

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Konsep Pengembangan Produk

1. Modul Pembelajaran Berbasis *Project Based Learning*

a. Pengertian Modul

Modul ajar adalah bahan ajar yang dirancang secara sistematis untuk membantu peserta didik memahami suatu materi pembelajaran secara mandiri atau dengan bimbingan pendidik. Modul ini biasanya mencakup tujuan pembelajaran, materi, metode, latihan, serta evaluasi untuk memastikan pemahaman siswa terhadap materi yang dipelajari. Modul ajar merupakan perangkat pembelajaran yang terstruktur dan dirancang agar peserta didik dapat belajar secara mandiri dengan mengikuti urutan materi yang telah ditentukan. Modul ini dibuat untuk mendukung proses pembelajaran yang lebih fleksibel dan berpusat pada siswa, sehingga mereka dapat belajar sesuai dengan kecepatan dan kemampuan masing-masing. Sementara itu, Prastowo (2020) menjelaskan bahwa modul ajar adalah bahan ajar yang dirancang secara sistematis berdasarkan pendekatan tertentu untuk membantu siswa dalam memahami materi secara lebih efektif. Modul ini tidak hanya berisi teori, tetapi juga dilengkapi dengan contoh, latihan, dan asesmen untuk mengukur tingkat pemahaman siswa (Rahmawati 2025).

b. Tujuan Pembuatan Modul

Modul pembelajaran ini dirancang dengan tujuan utama untuk:

1. Membantu peserta didik memahami konsep bioteknologi secara kontekstual dan aplikatif. Artinya, siswa tidak hanya mempelajari teori, tetapi juga terlibat langsung dalam penerapan ilmu bioteknologi melalui proyek yang relevan dengan kehidupan nyata, yaitu pemanfaatan limbah sawit untuk produksi pupuk kompos.
2. Modul ini juga mendorong pengembangan keterampilan kolaborasi siswa melalui kegiatan pembelajaran yang bersifat kelompok. Siswa diajak untuk bekerja sama dalam merencanakan, melaksanakan, dan mengevaluasi proyek secara bersama-sama, sehingga terbentuk sikap saling menghargai, tanggung jawab, dan komunikasi yang efektif.

Modul ini ditujukan untuk menanamkan sikap peduli terhadap lingkungan serta rasa tanggung jawab sosial, khususnya dalam konteks pengelolaan limbah organik yang sering diabaikan di sekitar lingkungan siswa.

c. Karakteristik Modul yang Dikembangkan

Dalam penelitian ini, modul pembelajaran IPA berbasis proyek dikembangkan dengan mempertimbangkan beberapa karakteristik utama sesuai dengan prinsip pengembangan

bahan ajar para ahli. Karakteristik-karakteristik ini termasuk yang berikut:

1. *Self Instructional*, karena modul dirancang untuk membantu peserta didik belajar secara mandiri. Dengan cara ini, peserta didik memiliki kesempatan untuk mengontrol proses belajarnya sendiri, sehingga mereka dapat menyesuaikan kecepatan dan gaya belajar mereka sendiri. Kondisi ini tidak hanya meningkatkan pemahaman peserta didik tentang topik, tetapi juga mengajarkan mereka kemampuan untuk belajar secara mandiri yang bermanfaat untuk pembelajaran sepanjang hayat (Aprilia, 2025).
2. *Self Contained*, maksudnya semua modul pembelajaran yang berhubungan dengan satu kompetensi ataupun subkompetensi dihidangkan dengan cara komplit dalam satu materi. Kategorisasi modul dengan cara utuh ini bermaksud supaya partisipan ajar bisa menekuni modul dengan cara global tanpa wajib mencari sumber bonus. Bila modul butuh dipisahkan, hingga penjabatan itu wajib dicoba dengan cara hati-hati dengan senantiasa mencermati jangkauan kompetensi yang wajib dipahami oleh partisipan ajar (Limbong, 2022).
3. *Stand Alone* (Berdiri Sendiri), yaitu materi yang dibesarkan bisa dipakai dengan cara mandiri tanpa wajib tergantung pada materi didik yang lain. Dengan begitu,

partisipan ajar bisa menggunakan materi selaku sumber belajar penting buat menguasai modul ataupun menuntaskan kewajiban yang ada di dalamnya (Limbong, 2022).

