BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Perkembangan dalam bidang ilmu pengetahuan dan teknologi (IPTEK) telah memberikan dampak signifikan dalam mengubah berbagai aspek kehidupan manusia. Dampak perkembangan IPTEK membawa manusia pada peradaban baru dengan kemajuan yang semakin pesat. Salah satu dampak tersebut terlihat pada bidang pendidikan di Indonesia, dimana terdapat pergeseran paradigma yang mengarah pada pengembangan pendidikan yang tidak hanya berfokus pada pemindahan ilmu, tetapi juga pada pembentukan karakter dan penguatan kompetensi peserta didik.¹ Paradigma pendidikan baru ini diwujudkan dalam bentuk Kurikulum Merdeka yang diimplementasikan dalam sistem pendidikan Indonesia.

Kurikulum Merdeka menitikberatkan pada pembelajaran yang fleksibel, dimana pendidik diberi kebebasan dan keleluasaan untuk merancang dan menyampaikan materi pembelajaran yang berkualitas dan relevan, sesuai dengan kebutuhan dan tuntutan kompetensi masa kini. Dalam Kurikulum Merdeka, kompetensi yang ingin dicapai sesuai dengan Profil Pelajar Pancasila, yaitu kompetensi yang mencakup kemampuan berpikir kritis, kreatif, mampu berkolaborasi, memiliki keterampilan komunikasi yang baik, kemampuan dalam

¹ Nurhayati et al., *Pengembangan Kurikulum* (Bima: Hamjah Diha Foundation, 2022).

menyelesaikan masalah, serta kecakapan dalam mengevaluasi diri sendiri.² Kompetensi-kompetensi ini diharapkan dapat membekali peserta didik untuk menjadi individu yang tidak hanya berpengetahuan, tetapi juga memiliki kepribadian dan keterampilan hidup yang selaras dengan nilai-nilai Pancasila berdasarkan karakteristik dalam kurikulum ini.

Kurikulum Merdeka hadir dengan karakteristik yang dirancang khusus untuk memberikan pengalaman belajar lebih personal dan bermakna bagi setiap siswa. Kurikulum ini menekankan pada diferensiasi pembelajaran, artinya setiap siswa memiliki kesempatan untuk belajar sesuai dengan tingkat pemahaman dan gaya belajarnya masing-masing.³ Kurikulum Merdeka memungkinkan siswa untuk berkembang sesuai dengan potensinya.⁴ Selain itu, Kurikulum Merdeka berakar kuat pada Profil Pelajar Pancasila, yang mengintegrasikan nilai-nilai Pancasila ke dalam seluruh aspek pembelajaran. Adanya program intrakurikuler dan kokurikuler, peserta didik diarahkan untuk mengembangkan kompetensi dan karakter yang dibutuhkan untuk menjadi warga negara yang baik melalui pendekatan tematik.⁵

Pendekatan tematik merupakan suatu pendekatan yang diterapkan dalam Kurikulum Merdeka dalam membantu siswa untuk melihat keterkaitan antar

² Ika Farhana, *Merdekakan Pikiran dengan Kurikulum Merdeka: Memahami konsep hingga penulisan praktik baik pembelajaran di kelas* (Bogor: Penerbit Lindan Bestari, 2023).

³ Nurul Halimah, "Analisis Pembelajaran Berdiferensiasi Sebagai Bentuk Implementasi Kebijakan Kurikulum Merdeka," *Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar* 8, no. 1 (2023): 5027–28.

⁴ Afridha Sesrita et al., "Analisis Dasar Filosofis Perubahan Kurikulum 2013-Kurikulum Merdeka," *Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, 2024, 553–54.

⁵ Deni Solehudin, Tedi Priatna, dan Qiqi Yulianti Zaqiyah, "Konsep Implementasi Kurikulum Prototype," *Jurnal Basicedu* 6, no. 4 (12 Juni 2022): 7486–95, <https://doi.org/10.31004/basicedu.v6i4.3510>.

mata pelajaran dan menghubungkannya dengan kehidupan nyata.⁶ Peserta didik dapat mengembangkan kemampuan untuk menyelesaikan masalah yang relevan terhadap lingkungan sekitar, sehingga meningkatkan kesadaran dan tanggung jawab terhadap lingkungan. Berdasarkan karakteristik dan pendekatan tersebut, maka pembelajaran perlu dikaitkan pada permasalahan lingkungan dalam kehidupan nyata sebagai bentuk penerapan mendalam pada kurikulum merdeka. Salah satu contoh penerapan pendekatan tematik adalah melalui eksplorasi sumber daya alam lingkungan daerah dalam pembelajaran.⁷ Dengan memanfaatkan kekayaan alam dan budaya lokal, peserta didik dapat belajar secara kontekstual dan aplikatif.⁸ Sumber daya alam daerah dapat dijadikan sebagai pembelajaran dengan pendekatan tematik, khususnya sumber daya alam pada kabupaten Tulungagung.

