

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Hakikat dari sains sebagai ilmu pengetahuan terdiri dari empat unsur: ilmu pengetahuan sebagai proses, ilmu pengetahuan sebagai produk, ilmu pengetahuan sebagai pengembangan dari sikap, dan ilmu pengetahuan sebagai aplikasi (Carin & Sund, 1989). Keempat unsur ini menjadi dasar dalam pembelajaran fisika yang idealnya tidak hanya berfokus pada penguasaan konsep-konsep teoretis, tetapi juga diarahkan untuk mengembangkan keterampilan proses sains yang bermanfaat dalam pemecahan masalah. Namun, di lapangan, pembelajaran fisika masih sering terfokus pada aspek produk ilmu pengetahuan. Kondisi ini menyebabkan rendahnya kemampuan siswa dalam mengaplikasikan pengetahuan mereka untuk menyelesaikan masalah nyata, baik yang terkait dengan kehidupan sehari-hari maupun tantangan global yang semakin kompleks (Imran *et al.*, 2024).

Salah satu tantangan global yang perlu mendapatkan perhatian khusus dalam pendidikan adalah isu keberlanjutan (*sustainability*). Isu ini mencakup keberlanjutan lingkungan, sosial, dan ekonomi yang saat ini menjadi fokus utama dalam *Sustainable Development Goals* (SDGs). Pendidikan memegang peranan penting dalam meningkatkan *sustainability consciousness* (SC), yaitu kesadaran dan pemahaman siswa tentang pentingnya keberlanjutan serta komitmen untuk mendukung pembangunan berkelanjutan melalui tindakan nyata (Ikhbal & Musril, 2020).

Menurut Gulzar *et al.* (2023), SC merupakan hasil dari *Education for Sustainable Development* (ESD), yang bertujuan mengubah pengetahuan, sikap, dan perilaku individu agar mendukung pencapaian SDGs. Namun, implementasi ESD di pendidikan formal Indonesia masih sangat terbatas. Kurikulum sains sering kali belum mengintegrasikan nilai-nilai keberlanjutan secara holistik sehingga siswa kurang memiliki kesadaran mendalam terhadap keberlanjutan.

Penelitian Fetra *et al.* (2020) menunjukkan bahwa hanya 30% guru sains yang secara aktif mengintegrasikan isu keberlanjutan dalam pembelajaran, sementara 65% siswa memiliki pemahaman rendah terkait keberlanjutan,

khususnya energi terbarukan. Survei nasional oleh Ekahidayatullah dan Uyun (2024) juga mengungkapkan bahwa 70% sekolah masih menggunakan metode pembelajaran konvensional yang berorientasi teori, dengan sedikit fokus pada aplikasi praktis atau pengembangan keterampilan proses sains.

Rendahnya integrasi ESD dalam pembelajaran sains berdampak pada minimnya pengembangan keterampilan proses sains (KPS) siswa. Secara teoretis, KPS meliputi kemampuan observasi, pengukuran, pengklasifikasian, analisis data, dan pemecahan masalah, yang merupakan fondasi penting dalam pembelajaran fisika (Novita *et al.*, 2024). Ketidakmampuan menguasai keterampilan tersebut menyebabkan siswa kesulitan membangun pemahaman mendalam terhadap konsep ilmiah. Hal ini juga berdampak pada lemahnya kemampuan berpikir kritis dan kreatif yang sangat dibutuhkan untuk menganalisis, mengevaluasi, dan menemukan solusi atas masalah nyata (Rahmah *et al.*, 2021).

Temuan studi pendahuluan melalui wawancara dengan salah satu guru di Madrasah Aliyah Negeri (MAN) Cipasung mengungkapkan bahwa proses pembelajaran sains di kelas masih cenderung konvensional. Metode yang digunakan didominasi ceramah dan penugasan tertulis, dengan keterlibatan siswa yang terbatas dalam eksperimen maupun proyek berbasis praktik nyata. Guru juga menyampaikan bahwa banyak siswa mengalami kesulitan mengaitkan materi sains dengan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari. Observasi langsung memperkuat temuan ini, di mana siswa terlihat pasif, hanya mencatat materi dari guru, dan kurang terlibat dalam diskusi atau eksplorasi topik secara mandiri. Pemahaman siswa terhadap isu global seperti keberlanjutan dan energi terbarukan juga rendah. Ketika diberikan pertanyaan terbuka seputar energi ramah lingkungan, sebagian besar siswa memberikan jawaban terbatas. Fakta ini menunjukkan perlunya model pembelajaran yang inovatif, partisipatif, dan kontekstual untuk mengembangkan KPS sekaligus menumbuhkan SC.