4. *Adaptive*, yaitu modul memiliki kemampuan buat membiasakan diri dengan kemajuan ilmu wawasan serta teknologi. Materi yang bertabiat adaptif membolehkan modul pembelajaran senantiasa relevan serta bisa dipakai dalam bermacam situasi dan area belajar. Tidak hanya itu, isi modul serta fitur pendukungnya pula bisa digunakan dalam waktu khusus (Limbong, 2022).
5. *User Friendly*, ialah materi didesain supaya gampang dipakai oleh partisipan ajar. Perihal ini ditunjukkan lewat penyajian instruksi yang nyata, pemakaian bahasa yang simpel, dan penyampaian data yang gampang dimengerti. Dengan begitu, partisipan ajar bisa dengan gampang mengakses, menguasai, dan memakai materi cocok dengan keinginan mereka dalam cara pembelajaran (Limbong, 2022).

d. Fungsi Modul dalam Pembelajaran IPA

Modul memiliki peran yang sangat penting sebagai sarana untuk meningkatkan kualitas pembelajaran dan membantu pencapaian kompetensi siswa. Modul pembelajaran IPA berfungsi sebagai:

1. Sebagai panduan siswa dalam belajar mandiri, sehingga keterampilan dasar sesuai dengan kebutuhan dan kemampuan siswa pada tahap pendidikan dasar (Rosa, 2015).
2. berfungsi sebagai bahan ajar kontekstual yang menghubungkan antara konsep-konsep IPA dengan fenomena nyata di sekitar siswa. Dalam penelitian ini, modul dikembangkan dengan pendekatan kontekstual melalui proyek pembuatan pupuk kompos dari limbah sawit, yang tidak hanya memperkuat pemahaman konsep bioteknologi, tetapi juga menumbuhkan kepedulian lingkungan. Dengan menyajikan materi yang berbasis pada masalah nyata yang terjadi di lingkungan siswa, proses pembelajaran menjadi lebih bermakna dan berdampak langsung terhadap kehidupan mereka.
3. Modul juga berfungsi sebagai media untuk mengembangkan keterampilan berpikir ilmiah dan sosial, khususnya dalam hal pemecahan masalah, kerja sama, serta komunikasi ilmiah. Melalui kegiatan proyek yang dirancang dalam modul, siswa diajak untuk mendefinisikan permasalahan, mengeksplorasi ide, merencanakan dan melaksanakan solusi, serta menyampaikan hasilnya dalam bentuk laporan atau presentasi.

Proses ini sejalan dengan tujuan pembelajaran IPA yang tidak hanya menekankan pada penguasaan konsep, tetapi juga

pembentukan keterampilan proses sains dan penguatan karakter. Modul berbasis *Project Based Learning* seperti yang dikembangkan dalam penelitian ini juga memberikan ruang bagi integrasi nilai-nilai karakter, seperti tanggung jawab, gotong royong, dan kepedulian lingkungan. Dengan demikian, fungsi modul tidak hanya sebatas sebagai sarana transfer ilmu, melainkan juga sebagai alat pengembangan diri siswa secara utuh, baik dari aspek kognitif, afektif, maupun psikomotorik.

e. Manfaat Modul Pembelajaran Berbasis *Project Based Learning* (PjBL)

Modul pembelajaran IPA berbasis *Project Based Learning* (PjBL) yang dikembangkan dalam penelitian ini memiliki manfaat strategi dari aspek pedagogis, sosial, dan lingkungan. Modul ini menjadi alternatif bahan terbuka kontekstual yang sesuai dengan kebutuhan peserta didik dan karakteristik lingkungan sekolah.

Secara pedagogis, modul membantu siswa memahami konsep bioteknologi secara aplikatif melalui pemanfaatan limbah pelepah sawit menjadi pupuk kompos. Pembelajaran menjadi lebih bermakna, aktif, dan berpusat pada siswa sesuai dengan karakteristik Kurikulum Merdeka. Dari aspek keterampilan, modul ini bermanfaat dalam meningkatkan kemampuan kolaborasi siswa melalui kelompok kerja yang mendorong komunikasi, kerja sama, tanggung jawab, dan sikap saling menghargai. Selain itu, dari aspek sosial dan lingkungan, modul

ini membantu menumbuhkan kesadaran ekologis siswa melalui pemanfaatan limbah sawit sebagai potensi lokal yang bernilai guna. Kegiatan proyek juga memperkuat karakter siswa, seperti tanggung jawab, kepedulian, dan gotong royong yang sejalan dengan Profil Pelajar Pancasila.

