

INTEGRASI PEMBELAJARAN STEM PADA MATERI MORFOLOGI TUMBUHAN DI SEKOLAH MENENGAH ATAS: SEBUAH SCOPING REVIEW

Pery Jayanto

Pendidikan Biologi, Universitas Cipasung Tasikmalaya

e-mail: peryjayanto@uncip.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk memetakan berbagai konteks dan langkah-langkah implementasi pembelajaran STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) pada materi morfologi tumbuhan di jenjang Sekolah Menengah Atas (SMA). Metode yang digunakan adalah *scoping review* dengan menelaah berbagai literatur nasional terpublikasi antara tahun 2021 hingga 2025 dengan tahapan yang mengadopsi dari Arksey dan O'Malley, yang terdiri dari lima tahap: (1) identifikasi pertanyaan penelitian, (2) identifikasi studi yang relevan, (3) seleksi studi, (4) charting data, dan (5) penyusunan, pengkajian, dan pelaporan hasil. Kata kunci yang digunakan dalam pencarian meliputi kombinasi istilah seperti “Pembelajaran STEM,” “Morfologi Tumbuhan”, dan “Sekolah Menengah Atas”. Analisis data menggunakan kerangka *Preferred Reporting of Items for Systematic Review and Meta-Analysis* (PRISMA). Hasil kajian menunjukkan bahwa integrasi pembelajaran STEM dalam materi morfologi tumbuhan memiliki urgensi tinggi dalam menjawab tuntutan pendidikan abad ke-21, khususnya dalam pengembangan keterampilan berpikir kritis, kreatif, kolaboratif, dan literasi sains. Konteks pembelajaran yang diimplementasikan mencakup penggunaan modul interaktif, media digital berbasis grafik, e-book, serta pengembangan perangkat ajar dengan muatan lokal. Sementara itu, langkah-langkah pembelajaran STEM dirancang secara sistematis menggunakan model pengembangan seperti 4D dan ADDIE, serta diterapkan melalui model *Project-Based Learning* dan *Inquiry-Based STEM*. Proses pembelajaran melibatkan identifikasi masalah, eksplorasi, perancangan solusi, pelaksanaan proyek, dan evaluasi. Temuan ini menegaskan bahwa pembelajaran STEM dalam materi morfologi tumbuhan berpotensi meningkatkan kualitas proses belajar serta penguasaan konsep biologi secara lebih aplikatif dan bermakna. Dengan demikian, integrasi STEM sangat direkomendasikan sebagai pembelajaran inovatif dalam pembelajaran biologi di tingkat SMA.

Kata Kunci: *Morfologi Tumbuhan, Scoping Review, Sekolah Menengah Atas, STEM*

ABSTRACT

This study aims to map the various contexts and implementation steps of STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) education in teaching plant morphology at the senior high school level. A scoping review method was employed, examining a range of national publications published between 2021 and 2025. The review followed the framework proposed by Arksey and O'Malley, which includes five stages: (1) identifying the research question, (2) identifying relevant studies, (3) study selection, (4) charting the data, and (5) collating, summarizing, and reporting the results. The search utilized a combination of keywords such as “Pembelajaran STEM,” “Morfologi Tumbuhan,” and “Sekolah Menengah Atas.” Data analysis was conducted using the Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA) framework. The review findings indicate a high urgency for integrating STEM approaches into plant morphology instruction, particularly in addressing the demands of 21st-century education, including the development of critical thinking, creativity, collaboration, and scientific literacy. The learning contexts identified involve the use of interactive modules, digital media with graphical content, e-books, and the

development of instructional materials incorporating local content. Furthermore, the instructional steps of STEM-based learning were systematically designed using models such as 4D and ADDIE and were implemented through Project-Based Learning and Inquiry-Based STEM models. The learning process includes problem identification, exploration, solution design, project implementation, and evaluation. These findings underscore the potential of STEM integration in enhancing the quality of learning processes and the mastery of biological concepts in a more applicable and meaningful manner. Therefore, STEM integration is strongly recommended as an innovative approach to biology instruction at the senior high school level.

Keywords: *Plant Morphology, Scoping Review, Senior High School, STEM*

PENDAHULUAN

STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) merupakan pembelajaran yang menekankan integrasi lintas disiplin ilmu untuk memecahkan masalah dunia nyata secara holistik dan kontekstual (Saputro & Sari, et al., 2025; Sun et al., 2025). Pembelajaran ini tidak hanya mengajarkan pengetahuan secara terpisah, tetapi menghubungkan sains, teknologi, rekayasa, dan matematika dalam proses berpikir kritis, kreatif, dan kolaboratif (Maryati & Ridlo, 2023; Sulistiowati & Zunaidah, 2023). Melalui pembelajaran STEM, peserta didik diajak untuk mengeksplorasi tantangan-tantangan yang relevan dengan kehidupan sehari-hari, merancang solusi inovatif, serta mengembangkan keterampilan abad ke-21 seperti komunikasi, kolaborasi, dan literasi digital (Schreiter et al., 2024; Zinth et al., 2020). Dengan demikian, pembelajaran STEM menjadi fondasi penting dalam menyiapkan generasi muda untuk menghadapi kompleksitas dan dinamika dunia modern.