Kabupaten Tulungagung termasuk wilayah di Indonesia yang terletak dalam provinsi Jawa Timur. Tulungagung merupakan daerah yang memiliki kekayaan sumber daya alam, khususnya pada kawasan bagian selatan seperti pada Kecamatan Besuki Kecamatan Campurdarat, dikenal luas sebagai salah satu pusat industri marmer terkemuka di Indonesia. Kegiatan pertambangan marmer di wilayah ini telah berlangsung sejak dekade 1960-an dan terus

⁶ Endang Fatmawati dan dkk, *Pembelajaran Tematik* (Aceh: Yayasan Penerbit Muhammad Zaini, 2022).

⁷ Dini Annisha, "Integrasi Penggunaan Kearifan Lokal (Local Wisdom) dalam Proses Pembelajaran pada Konsep Kurikulum Merdeka Belajar," *Jurnal Basicedu* 8, no. 3 (13 Juni 2024): 2108–15, <https://doi.org/10.31004/basicedu.v8i3.7706>.

⁸ Baziduhu Laia, "Pemanfaatan Kearifan Lokal Dalam Pembelajaran Ekonomi Untuk Meningkatkan Relevansi Kurikulum," *urnal Ilmu Pendidikan dan Humaniora* 7, no. 2 (2024), <https://jurnal.uniraya.ac.id/index.php/NDRUMI>.

mengalami perkembangan yang signifikan hingga masa kini.⁹ Pada desa Besole di kecamatan Besuki tercatat sebagai daerah penghasil kerajinan marmer dan onyx terbesar, dengan kapasitas produksi mencapai 20.000 unit setiap bulannya.¹⁰

Keberadaan industri marmer di daerah tersebut memberikan kontribusi yang cukup besar terhadap peningkatan kondisi sosial dan ekonomi masyarakat setempat. Meskipun demikian, perkembangan industri marmer tidak terlepas dari sejumlah permasalahan, khususnya yang berkaitan dengan dampak lingkungan. Salah satu tantangan utama adalah pengelolaan limbah hasil pemrosesan marmer. Limbah yang dihasilkan dari proses pemotongan dan pengolahan batu marmer dapat menimbulkan pencemaran lingkungan apabila tidak dikelola secara tepat. Limbah marmer mengandung senyawa kimia seperti kalsium oksida (CaO) sebesar 52,69% dan kalsium karbonat (CaCO₃) sebesar 41,92%, yang sejatinya masih memiliki potensi untuk dimanfaatkan kembali dalam berbagai aplikasi, seperti bahan baku alternatif dalam industri lain.¹¹

Selain sumber daya batuan marmer, kabupaten Tulungagung juga memiliki kekayaan sumber daya alam pada sektor pertanian. Dalam beberapa tahun terakhir, sektor pertanian menjadi salah satu pilar utama yang menopang

⁹ Januaryta Ilma Azizah, "Perkembangan Industri Marmer D Desa Besole Kabupaten Tulungagung Tahun 1990-1998," *Avatara* 5, no. 3 (2017): 501–14.

¹⁰ Prinanda Vavo et al., "Dampak Penambangan Marmer di Desa Besole Kecamatan Besuki Kabupaten Tulungagung Terhadap Lingkungan," *Bureaucracy Journal: Indonesia Journal of Law and Social-Political Governance* 3, no. 3 (2023): 2348–56, <https://doi.org/10.53363/bureau.v3i3.326>.

¹¹ Helmalya Regita Pramesti et al., "Efisiensi Penggunaan Limbah Batu Marmer (Brokol) Sebagai Pengganti Sebagian Agregat Kasar Pada Mix Design Beton" 3, no. 4 (2022): 1–6, <http://jos-mrk.polinema.ac.id/>.

perekonomian wilayah Tulungagung.¹² Dengan iklim yang mendukung, serta tanah yang subur mendukung Kabupaten Tulungagung menghasilkan produk pertanian dengan kualitas tinggi. Salah satu komoditas unggulan yang dihasilkan adalah jagung.¹³ Dibuktikan pada produktivitas jagung di Tulungagung mencapai 340 Ton pada tahun 2020. Jumlah panen ini menjadikan Tulungagung termasuk dalam lima terbesar wilayah penghasil jagung.¹⁴

Namun, dibalik potensi besar ini, terdapat tantangan yang signifikan dalam pengelolaan limbah pertanian. Sisa-sisa produksi dari tanaman jagung sering kali tidak dimanfaatkan dengan ideal. Limbah-limbah ini umumnya hanya dibuang begitu saja tanpa pengolahan lebih lanjut, yang pada akhirnya berpotensi menimbulkan masalah lingkungan. Padahal, limbah pertanian tersebut memiliki potensi untuk diolah menjadi produk bernilai guna. Pengelolaan yang lebih baik tidak hanya akan membantu mengurangi dampak lingkungan, tetapi juga dapat memberikan nilai tambah bagi masyarakat lokal.