Secara keseluruhan, modul ini tidak hanya berfungsi sebagai media pembelajaran yang efektif dan menarik, tetapi juga sebagai sarana penguatan karakter dan kecakapan hidup, sehingga diharapkan dapat meningkatkan kualitas pembelajaran IPA dan mendukung pembelajaran yang kontekstual serta peduli lingkungan.

f. Kelebihan dan Kekurangan Modul

1. Kelebihan Modul

Menurut Mulyasa (2009) dalam Puspitasari (2019):

- a) Fokus pada kemampuan individual siswa.
- b) Terdapat kontrol terhadap hasil belajar, karena setiap modul dilengkapi standar kompetensi.
- c) Relevansi kurikulum tinggi, terdapat tujuan dan langkah-langkah pencapaiannya.

2. Kekurangan Modul

- a) Penyusunan modul memerlukan keahlian khusus.
- b) Kesulitan dalam penjadwalan dan penilaian, karena waktu penyelesaian berbeda-beda antar siswa.
- c) Modul cetak: tidak bisa menampilkan animasi, video, dan interaktivitas.

Modul elektronik: memerlukan perangkat teknologi dan tidak semua siswa memiliki akses.

2. *Project Based Learning* (PjBL)

a. Pengertian *Project Based Learning* (PjBL)

Project Based Learning model pembelajaran yang menuntut pengajar dan atau peserta didik mengembangkan pertanyaan penuntun (*a guiding question*). Mengingat bahwa masing-masing peserta didik memiliki gaya belajar yang berbeda, maka *Project Based Learning* memberikan kesempatan kepada para peserta didik untuk menggali konten (materi) dengan menggunakan berbagai cara yang bermakna bagi dirinya, dan melakukan eksperimen secara kolaboratif (Hartini 2017).

Model pembelajaran merupakan salah satu faktor penentu keberhasilan pembelajaran. *Project Based Learning* (PjBL) salah satu model pembelajaran yang mencoba mengaitkan antara teknologi dengan masalah kehidupan sehari-hari yang akrab dengan siswa atau dengan proyek sekolah. Dalam *Project Based Learning* (PjBL), peserta didik terdorong lebih aktif dalam belajar. Guru hanya sebagai fasilitator dan evaluator produk hasil kerja peserta didik yang ditampilkan dalam hasil proyek. Adanya produk nyata tersebut dapat mendorong kreativitas siswa. Makalah ini bertujuan untuk mengetahui penerapan model pembelajaran PjBL untuk meningkatkan kreativitas siswa pada materi konsep masalah ekonomi. Dengan penerapan model *Project Based Learning* (PjBL) dapat

meningkatkan kreativitas siswa pada pembelajaran materi konsep masalah ekonomi (Titu, 2015).

Wena,(2009) mendefenisikan *Project Based Learning* (PjBL) merupakan model pembelajaran yang menciptakan aktivitas kerja proyek di dalam kelas dimana guru diberikan kesempatan untuk mengatur dan mengelola pembelajarannya. Kerja proyek adalah kegiatan yang dimulai dengan adanya pertanyaan dan permasalahan (*problem*) yang harus dikerjakan siswa dimana mereka dituntut untuk merancang langkah penyelesaian masalah, kemudian melakukan kegiatan investigasi atau pengamatan dimana setelahnya siswa akan mampu memecahkan permasalahan yang ada dan membuat keputusan kesimpulan dari hasil pengamatan yang sudah dilakukan.

Menurut Krajcik dan Blumenfeld (2006) PjBL (*Project Based Learning*) bentuk pembelajaran yang didasarkan pada temuan konstruktivis bahwa siswa mendapatkan pemahaman materi yang lebih dalam saat mereka secara aktif membangun pemahaman mereka dengan bekerja serta menggunakan gagasan. Berdasarkan pengertian diatas dapat disimpulkan bahwa Pembelajaran dengan model *Project Based Learning* (PjBL) adalah suatu pembelajaran yang memusatkan kreativitas cara berpikir siswa, kemampuan siswa dalam pemecahan masalah dan interaksi antar sesama siswa untuk menghasilkan pengetahuan baru.

