

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Penelitian

Pesatnya perkembangan abad ke-21 menuntut individu untuk beradaptasi dalam berbagai aspek kehidupan, termasuk pendidikan (Partnership for 21st Century learning, 2015). Penguasaan sains dan teknologi menjadi sangat penting untuk menciptakan masyarakat yang inovatif dan kompetitif di tingkat global (Bybee, 2013). Kurikulum Merdeka yang saat ini diterapkan menekankan bahwa proses pembelajaran perlu bersifat kontekstual dan berbasis proyek. Pendekatan ini bertujuan agar peserta didik dapat memahami konsep-konsep Biologi dengan menghubungkannya pada permasalahan nyata di lingkungan sekitar (Kemendikbud, 2020). Pembelajaran sains yang efektif seharusnya diarahkan pada pengembangan kemampuan berpikir tingkat tinggi serta keterampilan dalam menyelesaikan masalah yang berlandaskan situasi nyata.

Pendidikan berbasis literasi sains merupakan fondasi utama dalam membantu siswa memahami isu-isu global maupun lokal melalui pendekatan yang komprehensif (Council *et al.*, 2012). Literasi sains tidak hanya menjadi alat untuk memahami konsep ilmiah, tetapi juga menjadi sarana penting dalam menyelesaikan masalah yang relevan dengan kehidupan sehari-hari (Silfiyani *et al.*, 2024). Oleh karena itu, literasi sains memegang peranan penting dalam membentuk individu yang responsif terhadap tantangan perkembangan zaman dan mampu berkontribusi secara efektif dalam masyarakat global (Zubaidah, 2019). Pentingnya literasi sains tercermin dari perannya dalam berbagai aspek kehidupan, mulai dari kemampuan berpikir kritis hingga keterampilan memecahkan masalah dalam konteks lingkungan, kesehatan, dan ekonomi (Ait *et al.*, 2015).

Hasil *Programme for International Student Assessment* (PISA) 2018 menunjukkan bahwa skor literasi sains siswa Indonesia masih berada di bawah rata-rata OECD, yakni 371 dibandingkan rata-rata 487 (OECD., 2016). Rendahnya hasil ini mengindikasikan perlunya upaya sistematis untuk meningkatkan kualitas pendidikan sains di Indonesia (Rahmawati *et al.*, 2019).

Salah satu solusi yang dapat diupayakan adalah transformasi pembelajaran melalui inovasi pendidikan dengan mengintegrasikan teknologi dan pendekatan yang relevan (Turiman *et al.*, 2012). Pendekatan ini diharapkan mampu menjawab tantangan global serta meningkatkan daya saing siswa Indonesia di masa depan (S. N. Pratiwi *et al.*, 2019). Pembelajaran literasi sains idealnya menggabungkan isu-isu sosial dengan unsur-unsur sains guna mendukung pengambilan keputusan dan pemecahan masalah. Implementasi pendekatan ini masih belum maksimal (Church, 2020). Akibatnya, banyak peserta didik menunjukkan kepedulian yang rendah terhadap pelestarian lingkungan serta mengalami kesulitan dalam menghubungkan konsep-konsep sains dengan permasalahan lingkungan yang nyata di sekitar mereka (Adjie *et al.*, 2023).

Studi pendahuluan yang dilakukan di salah satu SMA di Kota Bandung mengungkapkan beberapa tantangan signifikan dalam pembelajaran biologi yang mana sekolah tersebut masih didominasi oleh metode pembelajaran berbasis proyek yang sederhana dan terbatas dengan keterlibatan siswa yang minim atau penggunaan teknologi interaktif. Khususnya pada materi pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan, pendekatan pembelajaran ini cenderung kurang menarik minat siswa dan tidak mendukung pengembangan literasi sains secara optimal. Hal ini menunjukkan adanya kebutuhan untuk mengintegrasikan pendekatan pembelajaran yang lebih inovatif dan berbasis teknologi untuk meningkatkan pemahaman siswa serta mengembangkan keterampilan berpikir kritis dan literasi sains. Khususnya pada materi pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Survei terhadap 32 siswa kelas XI menunjukkan bahwa sebagian besar siswa mengalami kesulitan dalam memahami konsep-konsep abstrak dalam pertumbuhan dan perkembangan tanaman, dan mereka sangat memiliki ketertarikan untuk terlibat dalam proyek praktis yang berkaitan dengan pertanian berkelanjutan. Analisis kemampuan awal menggunakan angket yang disebar kepada siswa dan juga hasil wawancara guru mata pelajaran Biologi.

