

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Pembelajaran Abad 21 bertujuan membekali siswa dengan keterampilan yang diperlukan untuk menghadapi tantangan persaingan di era mendatang. Keterampilan seperti berpikir kritis, kreatif, pemecahan masalah, komunikasi, dan kolaborasi (Elitasari, 2022). Kurikulum Merdeka hadir menjadi jawaban atas ketatnya persaingan sumber daya manusia pada Abad ke-21 (Nurohmah *et al.*, 2023). Kurikulum Merdeka memberikan fleksibilitas bagi guru untuk menyesuaikan pembelajaran dengan kebutuhan siswa, mendorong inovasi pendidikan secara mandiri (Yandri *et al.*, 2022). *Project-Based Learning* (PjBL) selaras dengan konsep Merdeka Belajar, menekankan *student-centered learning* dan membantu siswa mengembangkan keterampilan Abad 21 dan mendukung pendidikan yang adaptif (Alhayat *et al.*, 2023).

Model *Project-Based Learning* (PjBL) mendorong siswa untuk aktif belajar, mengintegrasikan berbagai disiplin ilmu, serta meningkatkan berpikir kritis, kreativitas, kolaborasi, dan komunikasi. Dengan PjBL, siswa lebih siap menghadapi tantangan masa depan dan berkontribusi dalam masyarakat (Allanta & Puspita, 2021; Lubis *et al.*, 2024). Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) merupakan pendidikan vokasi yang menitikberatkan pada praktik dan latihan untuk menyiapkan tenaga kerja tingkat menengah dengan keterampilan yang relevan dengan dunia kerja (Natalia *et al.*, 2023; Fajra & Novalinda, 2020). Standar kompetensi lulusan SMK mencakup pemanfaatan konsep dan prosedur dalam menyelesaikan masalah praktis sesuai bidang keahlian, melalui strategi pembelajaran yang memberikan pengalaman belajar berkualitas (Permendikbudristek Nomor 5 Tahun 2022).

Mata pelajaran Projek Ilmu Pengetahuan Alam dan Sosial (IPAS) dalam Kurikulum Merdeka SMK bertujuan membekali siswa dengan keterampilan ilmiah untuk menyelesaikan permasalahan nyata abad ke-21 terkait fenomena alam dan sosial. Mata pelajaran ini mengembangkan literasi saintifik melalui tiga elemen kompetensi: menjelaskan fenomena ilmiah, merancang dan

mengevaluasi penyelidikan, serta menerjemahkan data dan bukti ilmiah. Proyek IPAS disajikan dalam tema kontekstual dan aktual, serta sangat relevan dengan jurusan kesehatan di SMK, terutama dalam aspek makhluk hidup dan lingkungannya (Natalia *et al.*, 2023).

Pembelajaran aspek makhluk hidup dan lingkungannya tidak hanya bersifat teoritis dan membutuhkan pengalaman praktis untuk pemahaman yang lebih mendalam. Praktikum biologi molekuler sederhana menjadi metode efektif untuk mengembangkan keterampilan proses sains, seperti observasi, formulasi hipotesis, eksperimen, analisis data, dan penyimpulan. Keterampilan ini sangat penting dalam bidang keahlian kesehatan, teknologi laboratorium medik, farmasi, pertanian, dan bioteknologi, yang memerlukan pemahaman tentang genetika dan biokimia. Dengan integrasi praktikum ini, siswa dapat lebih memahami hubungan makhluk hidup dan lingkungannya, serta meningkatkan berpikir kritis, analitis, dan pemecahan masalah yang menjadi bekal utama dalam dunia kerja (Heny & Aviventi, 2023).

Pemahaman konsep dalam Proyek IPAS di SMK mendukung pengembangan berpikir kritis, analitis, dan pemecahan masalah, yang penting dalam bidang keahlian seperti kesehatan, teknologi, dan pertanian (Pintubatu, 2023). Keterampilan proses sains berperan sentral dalam pembelajaran dan membantu siswa memecahkan masalah sehari-hari dengan metode ilmiah (Ceran & Ates, 2020). Pendekatan keterampilan proses dalam Proyek IPAS juga meningkatkan aktivitas dan hasil belajar kognitif, sehingga siswa lebih aktif dan memperoleh pemahaman konsep serta keterampilan ilmiah yang lebih baik (Lubis *et al.*, 2024). Namun, pada kenyataannya rendahnya pemahaman konsep membuat siswa sulit mengembangkan keterampilan proses sains. Kurangnya eksplorasi dan praktik dalam pembelajaran Proyek IPAS di SMK menyebabkan siswa kurang terampil dalam mengamati, mengumpulkan data, dan menarik kesimpulan secara ilmiah.