Pengelolaan limbah sumber daya alam di Tulungagung yang belum optimal mendorong perlunya solusi melalui pendidikan, terutama yang sejalan dengan Kurikulum Merdeka. Salah satu langkah yang dapat dilakukan adalah mengembangkan bahan ajar yang sesuai dengan kebutuhan siswa. Bahan ajar

¹² BPS Tulungagung, “*Produksi Padi dan Palawija Menurut Jenis dan Harga di Kabupaten Tulungagung, 2022-2023*,” 2024, <https://tulungagungkab.bps.go.id/id/statistics-table/1/NTgyOCMx/produksi-padi-dan-palawija-menurut-jenis-dan-harga-di-kabupaten-tulungagung--2022-2023.html>.

¹³ Kementerian Pekerjaan Umum, “*Sektor Pertanian Masih Menjadi Andalan Tulungagung*,” <https://pu.go.id/berita/sektor-pertanian-masih-menjadi-andalan-tulungagung>, 2019.

¹⁴ Tempo.co, “*Lima Provinsi Penghasil Jagung Terbesar di Indonesia*,” <https://www.tempo.co/politik/5-provinsi-penghasil-jagung-terbesar-di-indonesia-229891>, 2023.

adalah segala bentuk materi yang dirancang dan disusun secara sistematis untuk digunakan dalam proses pembelajaran guna membantu peserta didik mencapai tujuan belajar yang telah ditetapkan.¹⁵ Bahan ajar dapat berupa cetak, seperti buku, modul, dan lembar kerja, maupun non-cetak, seperti video, audio, atau media digital berbasis teknologi, termasuk E-Modul.

E-Modul menjadi inovasi yang menjanjikan karena menawarkan fleksibilitas, interaktivitas, dan kemudahan akses.¹⁶ Media pembelajaran berbasis teknologi ini memungkinkan siswa untuk belajar secara mandiri dengan cara yang menarik dan modern.¹⁷ Lebih dari itu, E-Modul dapat diintegrasikan dengan potensi lokal, seperti sumber daya alam di Tulungagung, sehingga pembelajaran menjadi lebih kontekstual dan relevan dengan kehidupan sehari-hari. Kurangnya bahan ajar yang mengkaitkan sumber daya alam Tulungagung, khususnya pada ilmu sains mendukung diciptakan bahan ajar yang dapat memberikan solusi untuk pengolahan limbah dalam sumber daya alam Tulungagung. Salah satu ilmu sains yang tepat untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah ilmu kimia.

Kimia adalah cabang ilmu sains yang mempelajari sifat, struktur, komposisi, dan perubahan materi, serta energi yang menyertainya.¹⁸ Kimia berperan dalam memahami bagaimana atom dan molekul berinteraksi untuk

¹⁵ Rudy Gunawan, *Modul Pelatihan : pengembangan Bahan Ajar / Modul pembelajaran* (Bandung: Feniks Muda Sejahtera, 2022).

¹⁶ Ghifa Fitria dan Ibnu Muthi, "Strategi Peningkatan Kemampuan Belajar Siswa Melalui Pemanfaatan Media Digital Interaktif Pada Penggunaan Aplikasi Pembelajaran Berbasis Smartphone," *Jurnal Ilmiah Multidisiplin* 2, no. 8 (2024).

¹⁷ Gunawan, *Modul Pelatihan : pengembangan Bahan Ajar / Modul pembelajaran*.

¹⁸ UII, "Ilmu Kimia," UII Chemistry, 2018, <https://chemistry.uii.ac.id/apa-itu-kimia-3/>.

membentuk berbagai zat dan reaksi yang terjadi di alam maupun dalam kehidupan sehari-hari. Ilmu kimia mencakup berbagai bidang, seperti kimia organik, kimia anorganik, kimia fisika, kimia analitik, dan biokimia, yang masing-masing memiliki fokus kajian tertentu. Kimia memiliki peran penting dalam pengembangan teknologi, industri, kesehatan, energi, dan pelestarian lingkungan, menjadikannya ilmu yang relevan untuk menjawab tantangan global, seperti permasalahan limbah sumber daya alam secara ramah lingkungan.