Salah satu solusi yang dinilai efektif untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah penerapan *Project-Based Learning* (PjBL). PjBL adalah model pembelajaran yang berpusat pada siswa dan berorientasi pada penyelesaian masalah nyata melalui proyek-proyek bermakna (Setyowati *et al.*, 2022). Dalam pendidikan

sains, PjBL dapat diintegrasikan dengan pendekatan STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) yang menekankan keterampilan interdisipliner. Kombinasi ini, yang dikenal sebagai PjBL-STEM, memungkinkan siswa menerapkan konsep ilmiah dalam proyek nyata yang relevan dengan kehidupan mereka, seperti pengembangan energi terbarukan (Zendrato *et al.*, 2024). Sejumlah penelitian mendukung efektivitas PjBL-STEM, seperti Batrisyia *et al.* (2024) yang menunjukkan peningkatan signifikan KPS pada materi energi alternatif dengan nilai N-gain 0,61. Solihat *et al.* (2024) menemukan bahwa pembelajaran “*waste to energy*” berbasis STEM-ESD meningkatkan kesadaran keberlanjutan dan kemampuan menghubungkan sains dengan isu lingkungan. Rahmanniar *et al.* (2024) juga membuktikan bahwa LKS berbasis PjBL pada tema energi terbarukan dapat meningkatkan penguasaan konsep dan berpikir kreatif siswa.

Hubungan PjBL-STEM dengan SC dan KPS terlihat dari kemampuannya mengintegrasikan nilai keberlanjutan sekaligus melatih keterampilan proses sains. Penelitian Roslina *et al.* (2024) menunjukkan peningkatan kemampuan pemecahan masalah siswa pada materi energi alternatif dengan N-gain 0,65. Namun, sebagian penelitian belum mengintegrasikan nilai ESD secara eksplisit, sehingga pengukuran SC belum dilakukan secara utuh. Rusman *et al.* (2021) menemukan peningkatan *entrepreneurial science thinking* melalui PjBL-STEM berbasis energi terbarukan, tetapi belum menyentuh aspek afektif SC. Demikian pula, Nazhifah *et al.* (2023) mengembangkan e-learning STEM energi terbarukan yang berfokus pada kreativitas tanpa mengukur SC.

ESD sendiri bertujuan menanamkan tanggung jawab terhadap lingkungan melalui pembelajaran yang aplikatif dan kontekstual (UNESCO, 2017). Purwaningsih (2022) menegaskan bahwa PjBL dapat mengembangkan pengetahuan keberlanjutan (kognitif), sikap peduli lingkungan (afektif), dan penerapan prinsip keberlanjutan (perilaku). Sayangnya, di Indonesia implementasi ESD masih minim karena guru belum terbiasa dengan PjBL-STEM atau kesulitan merancang proyek yang relevan dengan kurikulum. Kurangnya sarana dan prasarana juga menghambat pelaksanaan pembelajaran berbasis proyek yang kontekstual (Setyo Retno, 2022).

Dalam penelitian ini, proyek yang diangkat adalah pembuatan prototipe tabung biomassa. Proyek ini memberikan pengalaman langsung kepada siswa untuk merancang, menguji, dan menganalisis produk ilmiah yang relevan dengan isu lingkungan dan energi alternatif. Havita *et al.* (2021) menunjukkan bahwa PjBL terintegrasi ESD tidak hanya meningkatkan *sustainability literacy*, tetapi juga menghasilkan inovasi nyata dalam pengelolaan limbah organik. Penelitian Nurazizah *et al.* (2024) membuktikan bahwa integrasi SDGs dalam PjBL dapat meningkatkan SC dan *decision making* siswa di bidang bioteknologi.

