), keterampilan ini menjadi bagian penting dalam mempersiapkan lulusan yang mampu menghadapi permasalahan kompleks melalui proses analisis, evaluasi, dan pengambilan keputusan yang tepat. Facione (2020) menjelaskan bahwa keterampilan berpikir kritis memungkinkan individu menganalisis informasi secara sistematis, mengevaluasi bukti yang tersedia, menyusun argumen yang logis, serta mengambil keputusan berdasarkan alasan yang dapat dipertanggungjawabkan. Lebih lanjut, Facione (2020) mendefinisikan berpikir kritis sebagai proses penilaian yang bertujuan dan dilakukan secara sadar melalui kemampuan interpretasi, analisis, evaluasi, inferensi, penjelasan (*explanation*), dan pengaturan diri (*self-regulation*), sehingga menghasilkan keputusan yang rasional dan berbasis bukti.

Menurut Ennis (2011), berpikir kritis merupakan proses berpikir yang rasional dan reflektif yang berfokus pada penentuan apa yang harus dipercaya atau dilakukan. Meskipun konsep tersebut telah dikembangkan sejak lama, indikator keterampilan berpikir kritis yang dikemukakan oleh Ennis (2011) masih banyak digunakan sebagai dasar penyusunan instrumen penelitian karena mampu menggambarkan tahapan berpikir kritis secara sistematis, mulai dari mengidentifikasi masalah, mengevaluasi informasi, menarik kesimpulan, hingga menentukan tindakan yang tepat.

Dalam pembelajaran kimia, keterampilan berpikir kritis diperlukan agar mahasiswa tidak hanya memahami konsep-konsep ilmiah, tetapi juga mampu menghubungkan

konsep tersebut dengan permasalahan nyata, mengevaluasi informasi ilmiah dari berbagai sumber, menyusun argumentasi berdasarkan bukti, serta mengambil keputusan terhadap isu-isu yang berkaitan dengan sains, teknologi, lingkungan, dan masyarakat (Facione, 2020). Pembelajaran yang mengintegrasikan masalah autentik dengan diskusi ilmiah dan penyelidikan aktif terbukti dapat mengembangkan kemampuan berpikir kritis mahasiswa (Loyens dkk., 2023). Oleh karena itu, proses pembelajaran perlu dirancang agar mahasiswa memperoleh pengalaman belajar yang mendorong analisis, evaluasi, argumentasi, dan pemecahan masalah secara aktif.

Berbagai faktor mempengaruhi perkembangan keterampilan berpikir kritis mahasiswa, di antaranya: model pembelajaran, kualitas masalah yang dihadapi, dan konteks pembelajaran. Razak (2022) mengidentifikasi bahwa lingkungan belajar yang mendukung kolaborasi, eksplorasi, dan argumentasi merupakan prasyarat penting bagi berkembangnya berpikir kritis. Lebih jauh, Zeidler & Nichols (2009) menegaskan bahwa konteks isu yang memiliki relevansi sosial-etis seperti yang terdapat dalam SSI secara khusus mendorong perkembangan berpikir kritis yang lebih mendalam karena memaksa peserta didik untuk mempertimbangkan berbagai perspektif yang saling bertentangan, bukan sekadar mencari jawaban tunggal yang benar.

Keterampilan berpikir kritis merupakan kemampuan yang melibatkan proses memahami informasi, menganalisis hubungan antar informasi, menarik kesimpulan berdasarkan bukti, serta mengomunikasikan hasil pemikiran secara logis. Menurut Facione (2020), berpikir kritis mencakup kemampuan interpretasi, analisis, evaluasi, inferensi, penjelasan (*explanation*), dan pengaturan diri (*self-regulation*). Dalam penelitian ini, indikator keterampilan berpikir kritis diadaptasi dari kerangka berpikir Facione dan disesuaikan dengan karakteristik pembelajaran *Socioscientific Issues* (SSI) pada permasalahan limbah baterai, sehingga meliputi lima indikator, yaitu interpretasi, analisis, sintesis informasi, inferensi, dan komunikasi logis.

Tabel 2.1 Indikator Keterampilan Berpikir Kritis (Facione, 2020)

Indikator	Deskripsi
Interpretasi	Kemampuan memahami makna informasi, mengidentifikasi fakta, serta mengelompokkan informasi sesuai konteks permasalahan.
Analisis	Kemampuan mengidentifikasi hubungan antara fakta, data, bukti, dan argumen untuk memperoleh pemahaman terhadap suatu permasalahan.
Sintesis Informasi	Kemampuan menggabungkan informasi yang diperoleh dari berbagai sumber untuk membangun pemahaman atau alternatif solusi yang utuh.
Inferensi	Kemampuan menarik kesimpulan yang logis berdasarkan bukti, data, dan hasil analisis yang telah dilakukan.
Komunikasi Logis (Explanation)	Kemampuan menyampaikan hasil pemikiran, alasan, dan argumentasi secara runtut, logis, serta didukung oleh bukti yang relevan.

C. Permasalahan Limbah Baterai

Limbah baterai merupakan salah satu kategori Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (Limbah B3) rumah tangga yang paling umum dihasilkan oleh masyarakat modern. Iswanto dkk. (2016) mendefinisikan sampah B3 rumah tangga, termasuk baterai bekas, sebagai limbah yang memiliki karakteristik mudah meledak, mudah terbakar, reaktif, beracun, infeksius, dan/atau korosif, sehingga sangat membahayakan kesehatan dan lingkungan. Berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, baterai bekas dikategorikan sebagai limbah B3 yang wajib mendapatkan pengelolaan khusus dan tidak boleh dibuang bersama sampah domestik biasa.