Kepadatan penduduk dan semakin terbatasnya ruang terbuka hijau di wilayah Bandung Raya menjadi tantangan serius dalam upaya pelestarian lingkungan dan ketahanan pangan lokal. Berdasarkan data Dinas Cipta Karya,

Bina Konstruksi, dan Tata Ruang Provinsi Jawa Barat, lahan hijau di Kota Bandung hanya tersisa sekitar 12% dari total luas wilayah, jauh di bawah rekomendasi ideal sebesar 30% untuk kota berkelanjutan (Pemerintah Provinsi Jawa Barat, 2023). Kondisi ini menuntut adanya solusi inovatif, salah satunya melalui penerapan urban farming sebagai pendekatan edukatif dan praktis. Urban farming memungkinkan masyarakat, khususnya siswa, untuk memanfaatkan lahan sempit di perkotaan seperti pekarangan rumah untuk menanam tanaman konsumsi seperti *microgreens*. Kegiatan ini tidak hanya meningkatkan keterampilan praktis, tetapi juga memperkuat literasi sains siswa melalui keterlibatan langsung dalam isu lingkungan, pertanian berkelanjutan, dan pemanfaatan teknologi sederhana (Kementerian Pertanian, 2023). Integrasi urban farming dalam pembelajaran berbasis proyek menjadi langkah strategis untuk menumbuhkan kesadaran ekologis dan kreativitas generasi muda di tengah tantangan urbanisasi.

keterampilan utama lain yang harus dikembangkan dalam pendidikan untuk membantu siswa menghadapi tantangan di era modern ialah kreativitas. Kreativitas tidak hanya melibatkan kemampuan menghasilkan ide-ide baru, tetapi juga mencakup kemampuan untuk memecahkan masalah secara inovatif, yang relevan dengan penerapan literasi sains dalam kehidupan nyata (Fitri & Suryana, 2022). Dalam konteks pembelajaran sains, kreativitas dapat mendorong siswa untuk mengintegrasikan berbagai konsep ilmiah, menghasilkan solusi baru, dan menciptakan pendekatan yang inovatif dalam menjawab permasalahan dan tantangan global (Cahyani *et al.*, 2020). Penelitian yang dilakukan Rahmawati *et al.*, (2019) menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis proyek dan eksplorasi, yang memberikan ruang bagi siswa untuk mengembangkan kreativitas, secara signifikan meningkatkan literasi sains siswa, menjadikan mereka lebih aktif dalam memahami konsep-konsep ilmiah dan menerapkannya dalam berbagai konteks. Pengembangan kreativitas dalam pembelajaran sains juga dapat mempersiapkan siswa untuk menghadapi kompleksitas di bidang teknologi dan lingkungan dengan lebih percaya diri, karena mereka tidak hanya belajar memahami konsep ilmiah tetapi juga bagaimana menggunakannya secara efektif untuk menciptakan solusi baru (Hasanah *et al.*, 2023). Kreativitas siswa juga harus menjadi focus dalam

proses pendidikan, karena hal ini berperan penting dalam mencetak individu yang adaptif, inovatif, dan siap menghadapi tantangan dunia modern (Kenedi, 2017)

Berbagai penelitian menunjukkan bahwa pendekatan berbasis proyek dan integrasi lintas disiplin, seperti STEM, E-STEM, dan STREAM, efektif dalam meningkatkan literasi sains dan pembelajaran Biologi. Pembelajaran berbasis desain mendorong inkuiri melalui penciptaan produk dan pemecahan masalah kreatif (Puente *et al.*, 2013). E-STEM terbukti mampu meningkatkan pemahaman siswa terhadap isu lingkungan dan perancangan solusinya (Koculu & Girgin, 2022; Helvaci & Helvaci, 2019), meskipun masih terdapat kendala seperti keterbatasan fasilitas dan pelatihan guru. Pendekatan STREAM juga berkontribusi pada peningkatan berpikir kreatif dan pemahaman konsep Biologi, meski sebagian mahasiswa masih kesulitan mengaitkan antar konsep (Agustina *et al.*, 2020).