Materi kimia yang relevan dengan permasalahan ini ialah Kimia Hijau. Kimia hijau adalah pendekatan dalam ilmu kimia yang bertujuan untuk merancang proses dan produk yang aman bagi lingkungan serta kesehatan manusia. Pendekatan ini berlandaskan dua belas prinsip, dimana prinsip pertamanya ialah pencegahan limbah. Berdasarkan hasil wawancara yang dilakukan dalam penelitian ini, penerapan konsep Kimia Hijau di sekolah masih menjadi tantangan yang cukup signifikan. Banyak siswa belum memahami keterkaitan antara materi kimia dengan permasalahan lingkungan di sekitar mereka. Hal ini disebabkan karena pembelajaran kimia di sekolah cenderung bersifat teoritis, belum kontekstual, dan minim penerapan langsung terhadap prinsip-prinsip Kimia Hijau. Selain itu, keterbatasan media pembelajaran yang mengaitkan materi kimia dengan kondisi lokal, seperti pengolahan limbah pertanian di daerah setempat, turut menjadi hambatan dalam menumbuhkan kesadaran lingkungan pada siswa.

Menanggapi permasalahan tersebut, pendekatan *Project Based Learning* (PjBL) dinilai sebagai solusi yang tepat. PjBL merupakan metode yang memungkinkan siswa belajar dengan cara mempraktikkan apa yang telah dipelajari melalui proyek yang relevan dengan kehidupan nyata.¹⁹ Metode ini mampu meningkatkan keterlibatan siswa dalam menyelesaikan masalah nyata, mengembangkan keterampilan berpikir kritis, serta memperkuat pemahaman terhadap konsep-konsep kimia melalui proyek berbasis lingkungan. Penerapan prinsip Kimia Hijau dalam pengelolaan sumber daya alam daerah dapat dilakukan melalui pembelajaran berbasis proyek (*project based learning*).²⁰ Metode ini memungkinkan peserta didik untuk belajar dengan mengerjakan proyek nyata yang berkaitan dengan pencegahan limbah dan pengelolaan sumber daya alam secara efisien. Pembelajaran berbasis proyek bermanfaat karena mendorong keterlibatan aktif, pemecahan masalah, dan kolaborasi di antara peserta didik.²¹ Selain itu, peserta didik dapat langsung mengaplikasikan konsep kimia hijau dalam pembelajaran proyek.

Menciptakan E-Modul pembelajaran berbasis proyek juga dapat mempengaruhi motivasi dan kompetensi belajar siswa. Pembelajaran berbasis proyek membantu guru dan siswa di sekolah memahami topik dan meningkatkan keterampilan siswa. Pembelajaran berbasis proyek dapat meningkatkan

¹⁹ Stephanie Bell, "Project-Based Learning for the 21st Century: Skills for the Future," *The Clearing House* 83 (2010): 39–43, <https://doi.org/10.1080/00098650903505415>.

²⁰ Depriani Ningsi, *Pengembangan E-Lkpd Berbasis Pjbl Pembuatan Pupuk Kompos Pada Materi Kimia Hijau Berorientasi Kreativitas Peserta Didik* (Jambi: Repostory UNJA, 2024).

²¹ Yesi Agustia rimanita Sholihah Rosmana, Acep Ruswan, Kartika Sari, Nur Rahmawati, Oryza Sativa, Rizky Maulana, Rina Mardiana, "Pembelajaran Berbasis Proyek: Perancangan Modul Pembelajaran yang Mendorong Kolaborasi dan Kreativitas," *Jurnal Pendidikan Tambusai* 8, no. 1 (2024): 3494–98, <https://jptam.org/index.php/jptam/article/view/12929>.

kapasitas berpikir orisinal siswa.²² Berdasarkan permasalahan yang telah dipaparkan menginspirasi penulis untuk meneliti pengembangan E-Modul. Oleh karena itu peneliti melakukan penelitian dengan judul “ Pengembangan E-Modul Berbasis *Project Based Learning* Terintegrasi Sumber Daya Alam Tulungagung Pada Materi Kimia Hijau”. Diharapkan penelitian ini dapat mengembangkan e-modul yang mampu dijadikan sebagai bahan ajar untuk materi Kimia Hijau dan dapat mengintegrasikan sumber daya alam Tulungagung dalam pembelajaran melalui metode PjBL dengan baik pada kelas siswa SMA.