Implementasi praktikum dalam pembelajaran sains menghadapi berbagai tantangan, tetapi berperan penting dalam meningkatkan motivasi belajar dan keterampilan proses sains siswa (Sari *et al.*, 2023 & Rahmayumita *et al.*, 2024). Keterampilan ini esensial untuk memberikan pengalaman belajar yang bermakna dan memahami sains sebagai proses, produk, serta sikap ilmiah. Praktikum, baik

di lapangan maupun di laboratorium, membantu siswa dalam memahami konsep-konsep ilmiah dan prosedur kompleks (Shana & Abulibdeh, 2020; Wola *et al.*, 2023). Praktikum menjadi jembatan penghubung antara pengembangan pengetahuan (kognitif), afektif (sikap), dan psikomotorik (keterampilan) (Agustina *et al.*, 2021). Selain itu, laboratorium sains menjadi sarana utama dalam pembelajaran IPA untuk melatih keterampilan praktikum (Agustian, 2020) dan mendukung perancangan eksperimen serta studi lapangan (Sari *et al.*, 2020). Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa praktikum dapat meningkatkan hasil belajar, keterampilan proses sains, dan kualitas pembelajaran (Ilma *et al.*, 2020; Siswati *et al.*, 2022).

Metode praktikum membantu siswa menguasai keterampilan proses, mengembangkan indera, dan memperdalam pemahaman konsep dengan menguji teori yang dipelajari (Oktaviani *et al.*, 2021). Pelaksanaannya memerlukan pendalaman teori dan pedoman praktikum sebagai rujukan (Prastiwi *et al.*, 2023; Anita, 2023). Panduan yang baik mendorong siswa lebih aktif di laboratorium, dengan dukungan laboratorium yang memadai dan pemahaman guru sebagai faktor kunci. Penuntun praktikum menjadi bahan ajar penting dalam membantu siswa memahami konsep materi dan menjalankan praktikum secara terstruktur dan sistematis (Arieno *et al.*, 2023). Selain memastikan praktikum berjalan sesuai prosedur, penuntun praktikum juga memberikan informasi dan arahan, sehingga siswa lebih mudah memahami dan mengikuti kegiatan praktikum.

Pembelajaran Projek IPAS di SMK Swasta Galang Insan Mandiri Binjai, SMK Negeri Model Gorontalo (Djafar *et al.*, 2022), SMK Negeri 2 Pangkep (Khotimah *et al.*, 2023), SMK Negeri 1 Lolak (Pintubatu, 2023) dan SMK Negeri 5 Pekanbaru (Linda, 2023) masih bersifat *teacher-centered learning* yang menyebabkan kebosanan dan kejenuhan siswa, sehingga siswa kurang aktif dalam menemukan konsep. Pembelajaran terbatas pada instruksi guru, berdampak pada rendahnya keterampilan proses dan pemecahan masalah sains. Agustinus & Yusuf (2023) di SMK-PP Negeri Kupang menunjukkan bahwa keterampilan proses sains siswa masih lemah, terutama dalam bertanya, mengumpulkan informasi, dan melakukan asosiasi. Hanya 26% siswa aktif dalam diskusi, 7 siswa mendapat nilai

di bawah 75, dan pertanyaan yang diajukan didominasi level C3 ke bawah (*low order thinking skills*).