Pendidikan STEM semakin diakui sebagai pembelajaran penting dalam menyiapkan generasi muda menghadapi tantangan abad ke-21, karena mampu mendorong perkembangan keterampilan berpikir kritis, kolaboratif, dan inovatif yang sangat dibutuhkan di era globalisasi dan digitalisasi. Melalui integrasi antara sains, teknologi, rekayasa, dan matematika, peserta didik tidak hanya memperoleh pengetahuan konseptual, tetapi juga belajar menerapkannya dalam konteks kehidupan nyata (Agustina et al., 2022; Saputro & Silvester, et al., 2025). Hal ini memungkinkan mereka untuk menjadi problem solver yang adaptif, kreatif, dan siap bersaing di dunia kerja maupun dalam kehidupan sosial yang kompleks. Oleh karena itu, implementasi pendidikan STEM menjadi strategi kunci dalam membentuk sumber daya manusia unggul dan berdaya saing tinggi. Di Indonesia, integrasi STEM mulai diperkenalkan dalam berbagai jenjang pendidikan sebagai respons terhadap kebutuhan peningkatan kualitas pembelajaran yang relevan dengan perkembangan zaman. Namun, implementasinya masih belum merata di seluruh wilayah dan jenjang, terutama pada bidang biologi yang sering kali masih diajarkan secara konvensional tanpa keterkaitan yang kuat dengan aspek teknologi dan rekayasa (Paramita et al., 2022; Tm et al., 2025). Kurangnya pelatihan guru, keterbatasan sumber daya, dan belum optimalnya kurikulum yang mendukung pembelajaran lintas disiplin menjadi beberapa faktor penghambat (Saputro & Silvester, et al., 2025). Akibatnya, potensi pembelajaran biologi untuk mengembangkan keterampilan berpikir kritis dan pemecahan masalah melalui pembelajaran STEM belum sepenuhnya dimanfaatkan secara maksimal.

Morfologi tumbuhan merupakan salah satu materi dasar dalam kurikulum Biologi SMA yang memiliki peran penting dalam membentuk pemahaman siswa terhadap struktur, fungsi, dan adaptasi tumbuhan. Melalui materi ini, siswa dapat mengenali berbagai bagian tumbuhan seperti akar, batang, daun, bunga, buah, dan biji beserta variasinya, yang menjadi dasar untuk memahami keanekaragaman hayati. Pemahaman ini sangat relevan dalam konteks konservasi lingkungan, pertanian, serta dalam kehidupan sehari-hari, seperti mengidentifikasi tanaman obat atau tanaman pangan. Selain itu, morfologi tumbuhan juga menjadi pijakan awal bagi

siswa untuk mendalami bidang botani lebih lanjut di jenjang pendidikan tinggi. Namun demikian, pembelajaran morfologi tumbuhan di sekolah masih cenderung bersifat teoritis dan kurang memberikan pengalaman belajar yang kontekstual dan bermakna. Siswa sering hanya menghafal istilah dan klasifikasi bagian tumbuhan tanpa dihubungkan dengan penerapan teknologi atau prinsip rekayasa, seperti pemanfaatan morfologi tumbuhan dalam rekayasa genetika, pertanian presisi, atau teknologi pangan (Bakari et al., 2025; Patimah et al., 2022). Kurangnya penggunaan media pembelajaran berbasis digital dan praktik langsung di lapangan turut memperkuat kesan bahwa materi ini bersifat kaku dan kurang menarik. Oleh karena itu, penting bagi guru untuk mengembangkan strategi pembelajaran inovatif yang mengintegrasikan pembelajaran STEM agar materi morfologi tumbuhan tidak hanya dipahami secara konseptual, tetapi juga mampu melatih keterampilan abad ke-21 siswa.

Integrasi pembelajaran STEM dalam materi morfologi tumbuhan menjadi sangat penting untuk meningkatkan relevansi pembelajaran dengan dunia nyata. Dengan menggabungkan sains, teknologi, rekayasa, dan matematika, siswa tidak hanya mempelajari struktur dan fungsi tumbuhan secara teoritis, tetapi juga mampu menerapkannya dalam konteks praktis seperti penggunaan teknologi pencitraan tumbuhan, desain alat identifikasi morfologi berbasis digital, serta simulasi komputer untuk memahami adaptasi tumbuhan di berbagai lingkungan (Santika & Ami, 2023). Pembelajaran ini memperluas cakrawala siswa terhadap bagaimana ilmu biologi dapat berperan dalam memecahkan masalah nyata di bidang pertanian, lingkungan, dan teknologi hayati. Selain meningkatkan pemahaman konseptual, integrasi STEM dalam pembelajaran morfologi tumbuhan juga dapat mendorong penerapan model pembelajaran berbasis proyek (*project-based learning*). Dalam model ini, siswa diberi kesempatan untuk berperan sebagai peneliti muda yang merancang, menguji, dan mempresentasikan hasil observasi atau inovasi terkait morfologi tumbuhan (Topano et al., 2023). Kegiatan semacam ini tidak hanya mengasah keterampilan berpikir kritis dan kolaboratif, tetapi juga membangkitkan minat siswa terhadap bidang sains, khususnya biologi, yang selama ini dianggap sulit atau membosankan. Dengan demikian, pembelajaran STEM dapat menjadi solusi strategis dalam meningkatkan kualitas dan daya tarik pembelajaran biologi di sekolah.