Menurut The George Lucas Educational Foundation , langkah-langkah atau sintaks model *Project Based Learning* (PjBL) terdiri dari enam tahap, yaitu:

1. Penentuan pertanyaan mendasar (*Start With the Essential Question*)

Pembelajaran dimulai dengan menyajikan pertanyaan atau permasalahan nyata yang berkaitan dengan kehidupan siswa. Pada penelitian ini, siswa diberikan pembahasan mengenai pemanfaatan limbah pelepah sawit yang belum dimanfaatkan secara optimal di lingkungan sekitar.

2. Menyusun perencanaan proyek (*Design a Plan for the Project*)

Siswa bersama guru menyusun rencana kegiatan proyek, menentukan alat dan bahan, pembagian tugas kelompok, serta langkah kerja pembuatan pupuk kompos dari limbah pelepah sawit.

3. Menyusun jadwal kegiatan (*Create a Schedule*)

Guru dan siswa menentukan jadwal pelaksanaan proyek mulai dari persiapan bahan, proses pengomposan, observasi, hingga penyusunan laporan hasil proyek.

4. Memonitor kegiatan proyek (*Monitor the Students and the Progress of the Project*)

Guru menemani aktivitas siswa selama proses pengerjaan proyek. Pada tahap ini siswa bekerja sama

dalam kelompok, berdiskusi, dan menyelesaikan tugas sesuai tanggung jawab masing-masing.

5. Menguji hasil proyek (*Assess the Outcome*)

Hasil proyek berupa pupuk kompos dievaluasi berdasarkan kualitas produk, proses kerja kelompok, dan ketercapaian tujuan pembelajaran.

6. Mengevaluasi pengalaman belajar (*Evaluate the Experience*)

Guru dan siswa melakukan refleksi terhadap proses, tantangan yang dihadapi, serta pengalaman pembelajaran sama selama kegiatan proyek berlangsung.

Kelebihan Model *Project Based Learning* antara lain:

1. Meningkatkan motivasi, dimana siswa tekun dan berusaha keras dalam mencapai proyek dan merasa bahwa belajar dalam proyek lebih menyenangkan dari pada komponen kurikulum lain.
2. Meningkatkan kemampuan pemecahan masalah, dari berbagai sumber yang mendeskripsikan lingkungan belajar berbasis proyek membuat siswa menjadi lebih aktif dan berhasil memecahkan problem kompleks.
3. Meningkatkan kolaborasi, pentingnya kerja kelompok dalam proyek memerlukan peserta didik untuk mengembangkan dan mempraktikkan keterampilan komunikasi.

Meningkatkan keterampilan mengelola sumber, bila diimplementasikan secara baik maka peserta didik akan belajar dan praktik dalam mengorganisasi proyek, membuat alokasi waktu dan sumber-sumber lain seperti perlengkapan untuk menyelesaikan tugas (Habibah 2024).

b. Relevansi Modul *Project Based Learning* (PjBL) dengan Konteks Lokal

Pengembangan modul pembelajaran IPA berbasis *Project Based Learning* (PjBL) dengan mengangkat konteks lokal, yakni pemanfaatan limbah pelepah sawit, memiliki relevansi yang sangat kuat terhadap lingkungan sosial dan geografis peserta didik, khususnya di Kabupaten Seluma. Konteks lokal tidak hanya menjadi latar pembelajaran, tetapi juga sumber inspirasi dan objek nyata yang dapat diolah menjadi bahan ajar yang bermakna. Modul ini dirancang untuk mengaitkan materi bioteknologi dengan permasalahan lingkungan yang nyata di sekitar siswa, yaitu melimpahnya limbah pelepah sawit yang sering kali belum dimanfaatkan secara optimal. Dengan mengintegrasikan proyek pembuatan pupuk kompos dari limbah sawit ke dalam pembelajaran IPA, siswa tidak hanya diajak untuk memahami konsep bioteknologi secara teoritis, tetapi juga diberi kesempatan untuk menerapkannya secara langsung dalam bentuk tindakan nyata.