Selain itu, pembelajaran Projek IPAS dilakukan dengan menjelaskan suatu konsep tertentu, dilanjutkan kegiatan pembelajaran diskusi dan diakhiri dengan latihan soal-soal dari buku pegangan siswa. Soal-soal tersebut sangat jauh dari masalah-masalah yang terjadi dalam dunia nyata siswa. Hasil belajar Projek IPAS di beberapa SMK masih rendah, dengan 59% siswa di SMK Swasta Galang Insan Mandiri dan lebih dari 50% di SMK Negeri 1 Lolak tidak mencapai Kriteria Ketercapaian Tujuan Pembelajaran (KKTP). Upaya guru mengaktifkan siswa melalui tugas belum efektif karena siswa cenderung menyalin tanpa memahami materi. Akibatnya, hasil belajar rendah, pemahaman lemah, kreativitas kurang berkembang, dan keterampilan proses sains masih rendah. Hal ini juga terjadi di SMK Negeri 1 Narmada (Mislaini & Martin, 2022) dimana pembelajaran yang bersifat teoritis menyebabkan pemahaman siswa menurun.

Nurfitra *et al.* (2021) menyatakan bahwa pembelajaran Projek IPAS harusnya dapat mendorong siswa untuk berinisiatif, merumuskan hipotesis, berpikir kritis, dan memecahkan masalah. Keterampilan ini penting untuk memperoleh, mengembangkan, dan menerapkan konsep, prinsip, serta hukum dalam sains. Keterampilan proses sains penting untuk meningkatkan kualitas pembelajaran dan memberikan pengalaman belajar bermakna. Keterampilan ini dapat diterapkan melalui praktikum di lapangan maupun laboratorium (Munarti *et al.*, 2024). Kegiatan praktikum dalam pembelajaran Projek IPAS dapat mencerminkan hakikat sains dan memberikan pengalaman langsung yang efektif bagi siswa (Nurdiansah *et al.*, 2021; Ulandari *et al.*, 2022). Keinginan menciptakan kegiatan belajar mengajar di kelas secara ideal serta tuntutan banyaknya materi yang harus dikuasai siswa terkadang membuat guru kesulitan memfokuskan perhatian terhadap kualitas praktikum yang dilakukan siswa. Praktikum membutuhkan persiapan, termasuk pendalaman teori dan panduan sebagai acuan pelaksanaan (Prastiwi *et al.*, 2023; Anita, 2023).

Guru Projek IPAS di SMK Swasta Galang Insan Mandiri menghadapi kendala dalam praktikum karena tidak adanya penuntun praktikum, panduan penilaian keterampilan proses sains, serta terbatasnya alat dan bahan yang mahal, terutama dalam biologi molekuler. Penerapan analisis DNA dengan pendekatan biologi molekuler di sekolah menengah menghadapi beberapa tantangan (Wray, 2024), seperti keterbatasan dukungan eksternal, akses terbatas ke jurnal dan sumber ilmiah, serta kesulitan siswa dalam memilih topik dan menggunakan tata bahasa yang tepat (Almazan & Viñas, 2023; Jimenez *et al.*, 2024). Selain itu, terdapat landasan pengetahuan molekuler yang lemah, miskonsepsi konsep, dan pengajaran konsep dasar yang memakan waktu, yang semakin menghambat efektivitas pembelajaran (Almazan & Viñas, 2023). SMK Nurul Huda Sukaraja (Sinensis *et al.*, 2022) dan SMA Negeri 2 Kota Serang (Mulyani, 2022) menghadapi kendala dalam praktikum akibat bahan ajar yang kurang mendukung *hands-on learning*, evaluasi terbatas pada latihan soal, serta keterbatasan alat laboratorium. Akibatnya, pemahaman siswa rendah, mereka kurang memahami tahapan praktikum, dan merasa bosan. Solusi yang diusulkan adalah pengembangan bahan ajar interaktif, seperti E-Modul praktikum dan panduan praktikum biologi, yang dapat meningkatkan kemandirian, keterampilan proses, motorik, serta sikap ilmiah siswa (Wahyuni & Agustina, 2023).