Meskipun implementasi pembelajaran STEM telah banyak diteliti dalam berbagai konteks pembelajaran, kajian yang secara khusus meninjau integrasi STEM pada materi morfologi tumbuhan di jenjang SMA masih sangat terbatas. Sebagian besar penelitian lebih berfokus pada bidang-bidang seperti fisika, teknologi, atau rekayasa dalam konteks pembelajaran sains secara umum, sementara materi biologi, khususnya morfologi tumbuhan, kurang mendapat perhatian. Ketimpangan ini menciptakan kesenjangan pengetahuan yang berdampak pada lambatnya adopsi pembelajaran STEM dalam pembelajaran biologi, padahal potensi pengembangannya cukup besar dalam membentuk pemahaman dan keterampilan ilmiah siswa. Minimnya telaah literatur yang bersifat sistematis dan komprehensif juga menjadi kendala utama bagi guru dalam mengembangkan pembelajaran yang terintegrasi dengan STEM, terutama pada topik morfologi tumbuhan. Guru sering kesulitan menemukan referensi tentang model pembelajaran, strategi penerapan, ataupun contoh kegiatan berbasis proyek yang sesuai untuk mengaitkan struktur dan fungsi tumbuhan dengan elemen teknologi dan rekayasa (Sari & Prasetyo, 2019). Akibatnya, integrasi STEM dalam materi ini cenderung tidak optimal atau bahkan diabaikan. Oleh karena itu, diperlukan studi literatur sistematis yang secara khusus menggali potensi integrasi STEM dalam morfologi tumbuhan sebagai acuan dalam merancang pembelajaran yang inovatif, aplikatif, dan relevan dengan kebutuhan abad ke-21. Studi serupa telah dilakukan oleh Rahayu dan Kurniawan (2020) yang menekankan pentingnya pendekatan lintas disiplin dalam pengembangan materi biologi berbasis STEM. Selain itu, penelitian oleh

Fitriani dan Utami (2021) menunjukkan bahwa integrasi STEM dalam topik biologi mampu meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan pemecahan masalah siswa secara signifikan.

Artikel ini bertujuan untuk memetakan dan mengeksplorasi berbagai penelitian yang telah dilakukan terkait integrasi STEM dalam pembelajaran morfologi tumbuhan di tingkat sekolah menengah atas melalui metode scoping review. Kajian ini tidak hanya menelusuri sejauh mana pembelajaran STEM telah diterapkan dalam konteks materi biologi tersebut, tetapi juga berupaya mengidentifikasi tren penelitian, pembelajaran pedagogis yang digunakan, jenis media pembelajaran yang dikembangkan, serta tantangan dan potensi pengembangan di masa depan. Dengan demikian, scoping review ini diharapkan dapat memberikan gambaran komprehensif sebagai landasan awal bagi guru, peneliti, maupun pengembang kurikulum dalam merancang strategi pembelajaran STEM yang lebih relevan, aplikatif, dan kontekstual pada materi morfologi tumbuhan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode scoping review untuk memetakan literatur yang membahas integrasi pembelajaran STEM dalam materi morfologi tumbuhan pada jenjang Sekolah Menengah Atas (SMA). Pembelajaran ini dipilih untuk mengidentifikasi luasnya cakupan topik, konsep, dan pembelajaran yang telah digunakan dalam penelitian terdahulu, serta untuk menemukan celah riset yang dapat dikaji lebih lanjut. Prosedur kajian ini mengacu pada kerangka kerja yang dikembangkan oleh Arksey dan O'Malley (2005), yang terdiri dari lima tahap: (1) identifikasi pertanyaan penelitian, (2) identifikasi studi yang relevan, (3) seleksi studi, (4) charting data, dan (5) penyusunan, pengkajian, dan pelaporan hasil .

Identifikasi Pertanyaan Penelitian

Penelitian ini berfokus pada eksplorasi integrasi pembelajaran STEM dalam materi morfologi tumbuhan pada jenjang SMA. Untuk memastikan hasil eksplorasi sesuai dengan tujuan penelitian, dirumuskan pertanyaan penelitian sebagai berikut.