Pendekatan STREAM (*Science, Technology, Religion, Engineering, Arts, Mathematics*) menjadi salah satu inovasi dalam pendidikan yang bertujuan untuk menjawab tantangan kebutuhan masa kini (Agustina *et al.*, 2020). Pendekatan ini merupakan pengembangan dari konsep STEM dan STEAM dengan penambahan aspek agama, yang bertujuan untuk mengintegrasikan nilai-nilai spiritual dalam pembelajaran sains dan teknologi (Anwari *et al.*, 2015). Melalui pendekatan ini, siswa diajak memahami isu-isu global secara kontekstual, dengan menekankan hubungan erat antara ilmu pengetahuan, teknologi, dan kehidupan sehari-hari (Kurniawan *et al.*, 2020). STREAM tidak hanya meningkatkan keterampilan akademik tetapi juga mendukung pembentukan karakter siswa yang beretika dan responsif terhadap tantangan zaman (Agustina *et al.*, 2020).

Pendekatan pembelajaran E-STREAM dipilih sebagai strategi yang relevan untuk meningkatkan literasi sains dan kreativitas siswa. Model ini merupakan pengembangan dari pendekatan STEM/STEAM/STREAM dengan penambahan tiga komponen penting: *Environmental*, *Religion*, dan *Arts*, yang diintegrasikan dalam proses pembelajaran. Integrasi komponen *Environmental* bertujuan menumbuhkan kesadaran siswa terhadap isu-isu lingkungan dan mendorong keterlibatan aktif dalam menjaga kelestarian alam. Komponen *Religion* mendukung pembentukan karakter moral dan spiritual siswa, sekaligus

memperkuat nilai-nilai tanggung jawab sosial dan religion yang sejalan dengan Profil Pelajar Pancasila. Sementara itu, elemen *Arts* berperan dalam mengasah kreativitas siswa melalui kegiatan yang memungkinkan mereka menciptakan solusi yang inovatif, estetis, dan mudah dipahami. Pendekatan ini menjadikan pembelajaran lebih bermakna, kontekstual, dan selaras dengan tantangan kehidupan nyata.

Mengintegrasikan aspek lingkungan dalam pengembangan STEM atau STREAM dalam konteks pendidikan, pendekatan yang melibatkan isu lingkungan dapat dilihat sebagai elemen penting dalam pembelajaran yang responsif terhadap tantangan global. Sebagai contoh, integrasi lingkungan dalam pendidikan berbasis STREAM (*Science, Technology, Religion, Engineering, Arts, Mathematics*) tidak hanya berfokus pada aspek ilmiah atau teknologis, tetapi juga mengembangkan kesadaran ekologis peserta didik. Melalui integrasi berbagai disiplin ilmu, siswa diarahkan untuk memahami konsep ilmiah secara utuh dan aplikatif, sekaligus membangun karakter serta kepedulian sosial. Dalam konteks pembelajaran Biologi, pendekatan E-STREAM dapat diwujudkan melalui konsep urban farming berbasis *microgreens*.

Keunggulan pendekatan E-STREAM terletak pada fleksibilitasnya dalam meningkatkan literasi sains siswa melalui berbagai aktivitas pembelajaran berbasis proyek. Salah satu implementasi utama dari pendekatan STREAM adalah penggunaan langkah-langkah *engineering* yang terintegrasi dengan proses desain ilmiah untuk pembelajaran yang lebih kontekstual (Azizah *et al.*, 2019). Pendekatan ini mendorong siswa untuk mengembangkan keterampilan berpikir kritis, kreatif, dan kolaboratif melalui proyek-proyek yang relevan dengan kehidupan sehari-hari (Fitri & Suryana, 2022). Salah satu contoh implementasi STREAM yang bisa dilakukan adalah penanaman *microgreens*. *Microgreens* yaitu tanaman kecil yang kaya nutrisi yang dapat dipanen 7-14 hari dan dapat dibudidayakan di lingkungan terbatas, seperti perkotaan atau rumah tangga (Shiyamsyah *et al.*, 2024). Proyek ini memberikan konteks pembelajaran yang kaya, di mana siswa dapat mengaplikasikan konsep-konsep sains dan teknologi sambil melatih keterampilan praktis seperti perencanaan, pengukuran, dan

pemecahan masalah (Muda Arsena & Sri Rahayu, 2022). Dengan aktivitas ini, siswa tidak hanya memahami aspek teoretis, tetapi juga belajar menghubungkan ilmu pengetahuan dengan solusi nyata yang berkelanjutan.