3. Bioteknologi dalam Pembelajaran IPA

Bioteknologi merupakan cabang ilmu terapan yang memanfaatkan makhluk hidup, bagian-bagiannya (seperti enzim atau sel), atau produk-produk biologis dalam suatu proses produksi untuk menghasilkan barang dan jasa yang bermanfaat bagi kehidupan manusia (Runtuboi 2025). Salah satu bentuk bioteknologi sederhana yang relevan untuk dipelajari oleh siswa SMP adalah pembuatan pupuk kompos dari limbah pelepah sawit. Limbah pelepah sawit, yang secara umum merupakan limbah organik, dapat diolah menggunakan prinsip fermentasi mikroorganisme menjadi pupuk kompos yang ramah lingkungan. Proses ini tidak hanya memperkenalkan siswa pada konsep dasar bioteknologi, tetapi juga memberi pemahaman tentang pengelolaan limbah organik sebagai salah satu bentuk tanggung jawab ekologis.

Pembelajaran IPA, mengangkat topik bioteknologi yang bersifat kontekstual dan dekat dengan lingkungan kehidupan siswa dapat meningkatkan relevansi materi dengan pengalaman nyata mereka. Kegiatan proyek berbasis bioteknologi, seperti pengomposan limbah pelepah sawit, memberikan kesempatan bagi siswa untuk terlibat secara langsung dalam aktivitas ilmiah yang konkret. Hal ini mendorong mereka tidak hanya memahami teori, tetapi juga mengalami dan mengevaluasi sendiri proses ilmiah tersebut.

4. Pemanfaatan Limbah Pelepah Sawit Untuk Produksi Pupuk Kompos

Proyek pembuatan pupuk kompos dari limbah pelepah sawit merupakan bagian penting dalam implementasi modul berbasis *Project Based Learning* (PjBL) pada penelitian ini. Kegiatan ini dirancang untuk memberikan pengalaman belajar kontekstual dalam memahami konsep bioteknologi, khususnya pengolahan limbah organik melalui proses pengomposan. Melalui proyek ini, siswa tidak hanya mempelajari materi secara teoritis, tetapi juga terlibat langsung dalam observasi, pengumpulan bahan, pencampuran komposisi, hingga pemantauan proses fermentasi kompos. Aktivitas tersebut membantu siswa mengembangkan proses sains, seperti mengamati, mengklasifikasikan, menganalisis, dan menyimpulkan, serta memahami peran mikroorganisme dalam penguraian bahan organik.

Pemanfaatan pelepah sawit sebagai bahan dasar kompos dipilih karena merupakan limbah organik yang melimpah di lingkungan siswa, sehingga pembelajaran menjadi lebih kontekstual dan relevan dengan kehidupan sehari-hari. Melalui kegiatan ini, siswa memahami bahwa limbah dapat diolah menjadi produk bernilai guna, sekaligus menumbuhkan kesadaran dan kepedulian terhadap lingkungan. Selain memperkuat pemahaman konsep bioteknologi, proyek pembuatan kompos juga mengembangkan keterampilan kolaborasi melalui pembagian tugas, diskusi, dan kerja sama dalam menyelesaikan produk. Proses ini menunjukkan bahwa

pembelajaran berbasis proyek mampu menciptakan suasana belajar yang aktif, interaktif, dan terpusat pada siswa.

Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam pembuatan pupuk kompos dari limbah pelepah sawit adalah sebagai berikut:

a. Alat:

Mesin pencacah untuk mencacah pelepah, ember atau tong sebagai wadah pengomposan, sekop, sarung tangan, dan alat pengaduk.

b. Bahan:

Pelepah sawit yang telah dicacah, kotoran ternak (sebagai sumber nitrogen), tanah, udara, serta aktivator mikroorganisme seperti EM4 atau lingkungan dekomposer lainnya.

c. Prosedur pembuatan pupuk kompos dilakukan melalui beberapa tahapan, yaitu:

1. Pelepah sawit dicacah kecil-kecil agar mempercepat proses penguraian.
2. Menyiapkan wadah atau tempat pengomposan yang bersih dan teduh.
3. Mencampurkan bahan-bahan seperti pelepah sawit.
4. Menambahkan larutan aktivator yang telah dicampur dengan air untuk mempercepat proses dekomposisi.
5. Mengaduk seluruh bahan hingga homogen dan memastikan kelembapannya cukup (tidak terlalu kering atau terlalu basah).