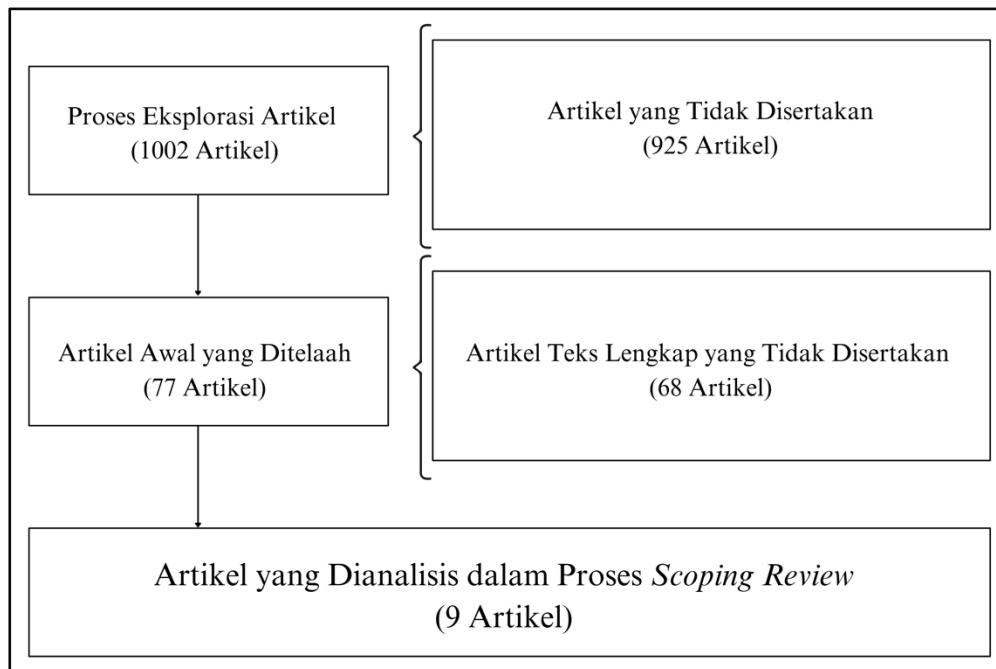
1. Apa saja konteks pembelajaran STEM yang dapat diimplementasikan dalam materi morfologi tumbuhan pada jenjang SMA?
2. Bagaimana langkah-langkah pembelajaran STEM dalam materi morfologi tumbuhan pada jenjang SMA?

Identifikasi Studi yang Relevan

Literatur dikumpulkan dari basis data elektronik Google Scholar dengan rentang publikasi antara tahun 2021 hingga 2025. Kata kunci yang digunakan dalam pencarian meliputi kombinasi istilah seperti "Pembelajaran STEM," "Morfologi Tumbuhan", dan "Sekolah Menengah Atas". Kriteria inklusi mencakup artikel berbahasa Indonesia yang berfokus pada penerapan atau pengembangan pembelajaran STEM dalam konteks materi biologi, khususnya morfologi tumbuhan, di tingkat SMA atau setara.

Seleksi Studi

Proses seleksi dilakukan secara sistematis melalui penyaringan judul, abstrak, dan isi artikel secara penuh. Data dari artikel terpilih dianalisis secara deskriptif untuk mengidentifikasi tema utama, pembelajaran yang digunakan, media atau strategi pembelajaran, serta tantangan dan peluang yang diungkapkan dalam literatur tersebut. Proses seleksi studi menggunakan kerangka *Preferred Reporting of Items for Systematic Review and Meta-Analysis* (PRISMA) (Moher et al., 2009). Adapun diagram proses seleksi studi ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Proses Seleksi Studi

Charting Data

Berdasarkan Gambar 1, artikel yang dianalisis dalam proses *scoping review* ini sebanyak 9 artikel. Artikel-artikel tersebut merupakan hasil seleksi dari proses identifikasi hingga penilaian kelayakan. Hasil analisis secara rinci akan dipaparkan pada bagian hasil dan pembahasan.

Penyusunan, Pengkajian, dan Pelaporan Hasil

Penyusunan, pengkajian, dan pelaporan hasil dideskripsikan pada poin hasil dan pembahasan yang dijelaskan secara deskriptif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Integrasi pembelajaran STEM dalam materi morfologi tumbuhan di SMA terhitung masih rendah. Kondisi ini ditunjukkan oleh rasio publikasi penelitian berkaitan dengan topik ini. Berdasarkan hasil *scoping review*, terdapat 9 artikel yang relevan dan kemudian dianalisis dalam penelitian ini. Artikel-artikel ini berfokus pada beberapa aspek penting antara lain yaitu 1) urgensi integrasi STEM dalam pembelajaran morfologi tumbuhan; 2) ragam konteks dan inovasi pengembangan pembelajaran berbasis STEM; 3) langkah-langkah pembelajaran STEM dalam materi morfologi tumbuhan; dan 4) dampak implementasi STEM terhadap literasi sains dan kemampuan berpikir kritis siswa.