Penelitian sebelumnya telah mengembangkan berbagai penuntun praktikum IPA dengan pendekatan *Problem-Based Learning* (Sinaga *et al.*, 2023; Rahmawati *et al.*, 2024), *Discovery Learning* (Hartati, 2022; Widiastuti *et al.*, 2022), Canva dan *Flip Builder* (Rosmalinda & Pamela, 2023), model Mosadig (Safitri, 2023), dan berbasis inkuiri terbimbing (Setiawan, 2021; Fransiska *et al.*, 2023). Namun, belum ada yang secara khusus mengembangkan penuntun praktikum biologi molekuler sederhana berbasis *Project-Based Learning* (PjBL) dalam mata pelajaran Projek IPAS, sehingga menjadi kebaruan dalam penelitian ini. Kebaruan penelitian ini terletak pada penerapan PjBL yang menekankan kolaborasi, pemecahan masalah nyata, dan eksplorasi mandiri, sehingga lebih aplikatif dan relevan dengan keterampilan abad ke-21 di SMK. Penuntun ini mendukung pembelajaran berbasis proyek yang memungkinkan siswa

mengembangkan proyek biologi molekuler secara mandiri, meningkatkan kreativitas, pengalaman belajar, dan pemahaman konsep.

Selain itu, penuntun ini selaras dengan Kurikulum Merdeka, yang memberi kebebasan eksplorasi sains dan solusi inovatif. Penuntun ini dirancang untuk mengasah keterampilan proses sains, seperti mengamati, mengajukan hipotesis, melakukan eksperimen, dan menganalisis data, yang penting dalam pembelajaran biologi molekuler secara praktis dan kontekstual. Penuntun ini juga dirancang dengan petunjuk lengkap berbasis pendekatan ilmiah sesuai Kurikulum Merdeka dan capaian pembelajaran kelas X Program Keahlian Kesehatan dan Pekerjaan Sosial. Penggunaannya diharapkan mempermudah praktikum, meningkatkan penguasaan konsep dan keterampilan proses sains, serta membekali lulusan SMK dengan ketelitian, ketepatan, dan kemampuan pemecahan masalah berbasis ilmiah, yang sangat dibutuhkan di dunia kerja.

1.2. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang dikemukakan di atas, maka dapat diidentifikasi beberapa masalah yaitu:

1. Siswa SMK masih mengalami kesulitan dalam memahami konsep dan mengembangkan keterampilan proses sains, seperti observasi, formulasi hipotesis, eksperimen, analisis data, dan penyimpulan.
2. Pembelajaran Projek IPAS masih bersifat *teacher-centered* yang menyebabkan siswa pasif, bosan, dan kurang terlibat dalam proses menemukan konsep secara mandiri.
3. Hasil belajar mata pelajaran projek IPAS yang masih dibawah Kriteria Ketercapaian Tujuan Pembelajaran (KKTP).
4. Pembelajaran aspek makhluk hidup dan lingkungannya dalam Projek IPAS masih bersifat teoritis, dengan minimnya kegiatan praktikum yang dapat memberikan pengalaman belajar langsung.
5. Guru menghadapi kendala dalam pelaksanaan praktikum karena tidak tersedianya penuntun praktikum yang sistematis dan terstruktur. Tanpa panduan yang jelas, siswa kesulitan memahami tahapan praktikum dan konsep yang diajarkan, sehingga efektivitas pembelajaran menurun.

6. Banyak SMK mengalami keterbatasan alat dan bahan laboratorium, terutama dalam bidang biologi molekuler. Hal ini menyebabkan guru kesulitan memberikan pengalaman praktikum yang optimal, sehingga siswa tidak mendapatkan pemahaman yang mendalam tentang konsep yang dipelajari.
7. Meskipun telah dikembangkan berbagai penuntun praktikum IPA dengan pendekatan berbeda, belum ada penuntun praktikum yang secara khusus dirancang untuk pembelajaran biologi molekuler sederhana berbasis *Project-Based Learning* (PjBL) dalam Projek IPAS.