6. Menutup wadah dan membiarkan proses fermentasi berlangsung selama kurang lebih 2–4 minggu.
7. Melakukan pembalikan kompos secara berkala setiap 5 hari sekali untuk menjaga aerasi dan mempercepat proses pengomposan.
8. Kompos dinyatakan matang jika berwarna coklat kehitaman, tidak berbau menyengat, dan bertekstur remah.

5. Kolaborasi dalam Pembelajaran

Kerja sama salah satu kompetensi kunci dalam pembelajaran era ke- 21 yang menuntut keahlian partisipan ajar buat bertugas serupa dengan cara efisien dalam golongan untuk menggapai tujuan bersama. Trilling dan Fadel (2009) menyatakan bahwa kolaborasi tidak hanya sekadar bekerja dalam tim, tetapi mencakup kemampuan berkomunikasi secara terbuka, mengambil keputusan bersama, berbagi tanggung jawab, dan memecahkan masalah secara kolektif. Kolaborasi juga melibatkan proses saling mendengarkan, menghargai pendapat orang lain, serta menyesuaikan diri terhadap perbedaan dalam cara berpikir dan bekerja anggota kelompok. Pembelajaran berbasis *Project Based Learning* (PjBL), kolaborasi menjadi elemen sentral yang menentukan keberhasilan proyek. *Project Based Learning* (PjBL) menuntut keterlibatan aktif siswa dalam setiap tahap pelaksanaan proyek, mulai dari perencanaan, pembagian tugas, pelaksanaan kegiatan. Setiap anggota

kelompok diharapkan mampu berkontribusi secara seimbang, baik dalam ide maupun tindakan, sehingga tercipta proses kerja yang sinergis dan produktif (Sundari 2025).

Kolaborasi dalam pembelajaran memberikan manfaat yang signifikan terhadap perkembangan sosial dan emosional siswa. Siswa belajar untuk mengelola konflik secara konstruktif, membangun empati, serta mengembangkan rasa tanggung jawab kolektif terhadap hasil kerja kelompok. Hal ini sejalan dengan tujuan pendidikan karakter yang dicanangkan dalam Kurikulum Merdeka dan penguatan Profil Pelajar Pancasila, di mana peserta didik diarahkan untuk menjadi pribadi yang gotong royong, toleran, dan mampu bekerja sama dalam keberagaman (Switri 2025). Kegiatan kolaboratif mendorong siswa untuk keluar dari zona nyaman mereka, memunculkan sikap kepemimpinan, serta mempraktikkan nilai-nilai demokrasi dalam pengambilan keputusan bersama. Terlebih lagi, ketika proyek yang dilakukan berkaitan dengan isu nyata di lingkungan sekitar, seperti pengelolaan limbah pelepah sawit, kolaborasi menjadi wadah penting untuk membangun kesadaran kolektif dan partisipasi aktif dalam menyelesaikan permasalahan lokal secara konkret (Bhoki 2025).

B. Konsep Produk Yang Dikembangkan

Produk yang dikembangkan dalam penelitian ini berupa modul pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) berbasis *Project Based Learning* (PjBL) yang difokuskan pada materi

bioteknologi, khususnya pemanfaatan limbah pelepah sawit untuk produksi pupuk kompos. Pengembangan modul ini bertujuan untuk memberikan bahan ajar kontekstual yang mampu meningkatkan keterlibatan aktif siswa serta keterampilan kolaborasi mereka dalam kegiatan belajar.