Berdasarkan Gambar 1, jumlah artikel yang dianalisis dalam proses *scoping review* ini adalah sebanyak 9 artikel. Jumlah ini merupakan hasil akhir dari proses seleksi yang dilakukan secara sistematis melalui beberapa tahapan, mulai dari identifikasi, penyaringan (screening), hingga penilaian kelayakan (eligibilitas). Setiap tahap bertujuan untuk memastikan bahwa artikel yang terpilih benar-benar relevan dengan fokus kajian dan memenuhi kriteria inklusi yang telah ditetapkan. Jumlah 9 artikel ini menunjukkan bahwa topik yang dikaji, meskipun spesifik, telah mendapatkan perhatian dari sejumlah peneliti dalam kurun waktu dan konteks

tertentu. Meskipun jumlahnya tidak terlalu banyak, setiap artikel memberikan kontribusi yang signifikan terhadap pemahaman tema yang dibahas. Analisis terhadap 9 artikel ini memungkinkan peneliti untuk mengidentifikasi tren, kesenjangan penelitian, serta potensi pengembangan lebih lanjut di bidang yang dikaji. Adapun deskripsi detail dari 9 artikel ini ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Artikel Dianalisis

No	Penulis	Topik Penelitian
1	(Astuti et al., 2025)	Menganalisis kebutuhan bahan ajar berbasis STEAM pada materi klasifikasi tumbuhan
2	(Prayitno et al., 2024)	Mengembangkan buku ajar biologi berbasis STEM education-PjBL pada materi Plantae
3	(Santika & Ami, 2023)	Mendeskripsikan kelayakan modul struktur dan perkembangan organ reproduktif tumbuhan berbasis ethno-STEM
4	(Pratiwi & Rachmadiarti, 2021)	Mengembangkan e-book berbasis STEM pada materi pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan untuk melatih keterampilan literasi sains
5	(Dafrita & Nawawi, 2022)	Menganalisis efektivitas model pembelajaran Inkuiiri berbasis STEM terhadap kemampuan berpikir kritis pada topik struktur tumbuhan
6	(Chairulli & Rahmi, 2022)	Menganalisis capaian literasi STEM siswa pada pembelajaran biologi
7	(Nurtamara et al., 2023)	Mengembangkan modul pembelajaran biologi untuk topik <i>plants biodiversity</i>
8	(Topano et al., 2023)	Mengembangkan media pembelajaran berbasis STEM untuk memfasilitasi kemampuan berpikir kritis
9	(Agustina et al., 2022)	Menganalisis hasil belajar siswa dengan pembelajaran <i>Science, Technology, Religion, Engineering, Arts, and Mathematics</i> (STREAM) untuk topik <i>plant anatomy</i>

Pembahasan

Urgensi Integrasi STEM dalam Materi Morfologi Tumbuhan

Pembelajaran di abad ke-21 menuntut siswa untuk tidak hanya memahami materi pelajaran, tetapi juga menguasai keterampilan penting seperti berpikir kritis, kreatif, dan kemampuan bekerja sama. Keterampilan ini menjadi kunci dalam menghadapi tantangan global yang terus berkembang. Oleh karena itu, model pembelajaran yang mampu menumbuhkan keterampilan tersebut sangat diperlukan dalam dunia pendidikan saat ini. Pembelajaran STEM muncul sebagai solusi untuk menjawab kebutuhan tersebut. STEM mendorong pembelajaran yang aktif, kontekstual, dan berbasis pemecahan masalah, sehingga siswa dapat memahami materi secara lebih mendalam dan relevan dengan kehidupan nyata. Pembelajaran ini memberikan pengalaman belajar yang lebih bermakna karena siswa dilibatkan langsung dalam proses eksplorasi dan inovasi. Hasil kajian menunjukkan bahwa pembelajaran konvensional seperti penggunaan buku paket cenderung membatasi partisipasi siswa dan kurang menarik (Astuti et al., 2025; Chairulli & Rahmi, 2022). Dalam konteks pembelajaran morfologi tumbuhan, integrasi pembelajaran STEM, atau bahkan pembelajaran yang diperluas seperti STEAM (dengan unsur seni) dan STREAM (dengan tambahan agama dan membaca), menjadi alternatif yang lebih efektif. Pembelajaran tersebut mampu meningkatkan literasi STEM sekaligus mendorong keterlibatan aktif siswa dalam memahami konsep-konsep biologi yang sering kali dianggap abstrak.

