

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Penelitian

Perubahan zaman membawa serta perubahan pada semua bidang kehidupan manusia, tidak terkecuali bidang pendidikan. Pada abad 21 ini, pendidikan bukan hanya bertujuan untuk mencetak generasi yang melek huruf dan angka namun juga mencetak generasi yang memiliki kemampuan untuk tanggap dan Responsssif terhadap perubahan global. Hal tersebut bertujuan agar mereka mampu beradaptasi dan bertahan menghadapi hal-hal baru yang dibawa perubahan global. Oleh karena itu, siswa perlu dibekali dengan keterampilan dan kemampuan yang diperlukan untuk menunjang kehidupan mereka untuk beradaptasi dan menjadi individu yang Responsssif ketika dunia di sekitar mereka berubah (Yeter et al., 2023). Kemampuan tersebut menurut Faridah (dalam Saraswati et al., 2020) diantaranya adalah kemampuan mengembangkan kreativitas dan memecahkan masalah.

Beragam pengukuran hasil belajar siswa Indonesia terkait kemampuan memecahkan masalah dan berpikir kreatif menunjukkan hasil yang memprihatinkan. Berdasarkan hasil TIMSS atau *Trends in International Mathematics and Science Study* pada 2019, Indonesia berada pada posisi rendah dengan nilai dibawah 500 (Masturah et al., 2021). Menurut Thomson dalam Prastyo (2020), TIMSS adalah studi komparatif bertaraf internasional yang komprehensif untuk menilai kemampuan matematika dan sains siswa kelas IV dan VIII yang diselenggarakan setiap empat tahun sekali. Studi TIMSS 2019 menunjukkan hanya 28% siswa Indonesia mampu mencapai level tinggi dalam berpikir kreatif dan menjadi refleksi dari kualitas hasil belajar siswa Indonesia yang terbilang relatif rendah (Kemdikbud, 2024).

Studi TIMSS 2019 bukan hanya mengindikasikan hasil belajar siswa Indonesia yang masih rendah, namun juga menjadi gambaran kemampuan *engineering* atau rekayasa siswa Indonesia yang rendah pula. Hal ini karena

Ajeng Sri Retno, 2025

PENGEMBANGAN BAHAN AJAR BERORIENTASI KEGIATAN BIOMIMICRY UNTUK MELATIH KEMAMPUAN ENGINEERING DESIGN PROCESS (EDP) SISWA KELAS V SEKOLAH DASAR

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

keterampilan rekayasa (*engineering*) merupakan sebuah kemampuan yang dapat muncul karena siswa memiliki kemampuan yang kuat pada sains dan matematika (Mann et al., 2011).

Hasil pengukuran TIMSS 2019 menunjukkan bahwa Indonesia sedang dihadapkan dengan tantangan untuk memperbaiki kualitas pendidikan. Tantangan tersebut pada dasarnya berfokus pada perbaikan sistem untuk menyiapkan siswa Indonesia dengan kemampuan abad 21, terutama dalam kemampuan berpikir kreatif dan pemecahan masalah. Dalam proses perbaikan tersebut, kegiatan pembelajaran pun mengalami penyesuaian dengan tujuan baru yang ingin dicapai.

Pembelajaran abad 21 memiliki karakter khas yang membedakannya dengan pembelajaran yang lain. Pembelajaran abad 21 berpusat pada siswa dan menjadikan keterampilan-keterampilan abad 21 sebagai agenda utamanya. Keterampilan abad 21 tersebut lebih dikenal sebagai 4C yang merupakan akronim dari *Communication* (Komunikasi), *Collaboration* (Kolaborasi), *Critical Thinking and Problem Solving* (Berpikir kritis dan Pemecahan masalah), dan *Creativity and Innovation* (Daya cipta dan Inovasi) (Chairunnisya et al., 2023; Mu'minah, 2021).