B. Identifikasi dan Pembatasan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, beberapa masalah utama dapat diidentifikasi sebagai berikut:

1. Perkembangan IPTEK membawa kemajuan pada pendidikan di Indonesia. Perkembangan ini menyatakan bahwa pendidikan saat ini harus mampu membangun kompetensi yang mencakup kemampuan berpikir kritis, kreatif, mampu berkolaborasi, memiliki keterampilan komunikasi yang baik, kemampuan dalam menyelesaikan masalah, serta kecakapan dalam mengevaluasi dan mengelola diri sendiri.
2. Sumber daya alam yang melimpah pada kabupaten Tulungagung seperti batuan Marmer dan produk sektor pertanian berupa jagung tidak hanya membawa dampak positif. Hal ini beriringan dengan dampak negatif dari

²² Emira Hayatina Ramadhan dan Hindun Hindun, “Penerapan Model Pembelajaran Berbasis Proyek untuk Membantu Siswa Berpikir Kreatif,” *Protasis: Jurnal Bahasa, Sastra, Budaya, dan Pengajarannya* 2, no. 2 (2023): 43–54, <https://doi.org/10.55606/protasis.v2i2.98>.

limbah sisa pengelolaan sumber daya alam yang tidak dikelola secara optimal yang berpotensi menimbulkan masalah lingkungan yang serius.

3. Kurangnya bahan ajar yang mengintegrasikan potensi sumber daya alam lokal Tulungagung, khususnya dalam mata pelajaran kimia. Hal ini mengakibatkan kurangnya relevansi dan konteks nyata dalam pembelajaran yang dapat meningkatkan pemahaman dan keterlibatan siswa.
4. Prinsip Kimia Hijau belum banyak diterapkan dalam pembelajaran kimia di sekolah, salah satunya di SMAN 1 Boyolangu, sehingga siswa tidak mendapatkan pengetahuan dan keterampilan yang cukup dalam hal pengelolaan lingkungan yang ramah dan efisien.
5. Terdapat kebutuhan untuk mengembangkan modul pembelajaran berbasis proyek (*Project Based Learning*) yang valid dan praktis dan mengintegrasikan materi Kimia Hijau dan potensi sumber daya alam Tulungagung, guna meningkatkan kompetensi dan motivasi belajar siswa.

Dalam penelitian ini, batasan masalah ditentukan untuk fokus pada aspek-aspek tertentu guna mencapai tujuan yang jelas dan terukur. Batasan masalah yang ditetapkan adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini dibatasi pada wilayah Kabupaten Tulungagung, Jawa Timur, dengan fokus pada potensi sumber daya alam setempat, khususnya pada industri marmer dan produk pertanian berupa jagung.
2. Materi yang dikembangkan dalam modul pembelajaran berbasis proyek akan difokuskan pada prinsip-prinsip Kimia Hijau dan penerapannya dalam pengelolaan limbah industri marmer dan limbah pertanian jagung.

3. Metode pembelajaran yang digunakan adalah pembelajaran berbasis proyek (*project based learning*), dengan tujuan untuk meningkatkan pemahaman dan keterampilan siswa dalam hal pengelolaan lingkungan dan penerapan Kimia Hijau.
4. E-Modul yang dikembangkan ditujukan untuk siswa sekolah menengah atas (SMA) yang mempelajari mata pelajaran kimia, serta guru yang mengajar mata pelajaran tersebut.

C. Rumusan Masalah

Berdasarkan pada pemaparan latar belakang, maka penelitian ini tersusun dalam beberapa rumusan masalah, yakni sebagai berikut :

1. Bagaimana Pengembangan E-Modul Berbasis *Project Based Learning* Terintegrasi Sumber Daya Alam Tulungagung pada Materi Kimia Hijau?
2. Bagaimana tingkat validitas Pengembangan E-Modul Berbasis *Project Based Learning* Terintegrasi Sumber Daya Alam Tulungagung pada Materi Kimia Hijau?
3. Bagaimana respon peserta didik pada Pengembangan E-Modul Berbasis *Project Based Learning* Terintegrasi Sumber Daya Alam Tulungagung pada Materi Kimia Hijau?

D. Tujuan Penelitian

Berdasarkan pada pemaparan rumusan masalah, dapat diuraikan tujuan dilaksanakan penelitian ini sebagai berikut :

1. Untuk mendeskripsikan Pengembangan E-Modul Berbasis *Project Based Learning* Terintegrasi Sumber Daya Alam Tulungagung pada Materi Kimia Hijau.
2. Untuk mendeskripsikan tingkat validitas Pengembangan E-Modul Berbasis *Project Based Learning* Terintegrasi Sumber Daya Alam Tulungagung pada Materi Kimia Hijau.
3. Untuk mendeskripsikan respon peserta didik pada Pengembangan E-Modul Berbasis *Project Based Learning* Terintegrasi Sumber Daya Alam Tulungagung pada Materi Kimia Hijau.