Materi energi terbarukan seperti biogas menjadi topik yang relevan untuk meningkatkan SC dan KPS. Menurut IRENA, energi terbarukan adalah energi yang bersumber dari proses alam berkelanjutan seperti cahaya matahari, angin, hujan, dan biomassa yang dapat dimanfaatkan tanpa menghabiskan sumber daya alam secara permanen. Irawati *et al.* (2021) menegaskan bahwa pembelajaran energi terbarukan sejalan dengan ESD karena memberikan pengalaman belajar aplikatif dan kontekstual. Namun, hasil observasi di MAN Cipasung menunjukkan bahwa topik ini jarang diajarkan secara mendalam atau dikaitkan dengan konteks keberlanjutan. Guru cenderung menggunakan metode ceramah, siswa pasif, dan kesulitan mengaitkan materi sains dengan penerapan dalam kehidupan nyata.

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini menghadirkan kebaruan dengan menggabungkan tiga pendekatan strategis, yaitu PjBL, STEM, dan ESD, dalam satu model pembelajaran aplikatif dan kontekstual yang langsung diimplementasikan pada proyek pembuatan prototipe tabung biomassa. Kebaruan ini diperkuat oleh temuan dari beberapa penelitian sebelumnya. Roslina *et al.*, (2024) menunjukkan bahwa penerapan PJBL berbasis STEM pada materi energi alternatif secara signifikan meningkatkan kemampuan pemecahan masalah siswa, serta menumbuhkan kreativitas dalam pengembangan produk ramah lingkungan. Selain itu, penelitian oleh Nurazizah *et al.*, (2024) membuktikan bahwa pengintegrasian pembelajaran berbasis proyek dengan nilai-nilai SDGs mampu meningkatkan kesadaran keberlanjutan dan kemampuan pengambilan keputusan siswa di bidang bioteknologi. Havita *et al.*, (2021) juga menunjukkan bahwa PjBL terintegrasi ESD

tidak hanya meningkatkan *sustainability literacy*, tetapi juga menghasilkan inovasi nyata dalam pengelolaan limbah organik siswa.

Dengan demikian, penelitian ini menjadi kontribusi baru dengan menyorot dua capaian sekaligus yaitu keterampilan proses sains dan *Sustainability consciousness* melalui pengalaman belajar yang bermakna dan berorientasi pada tindakan nyata. Penelitian ini tidak hanya fokus pada satu aspek, penelitian ini juga mengukur dampak dari pendekatan tersebut secara menyeluruh terhadap dua indikator penting, yaitu keterampilan proses sains dan *Sustainability consciousness* siswa. Dengan demikian, pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini memberikan kontribusi baru dalam literatur pendidikan karena menggabungkan tiga dimensi pembelajaran sekaligus kognitif, afektif, dan aplikatif melalui intervensi nyata berupa pembuatan prototipe tabung biomassa sebagai produk ilmiah siswa yang relevan dengan konteks keberlanjutan. Berdasarkan permasalahan tersebut, diperlukan penelitian yang bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan model pembelajaran PjBL-STEM berbasis ESD guna meningkatkan keterampilan proses sains dan *Sustainability consciousness* siswa.

Berlandaskan latar belakang tersebut, maka peneliti tertarik untuk melaksanakan penelitian dengan judul **“PjBL STEM berbasis ESD pada pembuatan prototype tabung biomassa untuk meningkatkan keterampilan proses sains dan *sustainability consciousness*”**

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka rumusan masalah dari penelitian ini dapat diidentifikasi sebagai berikut:

1. Bagaimana keterlaksanaan pembelajaran PjBL-STEM dengan pendekatan ESD dapat meningkatkan keterampilan proses sains dan *Sustainability consciousness* di siswa melalui proyek pembuatan prototipe tabung biomassa?
2. Bagaimana peningkatan keterampilan proses sains siswa melalui pembelajaran PjBL-STEM dengan pendekatan ESD pada pembuatan prototipe tabung biomassa di kelas X fase E MAN 2 Tasikmalaya?

3. Bagaimana peningkatan keterampilan *sustainability consciousness* siswa melalui pembelajaran PjBL-STEM dengan pendekatan ESD pada pembuatan prototipe tabung biomassa di kelas X fase E MAN 2 Tasikmalaya?