Urban farming, termasuk pengembangan *microgreens*, menjadi salah satu fokus utama dalam pendidikan berbasis STREAM karena relevansinya dengan isu-isu keberlanjutan dan ketahanan pangan (Junainah & Kanto, 2016). Melalui proyek *microgreens*, siswa tidak hanya memperoleh pengalaman belajar yang kontekstual, tetapi juga diajarkan nilai-nilai keberlanjutan yang penting dalam menghadapi tantangan lingkungan global (Shiyamsyah *et al.*, 2024). Menanam *microgreens* menjadi solusi praktis dalam mendukung konsep *urban farming*, karena tidak memerlukan lahan yang luas. Teknik ini memungkinkan masyarakat perkotaan untuk bercocok tanam di rumah masing-masing dengan mudah. Sebagai salah satu bentuk pertanian sederhana yang sesuai dengan gaya hidup urban.

Penanaman *microgreens* membantu mengatasi tantangan keterbatasan lahan sekaligus mendukung keberlanjutan pangan di lingkungan perkotaan (Sukmawani *et al.*, 2020). Proyek ini memberikan kesempatan bagi siswa untuk mengembangkan keterampilan manajemen proyek, komunikasi, dan pemecahan masalah, yang merupakan kompetensi kunci di era abad ke-21 (Rahmawati *et al.*, 2019). Melalui proyek penanaman *microgreens* memungkinkan integrasi berbagai disiplin ilmu sambil tetap fokus pada tujuan pendidikan holistik, yakni membangun kesadaran siswa terhadap isu-isu lingkungan (Muda Arsena & Sri Rahayu, 2022). Integrasi urban farming, khususnya proyek *microgreens*, dalam pembelajaran sains memberikan konteks nyata yang relevan dengan kehidupan siswa dan mendorong pemahaman mendalam tentang konsep-konsep biologi. pendekatan ini diharapkan tidak hanya meningkatkan literasi sains siswa, tetapi juga membantu mereka memahami peran aktif yang dapat mereka ambil dalam mendukung keberlanjutan (Febriani *et al.*, 2019)

Konteks urban farming menjadi sangat relevan untuk diintegrasikan dalam pembelajaran sains, terutama di wilayah perkotaan yang menghadapi keterbatasan ruang terbuka hijau. Urban farming tidak hanya menjawab kebutuhan pangan sehat skala rumah tangga, tetapi juga mendorong kesadaran ekologis siswa

melalui praktik sederhana yang aplikatif. *Microgreens* dipandang sebagai solusi praktis karena dapat dibudidayakan pada lahan sempit dengan teknik sederhana menggunakan tray, atau lampu LED, sehingga sangat cocok diterapkan di sekolah maupun rumah (Shiyamsyah et al., 2024). Aktivitas ini tidak hanya memberi pengalaman kontekstual dalam memahami fisiologi pertumbuhan tumbuhan, tetapi juga menanamkan kepedulian terhadap isu ketahanan pangan lokal yang muncul akibat meningkatnya populasi perkotaan dan menurunnya ketersediaan lahan hijau (Sukmawani et al., 2020). Melalui proyek penanaman *microgreens*, siswa dilatih mengembangkan keterampilan abad ke-21 seperti berpikir kritis, kolaborasi, dan kreativitas, sekaligus membentuk karakter peduli lingkungan dan mandiri dalam memenuhi kebutuhan pangan. Integrasi unsur *environmental* melalui urban farming *microgreens* selaras dengan tujuan pendidikan berkelanjutan, karena tidak hanya memperkuat literasi sains, tetapi juga menumbuhkan sikap reflektif bahwa menjaga lingkungan dan menciptakan solusi pangan berkelanjutan adalah tanggung jawab generasi muda (Muda Arsena & Sri Rahayu, 2022; Febriani et al., 2019).