Salah satu pembelajaran abad 21 yang kini tengah marak dikembangkan adalah pembelajaran STEM. Pembelajaran STEM (*Science, Technology, Engineering, and Math*) yang sekarang berkembang menjadi STEAM dengan mengintegrasikan aspek seni (*Art*) memiliki peran penting dalam pendidikan abad 21 (Nuaragnia et al., 2021). Hal ini disebabkan pembelajaran STEAM merupakan salah satu pembelajaran yang dapat mendorong siswa dalam mengembangkan keterampilan abad 21. Selain itu, tujuan pembelajaran STEAM dalam pendidikan sejalan dengan tuntutan pendidikan abad 21, yaitu agar siswa memiliki literasi sains dan teknologi yang dilihat dari membaca, menulis, mengamati, dan melakukan sains, sebagai serta mampu mengembangkan kompetensi yang dimilikinya untuk diterapkan dalam menghadapi permasalahan dalam kehidupan sehari-hari yang berkaitan dengan ilmu STEM (Nuryani, 2021). Pada akhirnya, pembelajaran

Ajeng Sri Retno, 2025

PENGEMBANGAN BAHAN AJAR BERORIENTASI KEGIATAN BIOMIMICRY UNTUK MELATIH KEMAMPUAN ENGINEERING DESIGN PROCESS (EDP) SISWA KELAS V SEKOLAH DASAR

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

STEAM diharapkan menciptakan individu yang melek sains dan dapat bertahan dalam kondisi ekonomi global (Karahana et al., 2015).

Engineering design process (EDP) merupakan salah satu elemen krusial pembelajaran STEM (Kurniawan & Wahyuni, 2024). EDP muncul sebagai pendekatan penting yang mengintegrasikan sains, teknologi, teknik, dan matematika (STEM) melalui proses desain berbasis masalah (Aguilar-Planet & Peralta, 2024). EDP adalah kerangka berpikir sistematis yang digunakan dalam proses perancangan solusi berbasis teknik (Sumiyati & Alatas, 2025: 89). EDP juga berarti kemampuan yang dapat mendorong siswa untuk berpikir kritis dan kreatif yang merupakan bagian dari kemampuan abad 21. Dengan mengikuti kegiatan pembelajaran berdasarkan *engineering design* atau desain teknik, siswa akan belajar bagaimana menganalisis situasi dan mengumpulkan informasi yang relevan, mendefinisikan masalah, mengevaluasi dan menghasilkan ide secara kreatif, mengembangkan ide untuk menyelesaikan masalah secara efektif, serta menilai dan melakukan perbaikan pada solusi (Ulum et al., 2021).

Telah banyak penelitian yang menyatakan bahwa pembelajaran STEM berpengaruh signifikan terhadap peningkatan kemampuan abad 21. Pembelajaran STEM yang berfokus pada elemen EDP mampu meningkatkan kemampuan berpikir kritis, kreativitas, serta keterampilan kolaborasi siswa (Crismond & Adams, 2012; Lin et al., 2021).

Namun penerapan pembelajaran STEAM yang berfokus pada EDP di sekolah-sekolah Indonesia masih menghadapi berbagai kendala seperti keterbatasan pemahaman guru terhadap konsep STEAM-EDP, keterbatasan waktu, serta kurangnya sumber belajar yang kontekstual (Utami et al., 2017; Widiastuti & Budiyo, 2022). Kendala ketersediaan fasilitas berbasis teknologi juga masih dalam kategori tinggi yaitu sekitar 65,62%. (Nuragnia et al., 2021). Lebih lanjut, sekitar 59,37% guru mengalami tantangan dalam mengakses konten STEAM (Nuragnia et al., 2021). Hal ini membuat guru merasa media atau bahan *ready to*

Ajeng Sri Retno, 2025

PENGEMBANGAN BAHAN AJAR BERORIENTASI KEGIATAN BIOMIMICRY UNTUK MELATIH KEMAMPUAN ENGINEERING DESIGN PROCESS (EDP) SISWA KELAS V SEKOLAH DASAR

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

use untuk pembelajaran STEAM terutama STEAM yang berfokus pada EDP kurang tersedia (Rafiqa et al., 2020).

Kendala yang sama terkait terbatasnya akses terhadap konten STEAM siap pakai dan penyampaian pembelajaran STEAM yang menarik juga dikeluhkan oleh guru kelas V sebuah sekolah dasar di Kecamatan Majalaya. Melalui wawancara, guru tersebut berpendapat bahwa tantangan terbesar dalam mengimplementasikan pembelajaran STEAM di kelas terletak pada cara mengemas dan menyampaikan pembelajaran STEAM yang menyenangkan dan sesuai untuk siswa. Hal ini sejalan dengan temuan Nuragnia et al. (2021) yang menemukan tantangan lain untuk guru terkait pembelajaran STEAM adalah sebesar 68,75% guru merasakan dukungan pedagogik yang kurang memadai. Dukungan itu meliputi kurangnya model pedagogik tentang bagaimana cara mengajarkan STEAM dengan menarik.