C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah tersebut, maka tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mendeskripsikan keterlaksanaan pembelajaran PjBL-STEM dengan pendekatan ESD melalui pembuatan prototipe tabung biomassa dapat meningkatkan pada keterampilan proses sains dan *Sustainability consciousness* pada siswa di kelas X fase E MAN 2 Tasikmlaya.
2. Menganalisis peningkatan keterampilan proses sains siswa melalui pembelajaran PjBL-STEM dengan pendekatan ESD pada pembuatan prototipe tabung biomassa di kelas X fase E MAN 2 Tasikmalaya.
3. Menganalisis peningkatan keterampilan *sustainability consciousness* siswa melalui pembelajaran PjBL-STEM dengan pendekatan ESD pada pembuatan prototipe tabung biomassa di kelas X fase E MAN 2 Tasikmalaya.

D. Manfaat Hasil Penelitian

Penelitian ini memiliki berbagai manfaat dalam konteks pendidikan sains dan pembangunan berkelanjutan. Pertama, penelitian ini mengembangkan model pembelajaran berbasis proyek (*Project-Based Learning* atau PjBL) yang terintegrasi dengan STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) dan Pendidikan untuk Pembangunan Berkelanjutan (*Education for Sustainable Development* atau ESD). Model pembelajaran ini diharapkan dapat meningkatkan keterampilan proses sains siswa, seperti kemampuan mengamati, mengklasifikasi, mengukur, memprediksi, dan menginterpretasi data. Kedua, penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan kesadaran dan pemahaman siswa tentang konsep keberlanjutan, termasuk isu-isu lingkungan dan energi terbarukan, yang sangat penting dalam membentuk sikap dan tindakan berkelanjutan.

Ketiga, hasil penelitian ini memberikan evaluasi tentang efektivitas model pembelajaran yang dikembangkan, yang dapat menjadi panduan bagi guru dalam mengimplementasikan strategi pembelajaran yang lebih efektif dan relevan dengan

kebutuhan siswa. Keempat, penelitian ini menyediakan model pembelajaran yang aplikatif dan dapat diadopsi oleh sekolah-sekolah lain, sehingga dapat memberikan dampak yang lebih luas dalam upaya meningkatkan kualitas pendidikan sains dan kesadaran akan keberlanjutan di kalangan siswa. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya berkontribusi pada pengembangan teori pendidikan, tetapi juga memiliki implikasi praktis yang dapat meningkatkan kualitas pendidikan dan pembangunan berkelanjutan di masa depan.

E. Definisi Operasional

1. PJBL STEM

Project-Based Learning berbasis STEM (PjBL-STEM) adalah model pembelajaran berbasis proyek yang mengintegrasikan empat disiplin ilmu, yaitu Science, Technology, Engineering, dan Mathematics, dalam suatu proses pembelajaran untuk menghasilkan produk atau solusi atas permasalahan nyata. Dalam penelitian ini, PjBL-STEM mengacu pada sintaks menurut Laboy-Rush, yaitu: refleksi (*reflection*), penelitian (*research*), penemuan (*discovery*), penerapan (*application*), komunikasi (*communication*), evaluasi (*evaluation*).

2. ESD

Education for Sustainable Development (ESD) atau Pendidikan untuk Pembangunan Berkelanjutan adalah pendekatan pendidikan yang bertujuan menanamkan pengetahuan, keterampilan, nilai, dan sikap yang mendorong peserta didik untuk berkontribusi pada keberlanjutan lingkungan, sosial, dan ekonomi. ESD mengintegrasikan isu-isu keberlanjutan ke dalam proses pembelajaran secara holistik sehingga peserta didik mampu berpikir kritis, mengambil keputusan, dan bertindak untuk mewujudkan masa depan yang berkelanjutan. Prinsip – prinsip ESD diterapkan melalui integrasi nilai keberlanjutan pada setiap tahap pembelajaran, meliputi tiga dimensi utama : lingkungan, sosial dan ekonomi.