Dalam konteks Kurikulum Merdeka, integrasi pendekatan E-STREAM (*Environmental-Science, Technology, Religion, Engineering, Arts, Mathematics*) dengan menjadi solusi yang relevan untuk menjawab tantangan pendidikan di Indonesia. Kurikulum ini menekankan pembelajaran yang fleksibel, kontekstual, dan berbasis proyek, dengan fokus pada pengembangan kompetensi holistik siswa, termasuk penguasaan ilmu pengetahuan dan teknologi, keterampilan abad ke-21, serta pembentukan karakter yang kuat. Pendekatan STREAM memberikan kerangka multidisiplin yang tidak hanya meningkatkan kompetensi akademik, tetapi juga memperkuat nilai-nilai spiritual dan moral melalui Proyek *microgreens* memberikan pengalaman belajar yang relevan dengan kehidupan sehari-hari, mengajarkan siswa tentang keberlanjutan dan ketahanan pangan, sekaligus melatih keterampilan berpikir kritis, kreatif, dan kolaboratif (Muda Arsena & Sri Rahayu, 2022)

Kebaruan dalam penelitian ini terletak pada penerapan pendekatan E-STREAM yang dirancang untuk menjawab keterbatasan dari model pembelajaran

STEM, STEAM, maupun STREAM sebelumnya. Dalam penelitian ini, pembelajaran dikembangkan melalui proyek nyata berupa penanaman *microgreens* yang relevan dengan isu lingkungan di wilayah perkotaan seperti Bandung Raya, khususnya terkait keterbatasan lahan hijau dan upaya mendukung ketahanan pangan serta gaya hidup berkelanjutan. Pendekatan ini mengintegrasikan nilai-nilai keagamaan untuk membentuk karakter siswa yang beriman, peduli terhadap lingkungan, dan mencerminkan nilai-nilai Profil Pelajar Pancasila. Unsur seni juga diintegrasikan untuk menumbuhkan kreativitas siswa, misalnya dalam merancang media tanam, kemasan hasil panen, atau presentasi proyek.

Melalui pendekatan E-STREAM, ketujuh unsur pembelajaran digabungkan secara seimbang untuk meningkatkan literasi sains sekaligus menilai tingkat kreativitas siswa dalam konteks keterampilan abad ke-21. Pendekatan ini tidak hanya membantu siswa memahami konsep Biologi secara konseptual, tetapi juga mendorong keterlibatan aktif mereka dalam mencari solusi atas permasalahan lingkungan melalui kegiatan nyata. Dengan proyek penanaman *microgreens*, siswa memperoleh pengalaman langsung yang menghubungkan sains, teknologi, lingkungan, serta nilai-nilai spiritual dalam kehidupan sehari-hari. Diharapkan, melalui pembelajaran ini, akan terbentuk pribadi siswa yang cerdas, kreatif, peduli lingkungan, dan bertanggung jawab.

B. Rumusan Masalah

Berikut ini rumusan masalah dalam penelitian yang akan dilakukan adalah:

1. Bagaimana desain pembelajaran berbasis proyek *microgreens* terintegrasi E-STREAM untuk meningkatkan literasi sains dan kreativitas siswa
2. Bagaimana keterlaksanaan pembelajaran berbasis proyek *microgreens* terintegrasi E-STREAM untuk meningkatkan literasi sains dan kreativitas siswa?
3. Bagaimana perbedaan peningkatan literasi sains antara siswa yang mengikuti pembelajaran berbasis proyek *microgreens* terintegrasi E-STREAM dan yang tidak terintegrasi E-STREAM?

4. Bagaimana level kreativitas siswa yang teridentifikasi melalui proyek penanaman *microgreens* dalam pembelajaran berbasis proyek teintegrasi E-STREAM dan yang tidak terintegrasi E-STREAM?
5. Bagaimana refleksi siswa terhadap pembelajaran berbasis proyek *microgreens* terintegasi E-STREAM untuk meningkatkan literasi sains dan kreativitas siswa?

C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah pada penelitian ini terdapat terdapat tujuan umum dan tujuan khusus. Tujuan umum pada penelitian ini yaitu untuk menghasilkan pembelajaran berbasis proyek *microgreens* terintegrasi E-STREAM untuk meningkatkan literasi sains dan kreativitas siswa. Adapun tujuan khusus pada penelitian ini sebagai berikut.