1.3. Batasan Masalah

Agar penelitian memberikan arah yang tepat serta berdasarkan latar belakang dan identifikasi masalah yang telah dipaparkan, maka penelitian ini dibatasi pada:

1. Model penelitian pengembangan ini menggunakan model ADDIE, yaitu tahap analisis (*analyze*), perancangan (*design*), pengembangan (*development*), implementasi (*implementation*), dan evaluasi (*evaluation*).
2. Media pembelajaran mandiri yang dikembangkan dalam penelitian ini adalah penuntun praktikum biologi molekuler dasar berbasis *project-based learning* (PjBL).
3. Penuntun praktikum yang dikembangkan dilaksanakan pada mata pelajaran Projek Ilmu Pengetahuan Alam dan Sosial (IPAS) di kelas X semester genap di SMK Program Keahlian Kesehatan dan Pekerjaan Sosial.
4. Praktikum biologi molekuler dasar yang dikembangkan dilakukan menggunakan metode sederhana dengan alat dan bahan yang tersedia di sekolah dengan topik praktikum isolasi DNA, PCR *In Silico*, dan Elektroforsis Sederhana.
5. Uji efektivitas penuntun praktikum yang dikembangkan untuk mengukur penguasaan konsep dan keterampilan poses sains (KPS) siswa di SMK Swasta Galang Insan Mandiri Binjai.
6. Penguasaan konsep fokus pada pemahaman konsep biologi molekuler dalam aspek makhluk hidup dan lingkungannya pada mata pelajaran Projek IPAS

Kelas X. Pengukuran pemahaman konsep mencakup aspek kognitif level C1 – C6.

7. Keterampilan proses sains yang dikembangkan meliputi observasi, klasifikasi, interpretasi, meramalkan, mengajukan pertanyaan, merumuskan hipotesis, merencanakan percobaan, menggunakan alat atau bahan, menerapkan konsep, dan berkomunikasi. Fokus pada peningkatan keterampilan proses sains melalui metode praktikum berbasis *Project-Based Learning* (PjBL).

1.4. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana kelayakan penuntun praktikum biologi molekuler dasar berbasis *Project-Based Learning* (PjBL) pada kelas X SMK semester genap menurut penilaian oleh ahli materi?
2. Bagaimana kelayakan penuntun praktikum biologi molekuler dasar berbasis *Project-Based Learning* (PjBL) pada kelas X SMK semester genap menurut penilaian oleh ahli bahasa dan desain pembelajaran?
3. Bagaimana kelayakan penuntun praktikum biologi molekuler dasar berbasis *Project-Based Learning* (PjBL) pada kelas X SMK semester genap menurut penilaian oleh ahli desain *layout*?
4. Bagaimana tanggapan siswa terhadap penuntun praktikum biologi molekuler dasar berbasis *Project-Based Learning* (PjBL) di SMKS Galang Insan Mandiri Binjai?
5. Bagaimana peningkatan penguasaan konsep siswa yang menggunakan penuntun praktikum biologi molekuler dasar berbasis *Project-Based Learning* (PjBL) di SMKS Galang Insan Mandiri Binjai?
6. Bagaimana peningkatan keterampilan proses sains (KPS) siswa yang menggunakan penuntun praktikum biologi molekuler dasar berbasis *Project-Based Learning* (PjBL) di SMKS Galang Insan Mandiri Binjai?

1.5. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dipaparkan, maka tujuan dari penelitian ini antara lain untuk:

1. Mengetahui kelayakan penuntun praktikum biologi molekuler dasar berbasis *Project-Based Learning* (PjBL) pada kelas X SMK semester genap menurut penilaian oleh ahli materi.
2. Mengetahui kelayakan penuntun praktikum biologi molekuler dasar berbasis *Project-Based Learning* (PjBL) pada kelas X SMK semester genap menurut penilaian oleh ahli bahasa dan desain pembelajaran.
3. Mengetahui kelayakan penuntun praktikum biologi molekuler dasar berbasis *Project-Based Learning* (PjBL) pada kelas X SMK semester genap menurut penilaian oleh ahli desain *layout*.
4. Mengetahui tanggapan siswa terhadap penuntun praktikum biologi molekuler dasar berbasis *Project-Based Learning* (PjBL) di SMKS Galang Insan Mandiri.
5. Mengetahui peningkatan kemampuan penguasaan konsep siswa yang menggunakan penuntun praktikum biologi molekuler dasar berbasis *Project-Based Learning* (PjBL) di SMKS Galang Insan Mandiri Binjai.
6. Mengetahui peningkatan keterampilan proses sains (KPS) siswa yang menggunakan penuntun praktikum biologi molekuler dasar berbasis *Project-Based Learning* (PjBL) di SMKS Galang Insan Mandiri Binjai.