3. Saintifik 5M

Model pembelajaran saintifik 5M adalah pendekatan pembelajaran yang menekankan pada keterlibatan aktif peserta didik melalui lima tahapan utama, yaitu mengamati, menanya, mengumpulkan informasi, menalar, dan mengomunikasikan. Model ini dirancang untuk membangun kemampuan berpikir ilmiah, memecahkan

masalah, dan mengembangkan pemahaman konseptual secara mendalam. Dalam penelitian ini, model saintifik 5M diterapkan dengan mengajak peserta didik melakukan pengamatan terhadap fenomena atau objek yang relevan, mengajukan pertanyaan yang mengarah pada eksplorasi konsep, mengumpulkan informasi melalui berbagai sumber termasuk eksperimen, menganalisis dan menalar data untuk menemukan hubungan antar konsep, serta mengomunikasikan hasil temuan secara lisan maupun tulisan. Pendekatan ini diintegrasikan secara kontekstual agar peserta didik mampu menghubungkan konsep yang dipelajari dengan situasi nyata, sehingga pembelajaran menjadi bermakna dan mendorong keterampilan berpikir tingkat tinggi.

4. Keterampilan Proses Sains

Keterampilan Proses Sains (KPS) adalah seperangkat keterampilan yang digunakan untuk memperoleh, mengembangkan, dan menerapkan pengetahuan ilmiah melalui serangkaian proses yang sistematis. KPS mencakup keterampilan dasar maupun keterampilan terpadu yang memungkinkan peserta didik terlibat langsung dalam proses penyelidikan ilmiah. Dalam penelitian ini, KPS merujuk pada indikator yang dikemukakan oleh (Rustaman, 2005), meliputi kemampuan mengamati, mengelompokkan, menafsirkan, meramalkan, mengajukan masalah, merumuskan hipotesis, merencanakan percobaan, menggunakan alat dan bahan, mengimplementasikan konsep, serta mengomunikasikan hasil.

5. *Sustainability Consciousness*

Sustainability Consciousness (SC) atau kesadaran keberlanjutan adalah tingkat kesadaran individu yang mencakup pengetahuan, sikap, dan perilaku yang mendukung tercapainya pembangunan berkelanjutan pada aspek lingkungan, sosial, dan ekonomi. SC tidak hanya berkaitan dengan pemahaman konsep keberlanjutan, tetapi juga mencakup kemauan untuk bertindak secara nyata dalam menjaga keseimbangan ekosistem, memelihara hubungan sosial yang harmonis, serta mengelola sumber daya secara efisien dan bertanggung jawab. Dalam penelitian ini, SC diukur melalui kuesioner yang memuat pernyataan-pernyataan yang merepresentasikan ketiga dimensi keberlanjutan tersebut, sehingga mampu memberikan gambaran menyeluruh mengenai sejauh mana peserta didik memiliki

kesadaran, kepedulian, dan komitmen untuk berkontribusi terhadap tujuan pembangunan berkelanjutan.

F. Kerangka Berpikir

Penelitian ini bertujuan meningkatkan literasi sains dan mengembangkan kreativitas peserta didik di MAN 2 Tasikmalaya fase E dalam pembelajaran PJBL STEM berbasis ESD melalui pembuatan prototipe tabung biomassa pada materi energi terbarukan. Upaya ini dilatarbelakangi oleh tuntutan pembelajaran sains masa kini yang tidak hanya berfokus pada penguasaan konsep-konsep ilmiah, tetapi juga mendorong peserta didik memahami keterkaitan antara ilmu pengetahuan dengan permasalahan global seperti perubahan iklim, pemanasan global, dan krisis lingkungan. Kurikulum Merdeka melalui Capaian Pembelajaran Fase E secara eksplisit mengarahkan peserta didik agar mampu mendeskripsikan gejala alam dengan menerapkan keterampilan proses sains. Keterampilan ini mencakup kemampuan dalam melakukan pengukuran, mengamati fenomena, serta mengkaji dampak lingkungan dan alternatif energi yang ramah lingkungan.