Proses pengembangan modul dilakukan dengan mengacu pada model pengembangan pendidikan dari ADDIE (1983), yang dikenal luas dalam penelitian pengembangan (*research and development/R&D*). Model ini menekankan pentingnya validasi ilmiah, keterlibatan pengguna, serta evaluasi berkelanjutan dalam menghasilkan produk pendidikan yang layak dan efektif. Penelitian ini menerapkan kelima tahapan dari model ADDIE secara utuh menjadi langkah-langkah yang sesuai dengan ruang lingkup dan kebutuhan pengembangan modul pembelajaran, sebagai berikut:

1. *Analysis* (Analisis)

Mengidentifikasi potensi, masalah, kebutuhan pembelajaran, serta karakteristik siswa dan potensi lingkungan sekitar SMP Negeri 19 Seluma. Hasil analisis menunjukkan bahwa pembelajaran IPA masih cenderung teoritis, minim aktivitas kolaboratif, dan belum memanfaatkan potensi lokal seperti limbah pelepah sawit.

2. *Design* (Perancangan)

Menyusun rancangan modul meliputi tujuan pembelajaran, peta konsep, materi, langkah kegiatan proyek,

lembar kerja siswa, indikator kolaborasi, dan instrumen penilaian.

3. *Development* (Pengembangan)

Menyusun dan memproduksi modul menggunakan aplikasi *Canva*, kemudian melakukan validasi kepada ahli materi dan ahli media pembelajaran. Masukan dari para ahli digunakan untuk merevisi modul agar lebih kontekstual, komunikatif, dan sesuai kurikulum.

4. *Implementation* (Implementasi)

Menerapkan modul pada kelompok kecil siswa untuk melihat keterpahaman, daya tarik, dan efektivitasnya dalam meningkatkan kemampuan kolaborasi dan pemahaman konsep bioteknologi.

5. *Evaluation* (Evaluasi)

Melakukan evaluasi formatif selama proses pengembangan dan evaluasi sumatif setelah implementasi, untuk memastikan modul layak digunakan secara luas dalam pembelajaran IPA.

C. Kerangka Teoritik

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu

Judul artikel	Kelebihan	Kelemahan	Perbedaan dengan produk yang dikembangkan

Salma Huwaida Nisrina (2021) melakukan penelitian mengenai pengembangan e-modul berbasis <i>Project Based Learning</i> (PjBL) pada mata pelajaran animasi dua dimensi dan tiga dimensi. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa penerapan e-modul berbasis proyek dapat meningkatkan hasil belajar peserta didik serta membuat proses pembelajaran menjadi lebih aktif dan menarik.	• Menggunakan model pengembangan ADDIE, yang sistematis dan mudah diikuti. • <i>E-modul</i> dikembangkan dengan media interaktif digital menggunakan Flip PDF Professional.	• Fokus pada bidang animasi dan SMK, sehingga konteksnya terbatas pada keterampilan teknis. • Tidak membahas secara mendalam tentang peningkatan kemampuan kolaborasi siswa.	• Bioteknologi pemanfaatan limbah sawit untuk produksi pupuk kompos (SMP).
Pengembangan Modul <i>Project Based Learning</i> (PjBL) Berbasis Potensi Lokal dalam	• Modul berbasis potensi lokal sehingga relevan dengan lingkungan	• Materi masih umum (pencemaran lingkungan), belum kontekstual	• Materi modul bioteknologi pemanfaatan limbah sawit (lebil