Ragam Konteks dan Inovasi Pengembangan Pembelajaran Berbasis STEM

Pengembangan media dan modul pembelajaran berbasis STEM telah menjadi fokus utama dalam berbagai penelitian yang bertujuan meningkatkan kualitas pembelajaran biologi, khususnya pada topik tumbuhan seperti morfologi, struktur, pertumbuhan, dan reproduksi. Pembelajaran STEM dinilai mampu menjembatani pemahaman siswa terhadap konsep-konsep abstrak melalui integrasi sains, teknologi, teknik, dan matematika dalam konteks yang nyata dan relevan. Dalam hal ini, berbagai inovasi dilakukan oleh peneliti dengan menyesuaikan media pembelajaran terhadap karakteristik materi serta kebutuhan peserta didik, baik melalui buku ajar, modul, media visual, maupun platform digital. Pengembangan buku ajar dan modul berbasis STEM yang difokuskan pada materi Plantae serta organ reproduktif tumbuhan menekankan pada isi materi yang komprehensif, tetapi juga pada struktur pembelajaran yang mendorong siswa untuk berpikir analitis dan aplikatif (Prayitno et al., 2024; Santika & Ami, 2023). Sementara itu, Topano et al. (2023) mengangkat penggunaan media grafik berbasis STEM yang terbukti efektif dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa, sebuah keterampilan penting dalam pembelajaran abad ke-21. Nurtamara memberikan kontribusi yang berbeda dengan mengintegrasikan konteks lokal, yaitu keanekaragaman hayati Kalimantan, ke dalam modul berbasis STEM-PjBL (*Project-Based Learning*), sehingga materi menjadi lebih relevan dengan lingkungan siswa. Selain itu, Pratiwi dan Rachmadiarti (2021) menunjukkan bagaimana teknologi digital dapat dimanfaatkan dalam pengembangan e-book berbasis STEM yang terbukti valid dan praktis digunakan dalam proses pembelajaran. Inovasi-inovasi tersebut mencerminkan pentingnya pemanfaatan konteks lokal, media interaktif, dan teknologi digital sebagai sarana untuk menyampaikan materi morfologi tumbuhan secara lebih menarik, aplikatif, dan bermakna. Subtopik ini menegaskan bahwa keberhasilan pengembangan media atau modul STEM tidak hanya bergantung pada konten ilmiah yang kuat, tetapi juga pada kreativitas dalam mengemas pembelajaran agar sesuai dengan kebutuhan dan karakteristik peserta didik masa kini.

Langkah-langkah Pembelajaran STEM dalam Materi Morfologi Tumbuhan

Pembelajaran morfologi tumbuhan dengan pembelajaran STEM memerlukan perencanaan yang sistematis dan terstruktur agar mampu mengintegrasikan unsur sains, teknologi, teknik, dan matematika secara menyeluruh. Subtopik ini membahas bagaimana proses pembelajaran dirancang menggunakan langkah-langkah yang jelas dan terarah untuk mendorong keterlibatan aktif siswa serta pengembangan keterampilan abad ke-21. Penggunaan model pengembangan seperti 4D (*Define, Design, Develop, Disseminate*) dan ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation*) menjadi dasar dalam merancang perangkat ajar yang berbasis STEM (Nurtamara et al., 2023; Pratiwi & Rachmadiarti, 2021; Prayitno et al., 2024). Selain pengembangan perangkat ajar, implementasi pembelajaran STEM dalam pembelajaran juga dapat dilakukan melalui model pembelajaran seperti *Project Based Learning* (PjBL) dan inkuiri berbasis STEM. Model ini memungkinkan siswa untuk mengeksplorasi topik-topik dalam morfologi tumbuhan melalui kegiatan yang menekankan pemecahan masalah, investigasi ilmiah, serta kolaborasi dalam tim. Pembelajaran ini dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan kreatif siswa, karena mereka dilibatkan langsung dalam merancang dan melaksanakan proyek yang berhubungan dengan kehidupan nyata (Dafrita & Nawawi, 2022; Nurtamara et al., 2023). Sintaks pembelajaran berbasis proyek biasanya mencakup tahapan penting seperti identifikasi dan analisis masalah, perancangan solusi, implementasi rencana, serta evaluasi hasil—yang seluruhnya mencerminkan prinsip-prinsip STEM. Dengan mengikuti langkah-langkah tersebut, guru dapat menyusun kegiatan

pembelajaran morfologi tumbuhan yang tidak hanya bermakna tetapi juga mendorong kolaborasi dan keterampilan berpikir tingkat tinggi. Oleh karena itu, pembelajaran ini sangat direkomendasikan untuk diterapkan di tingkat SMA agar siswa memperoleh pengalaman belajar yang lebih kontekstual dan aplikatif.

Dampak Implementasi STEM Terhadap Literasi Sains dan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa

Implementasi pembelajaran berbasis STEM telah terbukti memberikan dampak positif terhadap pengembangan keterampilan abad ke-21, terutama dalam hal literasi sains dan kemampuan berpikir kritis siswa. Pembelajaran ini tidak hanya meningkatkan pemahaman konsep, tetapi juga mendorong siswa untuk lebih aktif, reflektif, dan termotivasi dalam proses belajar (Dafrita & Nawawi, 2022). Pembelajaran STEM memfasilitasi integrasi antara teori dan praktik, sehingga membuat pembelajaran menjadi lebih kontekstual dan relevan bagi peserta Didik (Chairulli & Rahmi, 2022; Topano et al., 2023). Secara khusus, Dafrita dan Nawawi (2022) membuktikan bahwa model Inquiry-STEM efektif dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa. Melalui pembelajaran ini, siswa diajak untuk mengeksplorasi permasalahan, mengajukan pertanyaan, merancang solusi, dan merefleksikan hasil, yang semuanya merupakan keterampilan penting dalam berpikir tingkat tinggi. Di sisi lain, literasi STEM siswa masih tergolong rendah, sehingga implementasi pembelajaran ini menjadi sangat penting untuk memperkuat pemahaman lintas disiplin dan meningkatkan keterlibatan dalam proses pembelajaran sains (Chairulli & Rahmi, 2022). Penggunaan media berbasis STEM secara signifikan membantu mengembangkan potensi siswa, baik dari segi kognitif maupun afektif. Dengan demikian, subtopik ini sangat relevan untuk menjawab pertanyaan mengenai dampak langsung dari langkah-langkah pembelajaran STEM terhadap penguasaan konsep dan pengembangan keterampilan siswa, khususnya dalam mempelajari materi morfologi tumbuhan di jenjang SMA. Pembelajaran ini tidak hanya memperkaya pemahaman siswa terhadap materi, tetapi juga membekali mereka dengan keterampilan yang esensial untuk menghadapi tantangan masa depan.