Penelitian ini menggunakan dua pendekatan model pembelajaran yang diterapkan pada materi energi terbarukan yaitu pembelajaran saintifik dengan sintak 5M (mengamati, menanya, mengumpulkan informasi, menalar, dan mengomunikasikan) sebagai kontrol. Pendekatan saintifik cenderung prosedural dan terbatas pada aktivitas individu (Febriant et al., 2022). Pembelajaran PJBL STEM berbasis ESD sebagai eksperimen. Pembelajaran proyek berbasis tim dengan pendekatan PjBL-STEM berbasis ESD diterapkan melalui enam sintaks, yaitu *reflection*, *research*, *discovery*, *application*, *communication*, dan *evaluation*. Proyek difokuskan pada pembuatan prototipe tabung biomassa sebagai bentuk pemanfaatan energi terbarukan yang ramah lingkungan.

Pada tahap *reflection*, peserta didik diajak merefleksikan pengetahuan awal dan kepedulian mereka terhadap isu energi dan keberlanjutan, sekaligus mengidentifikasi permasalahan ketersediaan energi alternatif di lingkungan sekitar. Selanjutnya, pada tahap *research*, peserta didik mencari dan mengumpulkan

informasi dari berbagai sumber mengenai prinsip kerja biomassa, potensi bahan baku lokal, dan dampaknya terhadap lingkungan.

Tahap *discovery* menjadi momen bagi peserta didik untuk merumuskan ide solusi melalui perancangan prototipe tabung biomassa. Mereka mengintegrasikan konsep sains, teknologi, teknik, dan matematika dalam desain yang relevan dengan prinsip keberlanjutan.

Pada tahap *application*, peserta didik mulai mewujudkan rancangan menjadi prototipe nyata, melakukan pengujian, dan mencatat hasil pengamatan. Sintaks ini menekankan keterampilan proses sains, mulai dari observasi, pengukuran, hingga analisis data.

Kemudian, pada tahap *communication*, peserta didik mempresentasikan hasil proyek, menjelaskan cara kerja prototipe, serta memaparkan relevansinya terhadap isu energi terbarukan dan tujuan pembangunan berkelanjutan (SDGs).

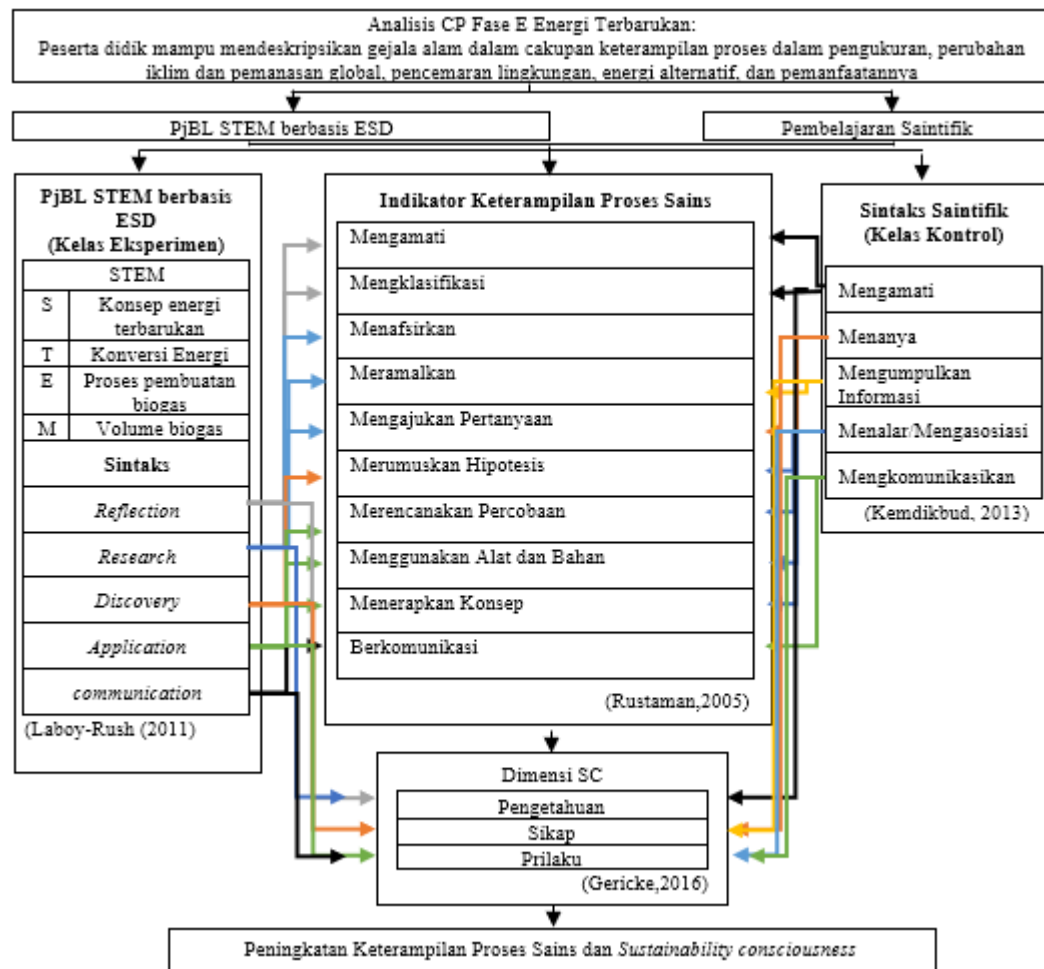
Tahap terakhir, *evaluation*, digunakan untuk melakukan evaluasi bersama antara guru dan peserta didik, baik terhadap kualitas produk maupun proses kerja tim. Peserta didik juga merefleksikan pengalaman belajar mereka, menilai ketercapaian tujuan proyek, serta mengidentifikasi perbaikan yang dapat dilakukan untuk keberlanjutan proyek di masa depan.