E. Spesifikasi Produk Yang Diharapkan

Spesifikasi produk yang diharapkan dalam penelitian pengembangan ini berupa E-Modul yang meliputi:

1. E-Modul dikembangkan dengan memuat materi Kimia Hijau yang disajikan dalam bentuk *Flipbook* dan tersedia dalam bentuk *softfile* yang dapat diakses secara fleksibel.
2. E-Modul didesain menggunakan aplikasi seperti *Pixellab* dan *Canva* yang merupakan program desain grafis online dengan menyediakan berbagai fitur menarik serta mudah untuk diakses, yakni dapat diakses melalui aplikasi dan bisa juga diakses melalui *website*.
3. E-Modul disusun dengan mengintegrasikan sumber daya alam Tulungagung dengan berbasis *project based learning*, yakni didalamnya bermuatan

proyek berkaitan pada materi Kimia Hijau yang dapat mengasah keterampilan siswa.

4. E-Modul memuat tujuan pembelajaran, capaian pembelajaran, peta konsep, gambar maupun informasi terkini tentang materi kimia hijau untuk memudahkan siswa dalam memahami materi yang akan dipelajari.
5. E-modul dirancang untuk dapat digunakan sebagai sumber belajar mandiri untuk siswa SMA/VP pada materi Kimia hijau.

F. Kegunaan Penelitian

1. Manfaat Teoritis

Penelitian ini menambah referensi tentang penerapan Kimia Hijau dalam pendidikan, khususnya dalam pembelajaran kimia di tingkat sekolah menengah atas. Hal ini memperkaya literatur yang ada dan dapat menjadi dasar bagi penelitian-penelitian selanjutnya dalam bidang serupa. Penelitian ini memberikan kontribusi pada pengembangan model pembelajaran berbasis proyek (PjBL) yang efektif, khususnya yang mengintegrasikan sumber daya alam lokal dan prinsip-prinsip Kimia Hijau. Model ini dapat dijadikan acuan untuk penelitian dan pengembangan lebih lanjut dalam metode PjBL.

Penelitian ini memberikan wawasan teoritis tentang cara pengelolaan limbah pertanian menggunakan prinsip-prinsip Kimia Hijau. Hal ini dapat menjadi landasan bagi pengembangan teori dan praktik pengelolaan lingkungan yang lebih baik. Penelitian ini mendukung implementasi Kurikulum Merdeka dengan menyediakan contoh konkret bagaimana fleksibilitas kurikulum dapat dimanfaatkan untuk menciptakan pembelajaran

yang relevan dan kontekstual. Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai acuan dalam mengembangkan kurikulum yang lebih adaptif dan inovatif di masa depan.

2. Manfaat Praktisi

a. Bagi Peneliti

- 1) Penelitian ini memungkinkan peneliti untuk mendalami prinsip-prinsip Kimia Hijau dan penerapannya dalam pengelolaan sumber daya alam.
- 2) Peneliti akan memperoleh pemahaman yang lebih dalam tentang metode pembelajaran berbasis proyek (*project based learning*), termasuk cara mengembangkan dan mengimplementasikan proyek pembelajaran yang efektif dan relevan dengan sumber daya alam sekitar.
- 3) Melalui proses penelitian, akan meningkatkan keterampilan dalam merancang penelitian, mengumpulkan dan menganalisis data, serta menyusun laporan penelitian yang komprehensif.

b. Bagi Sekolah

Penelitian ini menghasilkan modul pembelajaran berbasis proyek (*Project Based Learning*) yang valid dan praktis, yang dapat digunakan untuk meningkatkan kualitas pembelajaran kimia di sekolah. Dengan modul ini, sekolah dapat menyediakan pembelajaran yang lebih relevan dan kontekstual, sesuai dengan prinsip-prinsip Kurikulum Merdeka.

c. Bagi Guru

E-Modul ini membantu guru meningkatkan keterampilan dalam merancang dan melaksanakan pembelajaran berbasis proyek, serta mengintegrasikan prinsip-prinsip Kimia Hijau dalam pembelajaran.

d. Bagi Siswa

Siswa memperoleh kesempatan untuk belajar melalui proyek-proyek yang langsung mengaplikasikan konsep kimia hijau dalam pengelolaan limbah pertanian lokal. Hal ini tidak hanya meningkatkan pemahaman akademis siswa tentang Kimia Hijau tetapi juga keterampilan praktis dalam pemecahan masalah lingkungan dan penerapan ilmu pengetahuan dalam kehidupan sehari-hari.