Perkembangan teknologi digital, kendaraan listrik, dan sistem penyimpanan energi telah menyebabkan konsumsi baterai meningkat secara signifikan. Menurut

International Energy Agency (IEA, 2024), permintaan baterai lithium-ion terus mengalami peningkatan seiring berkembangnya industri kendaraan listrik dan penyimpanan energi terbarukan. Kondisi tersebut berdampak pada meningkatnya jumlah baterai bekas yang memerlukan sistem pengelolaan yang aman dan berkelanjutan. baterai mengandung berbagai logam berat berbahaya yang teridentifikasi melalui uji laboratorium.

Baterai bekas mengandung berbagai logam berat dan senyawa kimia yang berpotensi mencemari lingkungan apabila tidak dikelola dengan baik. Harper dkk. (2019) menjelaskan bahwa baterai lithium-ion mengandung logam seperti lithium (Li), kobalt (Co), nikel (Ni), mangan (Mn), dan tembaga (Cu), sedangkan baterai konvensional dapat mengandung timbal (Pb), merkuri (Hg), dan kadmium (Cd). Logam-logam tersebut memiliki sifat toksik, persisten, dan dapat mengalami bioakumulasi sehingga menimbulkan risiko bagi ekosistem maupun kesehatan manusia. Berikut Interpretasi kandungan logam dalam baterai berdasarkan tabel 2.2

Tabel 2.2 Jenis Baterai dan Kandungan Logam Menurut Harper dkk. (2019) dan IEA (2024).

Jenis Baterai	Kandungan Utama	Dampak Potensial
Zinc-carbon	Zn, Mn	Mencemari tanah dan air apabila dibuang sembarangan
Alkaline	Zn, Mn. KOH	Bersifat korosif apabila mengalami kebocoran
Lithium-ion	Li, Co, Ni, Mn	Berpotensi mencemari lingkungan dan memiliki risiko kebakaran
NiMH	Ni	Dapat mencemari lingkungan jika tidak didaur ulang
Lead-Acid	Pb, H ₂ SO ₄	Bersifat sangat toksik terhadap manusia dan lingkungan

Dampak lingkungan dan kesehatan dari pembuangan limbah baterai yang tidak tepat sangat serius dan multidimensional. Iswanto dkk. (2016) mencatat bahwa di Kabupaten

Sleman, Yogyakarta, baterai bekas merupakan komponen terbesar ketiga dalam sampah B3 rumah tangga (16,71%), Kondisi ini sangat berbahaya karena logam berat dalam baterai dapat *leaching* (merembes) ke tanah dan air tanah, mencemari ekosistem perairan, dan akhirnya masuk ke dalam rantai makanan. Paparan timbal (Pb) misalnya, dapat merusak sistem saraf dan perkembangan kognitif anak; kadmium (Cd) bersifat karsinogenik dan dapat merusak ginjal; sementara merkuri (Hg) merupakan neurotoksin kuat yang dapat menyebabkan kerusakan otak permanen (Iswanto dkk., 2016). Berikut dampak logam berat dapat dilihat pada Tabel 2.3

Tabel 2.3 Dampak Logam Berat dalam Limbah Baterai menurut Iswanto, dkk (2019)

Logam	Dampak Terhadap Kesehatan	Dampak Terhadap Lingkungan
Timbal (Pb)	Gangguan sistem saraf, penurunan IQ anak	Mencemari tanah dan air
Kadmium (Cd)	Kerusakan ginjal, kanker	Bioakumulasi pada organisme
Merkuri (Hg)	Kerusakan otak dan sistem saraf	Sangat toksik bagi biota air
Nikel (Ni)	Alergi kulit dan gangguan pernapasan	Menurunkan kualitas tanah
Kobalt (Cu)	Gangguan paru-paru pada paparan tinggi	Berpotensi mencemari ekosistem

Permasalahan limbah baterai memenuhi karakteristik sebagai *Socioscientific Issues* (SSI) karena melibatkan berbagai dimensi yang saling berkaitan. Menurut Sadler (2011), SSI merupakan isu yang mengandung aspek ilmiah sekaligus sosial sehingga penyelesaiannya memerlukan pertimbangan berbagai perspektif. Pada kasus limbah baterai, mahasiswa tidak hanya dituntut memahami konsep kimia mengenai reaksi elektrokimia dan kandungan logam berat, tetapi juga mempertimbangkan dampak lingkungan, kesehatan masyarakat, kebijakan pemerintah, aspek ekonomi, dan tanggung jawab sosial dalam menentukan solusi yang tepat. Oleh karena itu, limbah baterai merupakan konteks pembelajaran yang relevan untuk mengembangkan

kemampuan berpikir kritis melalui analisis bukti ilmiah, argumentasi, dan pengambilan keputusan berbasis data.

Permasalahan limbah baterai memenuhi seluruh kriteria sebagai SSI yang ideal untuk konteks pembelajaran sains di perguruan tinggi. Pertama, dari dimensi ilmiah, isu ini melibatkan konsep-konsep kimia (elektrokimia, toksikologi, kimia lingkungan), biologi (bioakumulasi, ekotoksikologi), dan fisika (penyimpanan energi) yang kaya dan relevan dengan kurikulum sains. Kedua, dari dimensi sosial, isu ini melibatkan tarik-menarik antara kepentingan ekonomi (penggunaan perangkat elektronik), kepentingan lingkungan, dan kepentingan kesehatan publik (Sadler, 2004). Ketiga, isu ini sangat dekat dengan kehidupan mahasiswa sebagai pengguna aktif perangkat elektronik berbasis baterai setiap harinya, sehingga secara intrinsik relevan dan memotivasi keterlibatan belajar yang mendalam.