KESIMPULAN

Hasil *scoping review* ini menunjukkan bahwa integrasi pembelajaran STEM dalam pembelajaran morfologi tumbuhan di jenjang SMA memiliki urgensi dan potensi besar dalam meningkatkan kualitas proses belajar serta penguasaan keterampilan abad ke-21. Konteks pembelajaran STEM yang diimplementasikan dalam materi ini sangat beragam, mulai dari penggunaan media berbasis grafik, modul atau buku ajar interaktif, *e-book digital*, hingga pengembangan perangkat ajar yang memuat unsur lokal seperti keanekaragaman hayati. Ragam konteks tersebut memperkaya pengalaman belajar siswa dan menjadikan proses pembelajaran lebih kontekstual, aplikatif, serta relevan dengan kehidupan nyata mereka. Langkah-langkah pembelajaran STEM dirancang secara sistematis dengan mengacu pada model pengembangan seperti 4D dan ADDIE, serta diterapkan melalui pembelajaran pembelajaran aktif seperti *Project-Based Learning* dan *Inquiry-Based STEM*. Proses ini mencakup tahapan identifikasi masalah, eksplorasi, perancangan solusi, pelaksanaan proyek, dan evaluasi, yang mendorong siswa untuk berpikir kritis, kreatif, dan kolaboratif. Penerapan tahapan-tahapan tersebut terbukti efektif dalam meningkatkan literasi sains serta membantu siswa memahami konsep-konsep biologi yang kompleks atau abstrak. Secara keseluruhan, penerapan pembelajaran STEM dalam pembelajaran morfologi tumbuhan tidak hanya memperkuat pemahaman konsep ilmiah, tetapi juga memberikan kontribusi signifikan terhadap peningkatan literasi STEM, pengembangan kemampuan berpikir tingkat tinggi, dan keterlibatan aktif siswa. Oleh karena itu, pembelajaran

ini sangat direkomendasikan untuk diadopsi dalam pembelajaran biologi di tingkat SMA sebagai strategi yang relevan dan berkelanjutan dalam menjawab tantangan pendidikan abad ke-21.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, T. W., Sholikha, M., Mas'ud, A., & Amelia, L. (2022). Creating Plant Anatomy Structure Model using Science, Technology, Religion, Engineering, Arts, Mathematics (STREAM) Approach. *Jurnal Kajian Peradaban Islam*, 5(1), 24–33. <https://doi.org/10.47076/jkpis.v5i1.106>
- Arksey, H., & O'Malley, L. (2005). Scoping studies: towards a methodological framework. *International Journal of Social Research Methodology*, 8(1), 19–32.
- Astuti, Y., Aripin, A., Abdurrahmat, A. S., Badriah, L., & Hernawati, D. (2025). Analisis Kebutuhan Bahan Ajar STEAM Pada Materi Klasifikasi Tumbuhan. *Science: Jurnal Inovasi Pendidikan Matematika Dan IPA*, 5(1), 106–112.
- Bakari, I., Kandowangko, N. Y., & Akbar, M. N. (2025). Pengembangan Augmented Reality Card Berbasis Morfologi Pisang untuk Pembelajaran Keanekaragaman Hayati di SMA. *Nusantara: Jurnal Pendidikan Indonesia*, 5(2), 511–525.
- Chairulli, M., & Rahmi, Y. L. (2022). Capaian Literasi STEM Peserta Didik dalam Pembelajaran Biologi Kelas XI di SMA. *Journal for Lesson and Learning Studies*, 5(1), 143–148. <https://doi.org/10.23887/jlls.v5i1.47005>
- Dafrita, I. E., & Nawawi, N. (2022). The Influence of Inquiry Models With a STEM Approach on Critical Thinking Ability in Low-Level Plant Structure Courses. *Edunesia: Jurnal Ilmiah Pendidikan*, 3(3), 240–251. <https://doi.org/10.51276/edu.v3i3.273>
- Fitriani, D., & Utami, N. S. (2021). Integrasi pendekatan STEM dalam pembelajaran biologi untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa. *Jurnal Pendidikan Biologi*, 13(1), 45–53.
- Maryati, T. K., & Ridlo, Z. R. (2023). The analysis of the implementation of RBL-STEM learning materials in improving student's meta-literacy ability to solve wallpaper decoration problems using local antimagic graph coloring techniques. *Heliyon*, 9(6).
- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., Altman, D. G., Altman, D., Antes, G., Atkins, D., Barbour, V., Barrowman, N., & Berlin, J. A. (2009). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement (Chinese edition). *Journal of Chinese Integrative Medicine*, 7(9), 889–896.
- Nurtamara, L., Noorhidayati, N., & Amintarti, S. (2023). The Development of Teaching Module Biodiversity of Exotic Fruits Plants of South Kalimantan based on STEM-PjBL for Phase E Students in Senior High School. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(SpecialIssue), 1346–1353. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v9ispecialissue.5882>
- Paramita, G., Sutarto, S., Subchan, W., & Indrawati, I. (2022). The Development of Biology Module Based On Stem-CP to Improve Critical Thinking and Self-Regulated Learning. *Eduvest - Journal of Universal Studies*, 2(6), 1129–1133. <https://doi.org/10.59188/eduvest.v2i6.458>
- Patimah, P., Hardiansyah, H., & Noorhidayati, N. (2022). Kajian Bruguiera gymnorhiza (Tumbuhan Tancang) Di Kawasan Mangrove Muara Aluh-Aluh Sebagai Bahan Pengayaan Konsep Keanekaragaman Hayati Di SMA Dalam Bentuk Booklet. *JUPEIS : Jurnal Pendidikan Dan Ilmu Sosial*, 1(3), 90–101. <https://doi.org/10.55784/jupeis.vol1.iss3.136>
- Pratiwi, R. S., & Rachmadiarti, F. (2021). Pengembangan E-Book Berbasis Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Materi Pertumbuhan dan