Selain mengembangkan pembelajaran yang berfokus pada keterampilan abad 21, institusi pendidikan telah menyadari urgensi yang semakin mendesak untuk menanamkan rasa menghargai terhadap lingkungan pada siswa dan mengembangkan pendidikan berlandaskan pembangunan berkelanjutan (*Education for Sustainable Development* atau ESD) yang sejalan dengan ketetapan PBB pada 2015 tentang tujuan pembangunan berkelanjutan (*Sustainable Development Goals* atau SDGs) nomor empat (Yeter et al., 2023).

Integrasi ESD dan SDGS dalam pembelajaran secara khusus membidik pendidikan sains. Pendidikan sains seluruh dunia sedang menghadapi tantangan global, terutamaantisipasi perubahan lingkungan yang berkaitan dengan program pembangunan berkelanjutan atau ESD (Abdurrahman et al., 2023). Jadi selain tantangan untuk meningkatkan keterampilan abad 21, dunia pendidikan Indonesia juga tengah dihadapkan dengan keharusan mengintegrasikan aspek lingkungan dan kehidupan berkelanjutan dalam kurikulum pembelajaran. Untuk menjawab tantangan tersebut, pembelajaran STEAM dengan fokus EDP harus diintegrasikan dengan pendekatan lain dengan prinsip berkelanjutan. Pendekatan tersebut diantaranya adalah *biomimicry*.

Ajeng Sri Retno, 2025

PENGEMBANGAN BAHAN AJAR BERORIENTASI KEGIATAN BIOMIMICRY UNTUK MELATIH KEMAMPUAN ENGINEERING DESIGN PROCESS (EDP) SISWA KELAS V SEKOLAH DASAR

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

Biomimicry adalah disiplin ilmu yang menjanjikan dan penerapannya dalam pengembangan teknologi merupakan bidang penelitian yang sedang berkembang pesat saat ini (Aguilar-Planet & Peralta, 2024). *Biomimicry* memiliki dampak potensial jangka panjang seperti yang tertera dalam laporan tahun 2013 oleh *Fermanian Business & Economic Institute*, yang memprediksi bahwa pada 2030 berkat penerapan *biomimicry* di berbagai bidang, *biomimicry* dapat berkontribusi sebesar \$425 miliar terhadap PDB Amerika dan \$1,6 triliun terhadap PDB global, serta dapat menghasilkan penghematan sebesar \$50 miliar terkait pengurangan penurunan sumber daya dan polusi karbondioksida yang lebih rendah (Kennedy, 2017).

Stevens et al. (2020) menginterpretasikan *biomimicry* sebagai bidang yang “mempengaruhi bagaimana kita menyelesaikan masalah dan mendesain dunia kita” serta “merevolusi pendidikan” melalui penawaran cara kepada guru untuk melibatkan siswa dalam biologi, pelajaran STEM, pemecahan masalah kreatif, dan pemikiran sistematis. *Biomimicry* muncul sebagai strategi serbaguna yang dapat diterapkan pada semua bidang *engineering* (Aguilar-Planet & Peralta, 2024) yang tentunya selaras dengan visi dari EDP.

Biomimicry melibatkan kegiatan mengobservasi alam yang menjadikan prosesnya bersifat kontekstual (Fathin & Raida, 2025). Hal ini sesuai dengan karakteristik kognitif siswa kelas V sekolah dasar yang berusia 10-12 tahun atau termasuk tahap operasional konkrit menurut teori perkembangan kognitif Piaget. Tahap operasional konkrit berkaitan dengan objek konkrit nyata (Mu'min, 2013) di mana siswa telah mencapai kemampuan berpikir sistematis terhadap objek konkrit dan mulai mempertimbangkan beberapa aspek dari suatu permasalahan untuk dapat memecahkannya (Nainggolan & Daeli, 2021). Selain itu, *biomimicry* juga mendorong siswa untuk melakukan observasi dan eksplorasi ilmiah pada lingkungan sekitar yang menjadi sarana untuk menanamkan rasa menghargai terhadap lingkungan dan memperkenalkan konsep kehidupan yang berkelanjutan.

Ajeng Sri Retno, 2025

PENGEMBANGAN BAHAN AJAR BERORIENTASI KEGIATAN BIOMIMICRY UNTUK MELATIH KEMAMPUAN ENGINEERING DESIGN PROCESS (EDP) SISWA KELAS V SEKOLAH DASAR

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

Secara teori, penggabungan *biomimicry* dan EDP memiliki potensi yang baik sebagai solusi dari dua tantangan pendidikan Indonesia saat ini. EDP yang merupakan bagian dari STEAM dapat menjadi jawaban untuk permasalahan rendahnya hasil belajar siswa terutama pada aspek keterampilan abad 21 sedangkan *biomimicry* dapat menjembatani instruksi PBB 2015 untuk memasukkan pendidikan pembangunan berkelanjutan atau ESD dalam pembelajaran. Namun pada kenyataannya, terdapat kesenjangan antara pemikiran secara teori tentang *biomimicry* dan EDP dengan realita yang ada.