1. Mendeskripsikan desain pembelajaran berbasis proyek *microgreens* terintegrasi E-STREAM untuk meningkatkan literasi sains dan level kreativitas siswa.
2. Menganalisis keterlaksanaan pembelajaran berbasis proyek *microgreens* terintegrasi E-STREAM untuk meningkatkan literasi sains dan level kreativitas siswa.
3. Menganalisis perbedaan peningkatan literasi sains antara siswa yang diberikan pembelajaran berbasis proyek *microgreens* terintegrasi E-STREAM dan yang tidak terintegrasi E-STREAM
4. Menganalisis level kreativitas siswa yang mengikuti pembelajaran berbasis proyek *microgreens* terintegrasi E-STREAM dan yang tidak terintegrasi E-STREAM.
5. Mendeskripsikan refleksi siswa terhadap pembelajaran berbasis proyek *microgreens* terintegrasi E-STREAM untuk meningkatkan literasi sanis dan lever kreativitas siswa.

D. Manfaat Hasil Penelitian

1. Kegunaan Penelitian Secara Teoritis

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan ilmu pengetahuan terkait pembelajaran berbasis proyek

microgreens yang terintegrasi E-STREAM (*Environmental, Science, Technology, Religion, Engineering, Arts, Mathematics*) yang dapat memperkaya khasanah ilmu pendidikan, khususnya dalam pengembangan perangkat pembelajaran.

2. Kegunaan Penelitian Secara Praktis

a. Pendidik

Penelitian ini memberikan alternatif pembelajaran inovatif bagi pendidik dalam mengajarkan materi pertumbuhan dan perkembangan tanaman menggunakan proyek *microgreens* yang terintegrasi dengan pendekatan E-STREAM.

b. Peserta Didik

- 1) Siswa akan terlibat dalam pembelajaran yang bermakna dan relevan dengan kehidupan sehari-hari melalui pelaksanaan proyek penanaman *microgreens*.
- 2) Siswa akan meningkatkan pemahaman konsep sains serta mengembangkan kreativitas melalui kegiatan pembelajaran berbasis proyek terintegrasi E-STREAM.

c. Sekolah

- 1) Sekolah dapat mengembangkan budaya pembelajaran inovatif dan kontekstual melalui implementasi pendekatan E-STREAM dalam proses belajar mengajar.
- 2) Sekolah dapat meningkatkan kualitas pembelajaran dengan memberikan pengalaman belajar berbasis proyek yang mendukung pencapaian Profil Pelajar Pancasila.

E. Kerangka Pemikiran

Pembelajaran Biologi dalam Kurikulum Merdeka memberikan penekanan kuat pada pendekatan kontekstual dan transformatif, dengan menempatkan peserta didik sebagai agen aktif dalam memahami dan menyelesaikan persoalan nyata di sekitarnya. Materi pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan yang diajarkan di fase E jenjang SMA dapat dikembangkan melalui kegiatan proyek yang tidak hanya memperkuat penguasaan konsep ilmiah, tetapi juga membentuk kesadaran ekologis dan keterampilan abad ke-21. Salah satu pendekatan kontekstual yang relevan dan aplikatif adalah kegiatan urban farming, khususnya melalui budidaya *microgreens*. *Microgreens* merupakan sayuran kecil yang dipanen pada usia

muda, memiliki kandungan nutrisi tinggi, waktu tumbuh yang relatif singkat, dan dapat dibudidayakan di lahan sempit seperti pekarangan rumah atau ruang kelas. Hal ini menjadikannya sangat sesuai untuk dikembangkan sebagai media pembelajaran dalam isu lingkungan perkotaan.

Penanaman *microgreens* dapat menjadi jembatan yang menghubungkan pemahaman teori tentang pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan dengan praktik nyata yang berkelanjutan. Untuk mendukung ketercapaian kompetensi peserta didik sesuai Capaian Pembelajaran (CP) dan Alur Tujuan Pembelajaran (ATP), pembelajaran ini dirancang agar peserta didik mampu membuat produk budidaya dengan mempertimbangkan faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman. Dalam konteks ini, peserta didik tidak hanya memahami faktor-faktor fisiologis tumbuhan, tetapi juga mampu mengaplikasikan teknik budidaya sederhana, mengamati hasilnya secara sistematis, serta melakukan refleksi ilmiah. Pembelajaran ini didesain menggunakan model *Project-Based Learning* (PjBL), yang menekankan pada keterlibatan aktif peserta didik melalui proyek nyata dan bermakna, serta diperkaya dengan pendekatan lintas disiplin melalui integrasi E-STREAM (*Environmental, Science, Technology, Religion, Engineering, Arts, Mathematics*).