Perkembangan Tumbuhan untuk Melatihkan Keterampilan Literasi Sains. *Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi (BioEdu)*, 11(1), 165–178.
<https://doi.org/10.26740/bioedu.v11n1.p165-178>

Prayitno, T. A., Hidayati, N., Umbu, N., & Uma, R. (2024). *Pengembangan Buku Ajar Biologi Berbasis STEM education-PjBL Pada Materi Plantae*. 11.

Rahayu, S., & Kurniawan, Y. (2020). Pengembangan materi biologi berbasis STEM untuk meningkatkan pemahaman konsep dan kolaborasi siswa. *Jurnal Inovasi Pendidikan Sains*, 8(2), 101–110.

Santika, D., & Ami, M. S. (2023). Modul Struktur dan Perkembangan Organ Reproduktif Tumbuhan Berbasis Ethno-STEM. *JoEMS (Journal of Education and Management Studies)*, 6(4), 1–6. <https://doi.org/10.32764/joems.v6i4.1006>

Saputro, T. V. D., Sari, Y. F., Sylvester, Cahyaningtyas, C., Jayanto, P., & Harmoni, G. P. (2025). Elementary teachers' understanding of STEM integration: A study in the Indonesia – Malaysia border area. *Jurnal Elemen*, 11(2), 502–514. <https://doi.org/https://doi.org/10.29408/jel.v11i2.30003>

Saputro, T. V. D., Sylvester, Sadewo, Y. D., Purnasari, P. D., Cahyaningtyas, C., & Atlantika, Y. N. (2025). Pendampingan pembelajaran STEM berbasis robotik untuk guru sekolah dasar di wilayah perbatasan. *GERVASI: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 09(01), 505–516. <https://doi.org/https://doi.org/10.31571/gervasi.v9i1.8207>

Sari, M. P., & Prasetyo, Z. K. (2019). Tantangan guru biologi dalam menerapkan pembelajaran berbasis STEM pada materi morfologi tumbuhan. *Bioma: Jurnal Biologi dan Pembelajarannya*, 8(1), 44–51.

Schreiter, S., Friedrich, A., Fuhr, H., Malone, S., Brünken, R., Kuhn, J., & Vogel, M. (2024). Teaching for statistical and data literacy in K-12 STEM education: a systematic review on teacher variables, teacher education, and impacts on classroom practice. *ZDM–Mathematics Education*, 56(1), 31–45. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s11858-023-01531-1>.

Sulistiyowati, T. I., & Zunaidah, F. N. (2023). STEM pada pengembangan modul ekologi. *EDUSCOPE: Jurnal Pendidikan, Pembelajaran, Dan Teknologi*, 09(01), 21–29.

Sun, D., Zhan, Y., Wan, Z. H., Yang, Y., & Looi, C.-K. (2025). Identifying the roles of technology: A systematic review of STEM education in primary and secondary schools from 2015 to 2023. *Research in Science & Technological Education*, 43(1), 145–169.

Tm, I. P., Widayati, V., Suyanto, S., & Azra, H. N. (2025). Systematic literature review: Implementation of STEM-based learning approach on students' interest in biology A . Introduction. *BIO-INOVED: Jurnal Biologi-Inovasi Pendidikan*, 7(1), 18–26.

Topano, A., Kurniawan, D., & Saputra, E. A. (2023). Developing of STEM-based charta learning media to improve critical thinking ability student on plant structure and function material. *JPBI (Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia)*, 9(3), 462–469. <https://doi.org/10.22219/jpbi.v9i3.28352>

Zinth, J., Weyer, M., & Atchison, B. (2020). Enhancing STEM in P-3 Education. Policy Guide. *Education Commission of the States*. <https://doi.org/https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED602851.pdf>.