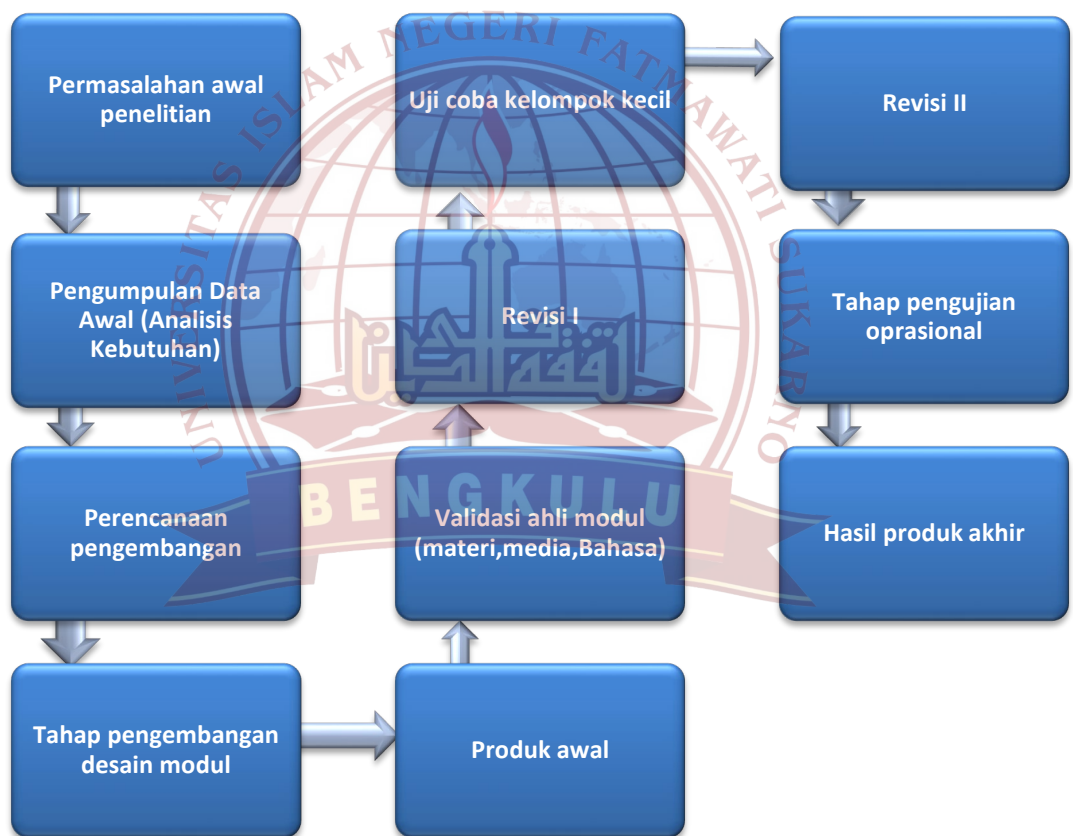
Pembelajaran IPA Materi Pencemaran Lingkungan (Ayu Ratnasari,2025)	siswa. Desain pengembangan sistematis dan melalui validasi ahli.	secara spesifik. Penilaian kolaborasi siswa belum dilakukan secara khusus atau terukur.	spesifik dan aplikatif). Modul Anda menghasilkan produk nyata berupa pupuk kompos.
Penelitian oleh Intan Lestari (2024) mengkaji pengembangan LKPD berbasis <i>Project Based Learning</i> (PjBL) pada materi bioteknologi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan LKPD berbasis proyek mampu meningkatkan keterampilan kolaborasi siswa serta membuat proses pembelajaran menjadi lebih aktif dan partisipatif.	Spesifik menargetkan kolaborasi; ada validasi ahli & praktisi	Subjek kecil (guru + perwakilan siswa); belum uji efektivitas learning gain	Produk LKPD, bukan modul; tidak khusus kompos pelepah sawit

Berdasarkan kajian pada Tabel 2.1, Pengembangan bahan ajar berbasis *Project Based Learning* (PjBL) telah banyak dilakukan dan terbukti mampu meningkatkan hasil belajar serta keterampilan siswa. Penelitian sebelumnya umumnya menggunakan model pengembangan yang sistematis, kontekstual, dan melalui validasi ahli. Namun masih terdapat kendala seperti materi yang kurang spesifik dan kontekstual, belum fokus pada peningkatan kemampuan kolaborasi secara terukur, serta produk yang masih terbatas pada *e-modul* atau LKPD.

Oleh karena itu, penelitian ini menghadirkan kebaruan melalui pengembangan modul pembelajaran IPA berbasis PjBL pada materi bioteknologi pemanfaatan limbah pelepah sawit menjadi pupuk kompos. Modul ini tidak hanya menekankan pemahaman konsep, tetapi juga meningkatkan kemampuan kolaborasi siswa melalui proyek yang menghasilkan produk nyata, sehingga diharapkan dapat menjadi bahan terbuka yang lebih kontekstual, aplikatif, dan sesuai dengan potensi lokal siswa.

D. Rancangan Produk

Produk yang dikembangkan dalam penelitian ini adalah modul pembelajaran IPA berbasis *Project Based Learning* yang dirancang untuk meningkatkan kolaborasi siswa pada materi bioteknologi pemanfaatan pupuk kompos di kelas IX SMP Negeri 19 Seluma.



Bagan 2.1 Rancangan produk