G. Asumsi Dan Keterbatasan Penelitian Dan Pengembangan

1. Asumsi Penelitian dan Pengembangan

Terdapat berbagai asumsi pada penelitian pengembangan E-Modul berbasis project based learning terintegrasi sumber daya alam Tulungagung pada materi Kimia Hijau, antara lain :

- a. Pembelajaran materi Kimia Hijau disekolah mengikuti Kurikulum Merdeka.
- b. Guru serta siswa dapat mengakses internet dan mengoperasikan *smartphone*, laptop, komputer, maupun *tablet*.

- c. E-Modul berbasis *project based learning* terintegrasi sumber daya alam Tulungagung dapat diakses secara mudah dan baik melalui perangkat elektronik yang digunakan oleh siswa.
- d. Hasil penilaian dalam lembar validasi menunjukkan kelayakan pada E-modul berbasis *project based learning* terintegrasi sumber daya alam Tulungagung sebagai bahan ajar yang komprehensif untuk digunakan dalam proses pembelajaran.

2. Keterbatasan Penelitian dan Pengembangan

Setelah pemaparan berbagai asumsi penelitian, pada pengembangan produk ini juga terdapat keterbatasan, diantaranya :

- a. Model penelitian dan pengembangan yang digunakan adalah model ADDIE.
- b. Pengembangan E-Modul diujicobakan pada kelompok kecil di satu sekolah yaitu SMAN 1 Boyolangu.
- c. Proyek yang dimaksud dalam E-Modul ini ialah menerapkan prinsip pertama Kimia Hijau pada sumber daya alam Tulungagung.
- d. Materi yang ada pada E-Modul ini hanya terdiri dari materi Kimia Hijau.
- e. Penelitian yang dilaksanakan memiliki keterbatasan kondisi dan waktu sehingga hanya dilakukan uji validitas yang menunjukkan kelayakan produk dan tingkat keefektifan produk tidak diketahui.

H. Penegasan Istilah

Peneliti meninjau kembali istilah-istilah yang digunakan dalam judul, Peninjauan ini bertujuan agar kemungkinan kesalahpahaman terhadap istilah-istilah yang digunakan dalam judul dapat dihindari.

1. Definisi istilah konseptual

Definisi konseptual merupakan penjabaran secara konsep terhadap istilah yang digunakan dalam judul penelitian ini, yang dipaparkan sebagai berikut :

1) E-Modul

E-Modul merupakan kepanjangan dari modul elektronik yakni susunan sistematis materi pembelajaran yang disajikan dalam format digital.²³ Selain itu, E-Modul adalah bahan ajar digital yang dirancang secara interaktif dan sistematis untuk mendukung proses pembelajaran. E-modul dapat mencakup teks, gambar, video, animasi, dan elemen interaktif lainnya yang diakses melalui perangkat elektronik seperti komputer atau smartphone.²⁴ Keunggulan E-Modul terletak pada fleksibilitasnya dalam menyampaikan materi secara menarik dan adaptif terhadap kebutuhan belajar individu.

²³ Yunita Lastri, "Pengembangan Dan Pemanfaatan Bahan Ajar E-Modul Dalam Proses Pembelajaran," *Jurnal Citra Pendidikan* 3, no. 3 (2023): 1139–46, <https://doi.org/10.38048/jcp.v3i3.1914>.

²⁴ Hanifatul Izza, Wibisono Sukmo Wardhono, dan Aswin Suharsono, "Pengembangan E-modul Interaktif sebagai Sumber Belajar pada Materi Komunikasi Jaringan Komputer dan Telepon Kelas XI Teknik Komputer Jaringan SMK Negeri 3 Malang," *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer* 7, no. 5 (2023): 2460–68.

2) Sumber daya alam

Sumber daya alam adalah semua bahan atau energi yang ada di alam dan digunakan oleh manusia untuk memenuhi kebutuhan manusia dan hewan.²⁵ Tepatnya, Sumber daya alam (SDA) adalah segala sesuatu yang berasal dari alam dan dapat dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan manusia. Sumber daya alam dibagi menjadi dua jenis, yaitu sumber daya alam yang dapat diperbarui (seperti air, udara, dan tumbuhan) dan yang tidak dapat diperbarui (seperti mineral dan bahan bakar fosil). Melimpahnya sumber daya alam akan memberikan berbagai manfaat terhadap makhluk hidup khususnya manusia. Namun, juga akan menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan apabila limbah sumber daya alam tersebut tidak dikelola dengan baik.