Integrasi pendekatan E-STREAM memungkinkan keterlibatan peserta didik dalam berbagai aspek penting. Dari sisi *Environmental*, peserta didik mengenali tantangan pertanian di wilayah perkotaan dan pentingnya pemanfaatan ruang sempit secara produktif. Pada aspek *Science*, peserta didik memahami proses pertumbuhan dan perkembangan tanaman, termasuk pengaruh cahaya, air, nutrisi, dan hormon tumbuh terhadap tanaman *microgreens*. Komponen *Technology* mendorong penggunaan alat bantu modern seperti lampu LED, dan penggunaan dokumentasi digital. Aspek *Religion* memperkuat nilai spiritual melalui refleksi atas tanggung jawab sebagai manusia terhadap ciptaan Tuhan, sejalan dengan nilai Profil Pelajar Pancasila. Pada aspek *Engineering*, peserta didik merancang media tanam yang inovatif dan efisien, seperti sistem rak vertikal atau media tanam daur ulang. Komponen *Arts* dimunculkan dalam bentuk desain visual presentasi, poster hasil panen, atau estetika unit tanam. Sementara pada

aspek *Mathematics*, peserta didik melakukan pengukuran tinggi tanaman, jumlah daun, waktu panen, dan efisiensi penggunaan bahan serta alat.

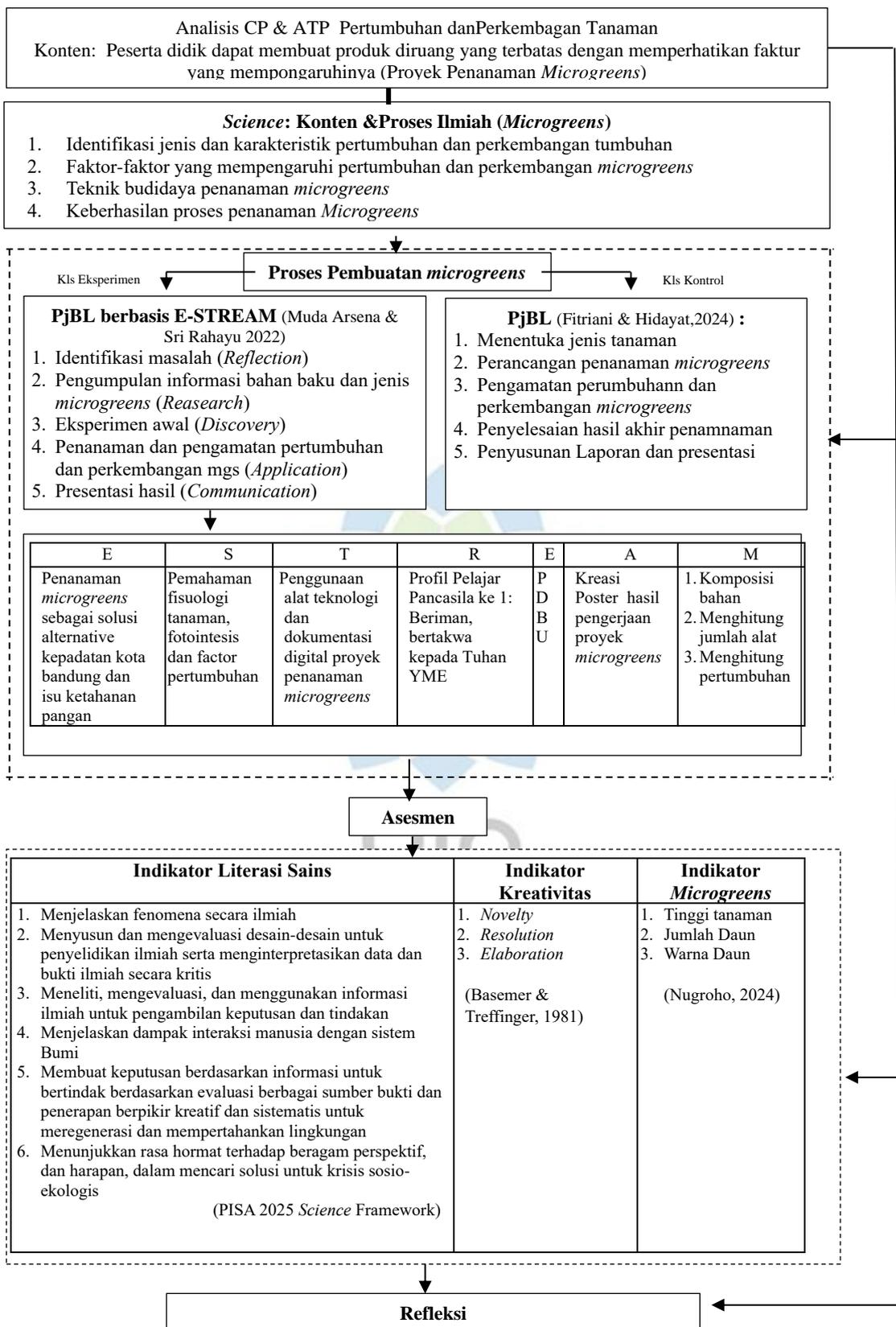
Proses pembelajaran dirancang mengikuti tahapan PjBL berbasis E-STREAM, yang mencakup lima langkah utama: (1) *Reflection*, yaitu identifikasi masalah keterbatasan lahan dan kebutuhan pangan lokal; (2) *Research*, yaitu pengumpulan informasi tentang jenis *microgreens*, bahan baku, dan media tanam; (3) *Discovery*, yaitu eksperimen awal terhadap faktor-faktor pertumbuhan; (4) *Application*, yaitu proses penanaman, pengamatan, dan pencatatan data pertumbuhan tanaman; serta (5) *Communication*, yaitu penyusunan laporan dan presentasi hasil secara kreatif dan sistematis. Setiap langkah pembelajaran selaras dengan tahapan *Pikir-Desain-Buat-Uji (PDBU)* yang menekankan praktik berpikir ilmiah dan teknik rekayasa.