Berdasarkan studi literatur dan wawancara dengan guru kelas V sekolah dasar, terdapat beberapa kesenjangan yang terjadi terkait *biomimicry* dan EDP. Pertama, masih minimnya bahan ajar *biomimicry* yang dirancang khusus untuk siswa sekolah dasar. Kedua, belum adanya integrasi eksplisit antara *biomimicry* dan langkah-langkah STEAM-EDP (Fathin & Raida, 2025), hal ini juga diperparah dengan belum tersedianya model pembelajaran yang mengintegrasikan STEAM dan tahapan EDP secara utuh dan sistematis (Sumiyati & Alatas, 2025). Ketiga, terdapat kebutuhan akan pendekatan pembelajaran yang memperhatikan aspek perkembangan kognitif siswa kelas V sekolah dasar.

Oleh karena itu, untuk menghadapi semua tantangan yang ditemukan diperlukan pengembangan bahan ajar yang mengintegrasikan *biomimicry* dan EDP dalam pembelajaran STEAM. Bahan ajar tersebut akan menjadi terobosan baru yang diharapkan mampu memfasilitasi penerapan *biomimicry* dalam pembelajaran STEAM untuk melatih kemampuan EDP siswa sekolah dasar dalam rangka memperbaiki kualitas pendidikan Indonesia.

Bahan ajar berbasis kegiatan *biomimicry* untuk melatih kemampuan EDP siswa yang dikembangkan harus mudah diakses dan digunakan oleh semua kalangan siswa. Saat ini, bahan ajar cetak masih menjadi bahan ajar yang sangat baku dan merupakan media utama dalam paket bahan ajar yang digunakan secara luas di sekolah-sekolah (Mutaqi & Nurcahyaningtias, 2021). Hal ini tentu menjadi pertimbangan dalam proses mengembangkan bahan ajar berbasis kegiatan

Ajeng Sri Retno, 2025

PENGEMBANGAN BAHAN AJAR BERORIENTASI KEGIATAN BIOMIMICRY UNTUK MELATIH KEMAMPUAN ENGINEERING DESIGN PROCESS (EDP) SISWA KELAS V SEKOLAH DASAR

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

biomimicry untuk melatih kemampuan EDP siswa, di mana bahan ajar cetak memiliki potensi yang lebih baik untuk memperkenalkan kedua konsep baru tersebut mengingat bentuknya yang familiar bagi siswa dan kemudahan penggunaannya.

Berdasarkan latar belakang di atas, penulis tertarik untuk melakukan penelitian yang berjudul “Pengembangan Bahan Ajar Berorientasi Kegiatan *Biomimicry* untuk Melatih Kemampuan *Engineering design process* (EDP) Siswa Kelas V Sekolah Dasar”. Penelitian ini akan menghasilkan buku sebagai produk akhirnya dan termasuk penelitian pengembangan dengan menggunakan D&D tipe 2 yang menggunakan pendapat Peffers sebagai model prosedur penelitian dengan langkah-langkah yang terdiri dari *identify the problem, describe the objectives, design & develop the artifact, test the artifact, evaluate testing result*, dan *communicate the testing result*.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

- 1.2.1 Bagaimana pengembangan bahan ajar berorientasi *biomimicry* untuk melatih kemampuan *engineering design process* siswa kelas V sekolah dasar?
- 1.2.2 Bagaimana kemampuan *engineering design process* siswa kelas V sekolah dasar setelah penggunaan bahan ajar berorientasi *biomimicry*?
- 1.2.3 Bagaimana respons siswa dan guru terhadap penggunaan bahan ajar berorientasi *biomimicry* untuk melatih kemampuan *engineering design process* siswa kelas V sekolah dasar?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dipaparkan, tujuan penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut.