3) *Project Based Learning* (PjBl)

PjBL adalah metode pembelajaran yang berbasis pada proyek nyata yang dirancang untuk mendorong siswa memecahkan masalah secara kolaboratif dan kreatif.²⁶ Dalam *PjBL*, peserta didik terlibat aktif dalam perencanaan, pelaksanaan, dan evaluasi proyek yang relevan dengan kehidupan nyata, sehingga memberikan pengalaman belajar yang lebih bermakna.

²⁵ Dini Intan Veronica, Muhammad Iqbal Fasa, dan Suharto, "Pemanfaatan Sumber Daya Alam Terhadap Pembangunan Berkelanjutan Dalam Persepektif Ekonomi Islam," *Jurnal Dinamika Ekonomi Syariah* 9, no. 2 (2022): 200–210, <https://doi.org/10.53429/jdes.v9i2.391>.

²⁶ Zaharah Zaharah dan Mangudor Silitonga, "Meningkatkan Kreativitas Peserta Didik Melalui Model Pembelajaran Berbasis Proyek (Project Based Learning) di SMP Negeri 22 Kota Jambi," *Biodik* 9, no. 3 (2023): 139–50, <https://doi.org/10.22437/biodik.v9i3.28659>.

4) *Kimia Hijau*

Kimia hijau merupakan suatu pendekatan yang berfokus pada perancangan, produksi, dan penggunaan produk kimia untuk mengurangi atau menghilangkan dampak negatif bahan kimia terhadap lingkungan dan manusia.²⁷ Kimia Hijau memiliki dua belas prinsip. Tujuan utama kimia hijau adalah menciptakan solusi kimia yang berkelanjutan, hemat energi, dan tidak merusak lingkungan.²⁸ Dalam pendidikan, kimia hijau diajarkan untuk menanamkan kesadaran terhadap pentingnya menjaga keseimbangan ekosistem melalui penerapan ilmu pengetahuan.

2. Definisi istilah operasional

Definisi operasional merupakan penjelasan istilah secara operasional yang artinya penjelasan ini berdasarkan dari tujuan penelitian, definisi istilah operasional dijabarkan sebagai berikut.

1. E-Modul

E-Modul adalah sebutan lain dari modul elektronik, adalah bahan ajar digital yang dirancang untuk memfasilitasi proses pembelajaran berbasis *PjBL* pada Kimia Hijau yang terintegrasi sumber daya alam Tulungagung. E-Modul ini mencakup pemaparan materi Kimia Hijau interaktif, wawasan terhadap sumber daya alam Tulungagung, Panduan perencanaan proyek solusi permasalahan sumber daya alam

²⁷ Melinda Syabriyana et al., "Studi Kimia Hijau dalam Pengelolaan Air Limbah: Tinjauan Komprehensif Teknik Pengolahan Tingkat Lanjut," *Nusantara Technology and Engineering Review* 1, no. 1 (2023): 31–40, <https://doi.org/10.55732/nter.v1i1.1110>.

²⁸ Egi Anggraeni, Rizka Putri, dan Auriel Tristania, "Kajian Literatur Penerapan Kimia Hijau dan Tujuan Pembangunan," *Chemistry Education Journal* 7, no. 2 (2024): 604–16.

Tulungagung berdasarkan prinsip Kimia Hijau, hingga latihan soal yang menambah pemahaman peserta didik dalam materi Kimia Hijau.

2. Sumber daya alam

Sumber daya alam adalah semua bahan atau benda yang terdapat di alam dan dapat digunakan oleh manusia untuk memenuhi kebutuhan hidupnya. Dalam penelitian ini, sumber daya alam mencakup potensi dan permasalahan yang ada di Kabupaten Tulungagung yaitu pada industri marmer dan sektor pertanian seperti jagung.

3. *Project Based Learning*

Project Based Learning adalah model pembelajaran berbasis proyek. Peserta didik diarahkan untuk memberikan sebuah jawaban atas pertanyaan yang ada dalam pembelajaran. Selanjutnya, jawaban tersebut akan disintesis dalam bentuk proyek. Dalam penelitian ini, proyek yang dimaksud ialah pembuatan briket untuk mengatasi permasalahan limbah sumber daya alam daerah khususnya Tulungagung.

4. Kimia Hijau

Kimia hijau adalah disiplin ilmu kimia yang berfokus pada desain produk dan proses kimia yang mengurangi atau menghilangkan penggunaan dan produksi zat-zat berbahaya. Prinsip Kimia Hijau pada pengelolaan limbah diterapkan pada permasalahan sumber daya alam Tulungagung dalam pembelajaran Kimia.