Sustainability consciousness merujuk pada kesadaran siswa akan pentingnya keberlanjutan dan tanggung jawab mereka terhadap lingkungan. Dalam penelitian ini, desain pembelajaran PjBL-STEM berbasis ESD akan diterapkan melalui proyek-proyek yang berhubungan dengan energi terbarukan, seperti tenaga surya dan angin. Proyek-proyek ini dirancang untuk melibatkan siswa dalam kegiatan investigasi ilmiah, di mana mereka dapat menerapkan keterampilan proses sains dalam konteks nyata sambil meningkatkan pemahaman mereka tentang isu-isu keberlanjutan.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan desain pembelajaran PjBL-STEM berbasis ESD yang berfokus pada materi energi terbarukan, guna meningkatkan keterampilan proses sains dan *Sustainability consciousness* siswa SMA. Keterampilan proses sains mencakup kemampuan

untuk mengamati, mengklasifikasikan, mengukur, dan menginterpretasi data, yang merupakan dasar penting dalam pembelajaran sains.

disusun skema alur kerangka pemikiran penelitian seperti pada Gambar 1.1 Berikut :



Gambar 1.1 Bagan Kerangka Pemikiran

G. Hipotesis

Berdasarkan kajian teori dan hasil penelitian terdahulu, pembelajaran berbasis proyek (*Project-Based Learning*, PjBL) yang dikombinasikan dengan pendekatan STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) serta berbasis *Education for Sustainable Development* (ESD) terbukti efektif dalam meningkatkan keterampilan proses sains dan kesadaran keberlanjutan (*sustainability consciousness*). Pembelajaran ini memberikan kesempatan bagi siswa untuk terlibat aktif dalam memecahkan masalah nyata, khususnya pada topik

energi terbarukan seperti biogas, yang relevan dengan tujuan pembangunan berkelanjutan.

Oleh karena itu, penelitian ini menguji hipotesis berikut:

H_0 : Tidak terdapat perbedaan peningkatan keterampilan proses sains dan *sustainability consciousness* peserta didik antara kelas eksperimen dengan menggunakan pembelajaran PjBL STEM berbasis ESD pada pembuatan prototipe tabung biomassa dan kelas kontrol dengan menggunakan model pembelajaran saintifik di MAN 2 Tasikmalaya fase E pada materi energi terbarukan.

H_1 : Terdapat perbedaan peningkatan keterampilan proses sains dan *sustainability consciousness* peserta didik antara kelas eksperimen dengan menggunakan pembelajaran PjBL STEM berbasis ESD pada pembuatan prototipe tabung biomassa dan kelas kontrol dengan menggunakan model pembelajaran saintifik di MAN 2 Tasikmalaya fase E pada materi energi terbarukan