Indikator keberhasilan pembelajaran ini ditinjau dari dua aspek utama, yaitu literasi sains dan kreativitas peserta didik. Literasi sains meliputi kemampuan menjelaskan fenomena pertumbuhan secara ilmiah, merancang dan mengevaluasi penyelidikan ilmiah, menafsirkan data dan bukti secara kritis, serta membuat keputusan berdasarkan hasil pengamatan. Peserta didik juga diharapkan dapat menjelaskan dampak interaksi manusia dengan sistem Bumi, serta menunjukkan sikap reflektif dan solutif terhadap permasalahan sosio-ekologis. Sementara itu, kreativitas peserta didik diukur menggunakan indikator *Novelty* (tingkat kebaruan dan keunikan produk), *Resolution* (fungsi dan keberhasilan sistem dalam mendukung pertumbuhan), dan *Elaboration* (tingkat keterperincian, kerapian, dan estetika), sebagaimana dirumuskan oleh Basemer & Treffinger (1981). Aspek kreativitas ini terefleksi dalam hasil akhir produk, desain sistem tanam, dan presentasi peserta didik.

Keberhasilan proyek *microgreens* juga dapat diamati secara kuantitatif melalui indikator pertumbuhan seperti tinggi tanaman, jumlah daun, dan warna daun (Nugroho, 2024). Dengan mengamati dan mencatat data ini, peserta didik belajar menghubungkan antara perlakuan yang diberikan dengan hasil yang diperoleh, serta menarik kesimpulan ilmiah yang dapat dipertanggungjawabkan. Pembelajaran berbasis proyek penanaman *microgreens* yang terintegrasi dengan

pendekatan E-STREAM menjadi wahana yang efektif untuk mengembangkan literasi sains dan kreativitas peserta didik. Pembelajaran ini mendorong penguasaan konsep biologis, keterampilan proses ilmiah, penggunaan teknologi, pemahaman sosial-keagamaan, dan ekspresi seni secara terpadu. Melalui pengalaman belajar yang autentik ini, peserta didik tidak hanya memahami teori, tetapi juga mampu menerapkannya dalam kehidupan nyata untuk menciptakan solusi atas permasalahan lingkungan di era modern. Kerangka berpikir ini dirancang untuk mendukung pencapaian tujuan penelitian, digambarkan dalam Gambar 1.1.





Gambar 1. 1 Kerangka Pemikiran