Ajeng Sri Retno, 2025

PENGEMBANGAN BAHAN AJAR BERORIENTASI KEGIATAN BIOMIMICRY UNTUK MELATIH KEMAMPUAN ENGINEERING DESIGN PROCESS (EDP) SISWA KELAS V SEKOLAH DASAR

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

1.3.1 Untuk mengetahui pengembangan bahan ajar berorientasi *biomimicry* untuk melatih kemampuan *engineering design process* siswa kelas V sekolah dasar. Respons siswa dan guru terhadap penggunaan bahan ajar berorientasi *biomimicry* untuk melatih kemampuan *engineering design process* siswa kelas V sekolah dasar

1.3.2 Untuk mengetahui kemampuan *engineering design process* siswa kelas V sekolah dasar setelah penggunaan bahan ajar berorientasi *biomimicry*.

1.3.3 Untuk mengetahui respons siswa dan guru terhadap penggunaan bahan ajar berorientasi *biomimicry* untuk melatih kemampuan *engineering design process* siswa kelas V sekolah dasar.

1.4 Manfaat Penelitian

Berdasarkan latar belakang, rumusan masalah, dan tujuan penelitian diatas berikut merupakan manfaat yang diharapkan dari penelitian ini.s

1) Manfaat Teoretis

Hasil peneltian ini diharapkan dapat berkontribusi dalam pengembangan framework integrasi *biomimicry* dan EDP untuk siswa sekolah dasar. Selain itu, penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya terutama penelitian yang mengangkat isu *biomimicry* dan EDP dalam dunia pendidikan.

2) Manfaat Praktis

a. Bagi Guru

Hasil penelitian ini dapat menjadi sumber pembelajaran terstruktur dan relevan yang dapat digunakan dalam pembelajaran STEAM agar pembelajaran menjadi lebih menarik. Selain itu, hasil penelitian ini diharapkan

b. Bagi Siswa

Hasil penelitian ini diharapkan bermanfaat untuk melatih kemampuan EDP siswa sekaligus memperkenalkan konsep *biomimicry* dalam rangka menanamkan kesadaran akan pentingnya menghargai alam

Ajeng Sri Retno, 2025

PENGEMBANGAN BAHAN AJAR BERORIENTASI KEGIATAN BIOMIMICRY UNTUK MELATIH KEMAMPUAN ENGINEERING DESIGN PROCESS (EDP) SISWA KELAS V SEKOLAH DASAR

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

demikian kehidupan yang berkelanjutan. Selain itu, hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi sarana peningkatan keterlibatan siswa dalam belajar serta menjadi ajang latihan untuk menerapkan pengetahuan ilmiah dan teknik dalam konteks nyata yang membantu siswa memahami relevansi pembelajaran di kehidupan sehari-hari.

c. Bagi Peneliti

Hasil penelitian ini diharapkan bermanfaat sebagai kontribusi penulis untuk literatur penelitian khususnya dalam pengembangan bahan ajar berbasis kegiatan *biomimicry* dan EDP. Selain itu, penelitian ini diharapkan menjadi pintu gerbang untuk penelitian lanjutan dan kolaborasi interdisipliner antara pendidik, ahli, dan praktisi di bidang STEAM untuk menciptakan solusi bagi permasalahan pendidikan Indonesia yang lebih baik.

1.5 Struktur Organisasi Skripsi

Penulisan skripsi berdasarkan hasil penelitian ini mengikuti struktur berikut.

1. BAB I Pendahuluan

BAB I menjelaskan mengenai latar belakang penelitian, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan struktur organisasi skripsi.

2. BAB II Kajian Teori

BAB II memuat teori-teori yang berkaitan dengan variabel penelitian yang diangkat serta kerangka berpikir. Penelitian ini membahas mengenai

3. BAB III Metode Penelitian

BAB III menjabarkan metode penelitian yang digunakan yang mencakup metode dan desain penelitian, populasi dan sampel, teknik pengumpulan data, instrument penelitian, prosedur penelitian, dan teknik analisis data.

4. BAB IV Temuan dan Pembahasan

Ajeng Sri Retno, 2025

PENGEMBANGAN BAHAN AJAR BERORIENTASI KEGIATAN BIOMIMICRY UNTUK MELATIH KEMAMPUAN ENGINEERING DESIGN PROCESS (EDP) SISWA KELAS V SEKOLAH DASAR

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

BAB IV menjelaskan hasil penelitian yang telah dilakukan. Hasil penelitian diuraikan berdasarkan data yang diperoleh dari proses penelitian dan analisis data.

5. BAB V Penutup

Bab V yang merupakan bab penutup ini berisi kesimpulan, implikasi, dan rekomendasi yang berasal dari hasil temuan dan pembahasan untuk pihak-pihak tertentu yang terlibat dalam pendidikan dan penelitian ini.