1.6. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat secara teoritis dan praktis.

1.6.1. Manfaat Teoritis

- 1) Untuk khasanah ilmu pengetahuan tentang penuntun praktikum biologi molekuler sederhana pada mata pelajaran Projek IPAS aspek Makhluk Hidup dan Lingkungannya di Kelas X SMK Program Keahlian Kesehatan dan Pekerjaan Sosial.
- 2) Sebagai sumbangan pikiran dalam meningkatkan kualitas pembelajaran Projek IPAS khususnya di SMK Swasta Galang Insan Mandiri.

- 3) Sebagai referensi bagi peneliti lain yang bermaksud melakukan penelitian lebih lanjut.

1.6.2. Manfaat Praktis

a. Bagi Guru

- 1) Menyediakan referensi dalam mengembangkan dan menerapkan penuntun praktikum berbasis PjBL untuk Projek IPAS di SMK.
- 2) Membantu dalam meningkatkan efektivitas pembelajaran berbasis praktikum, khususnya dalam biologi molekuler.

b. Bagi Siswa

- 1) Memperoleh pengalaman belajar yang lebih bermakna melalui praktikum berbasis proyek.
- 2) Meningkatkan penguasaan konsep biologi molekuler serta keterampilan proses sains.

c. Bagi Sekolah

- 1) Memberikan panduan praktikum yang dapat digunakan dalam pengembangan kurikulum berbasis PjBL.
- 2) Meningkatkan kualitas pembelajaran sains melalui pendekatan praktikum yang inovatif.

d. Bagi Peneliti Selanjutnya

- 1) Menjadi bahan acuan dalam pengembangan lebih lanjut terkait penuntun praktikum berbasis PjBL.
- 2) Memotivasi penelitian lain dalam bidang pembelajaran sains berbasis eksperimen di SMK.

1.7. Definisi Operasional

Definisi operasional dianjurkan dalam penelitian untuk membuat istilah-istilah yang digunakan dalam penelitian sejas mungkin. Secara umum, definisi operasional bersifat konkrit dan terukur. Agar tidak terjadi kesalahan dalam mengartikan istilah yang digunakan dalam penelitian ini, peneliti menjabarkan beberapa istilah atau definisi operasional dalam penelitian ini, yaitu:

Penuntun praktikum biologi molekuler dasar adalah panduan sistematis yang dirancang untuk membantu siswa dalam melaksanakan eksperimen sederhana terkait prinsip dan teknik dasar biologi molekuler. Penuntun ini mencakup tujuan praktikum, landasan teori, alat dan bahan, prosedur kerja, lembar observasi, serta panduan analisis data dan diskusi hasil. Dalam konteks pembelajaran berbasis proyek (*project-based Learning/PjBL*), penuntun ini tidak hanya berfungsi sebagai instruksi teknis tetapi juga mengarahkan siswa dalam mengembangkan keterampilan proses sains, pemecahan masalah, dan kerja kolaboratif. Praktikum sederhana, seperti isolasi DNA sederhana, PCR *In Silico*, dan elektroforesis sederhana, dirancang agar dapat dilakukan dengan peralatan laboratorium dasar yang mudah didapat dan tersedia di sekolah, sehingga memungkinkan siswa memahami konsep biologi molekuler secara lebih mendalam melalui pengalaman langsung yang mudah diakses dan aplikatif di lingkungan sekolah.

Project-based learning (PjBL) dalam pengembangan penuntun praktikum biologi molekuler dasar adalah pendekatan pembelajaran yang menekankan keterlibatan aktif siswa dalam merancang, melaksanakan, dan mengevaluasi suatu proyek eksperimen berbasis masalah nyata di bidang biologi molekuler. Dalam konteks ini, penuntun praktikum dirancang untuk membimbing siswa melalui tahapan PjBL, yaitu menentukan permasalahan, merancang percobaan, mengumpulkan dan menganalisis data, serta menyusun laporan dan presentasi hasil. Pendekatan ini bertujuan untuk meningkatkan keterampilan proses sains, pemecahan masalah, dan penguasaan konsep biologi molekuler melalui pengalaman langsung yang bermakna di laboratorium maupun lingkungan sekitar.