



# PROSIDING SIMBIOSIS VII

Seminar Biologi dan Sistem Pembelajaran

p-ISSN: 2613-9502, e-ISSN: 2599-1213

Selasa, 30 September 2025

## Pengembangan Buku Biologi SMA Kelas X Materi Fungi Berbasis STEM Education–Project Based Learning (STEM-PJBL)

**Ursula Tuto Kraeng RM<sup>1</sup>, Trio Ageng Prayitno<sup>2\*</sup>, Nuril Hidayati<sup>3</sup>, Wachidatul Linda Yuhanna<sup>4</sup>**

<sup>1,2</sup>Program Studi Pendidikan Biologi, Universitas Insan Budi Utomo

<sup>3</sup>Program Studi Pendidikan Biologi, Universitas Nahdlatul Ulama Pasuruan

<sup>1,2</sup>Program Studi Pendidikan Biologi, Universitas PGRI Madiun

ursula.kraeng@gmail.com<sup>1</sup>, trioagengprayitno@uibu.ac.id<sup>2\*</sup>, hidayatinuril20@gmail.com<sup>3</sup>,  
linda.yuhanna@unipma.ac.id

### ABSTRACT

The development of this learning media aims to produce a biology textbook for grade X high school on Fungi material based on STEM education – Project Based Learning (STEM-PjBL). It will be used as open material in the teaching and learning process of grade X. The research method uses the 4 D Thiagarajan model (1974) with the following steps Define, Design, Development, Disseminate. The research procedures carried out are needs analysis, media selection, compiling media and product validation from material experts, media experts. The instruments in this study were needs analysis questionnaires and validation questionnaires from material and media experts. The results of the study showed that the biology textbook developed was declared valid by material experts with a value of 96.25% (very valid category) and media experts with a value of 60% (fairly valid category and slight revision). The conclusion of the study shows that the biology textbook for grade X high school on Fungi material based on STEM-Project Based Learning (STEM-PjBL) is declared valid and can be used as a textbook in biology learning for grade X.

**Keywords:** Fungi, STEM, Project Based Learning

### ABSTRAK

Pengembangan media pembelajaran ini bertujuan untuk menghasilkan buku biologi SMA kelas X materi fungi berbasis STEM education –Project Based Learning (STEM-PjBL) yang nanti digunakan sebagai bahan ajar dalam proses kegiatan belajar mengajar kelas X. Metode penelitian menggunakan model 4 D Thiagarajan (1974) dengan langkah sebagai berikut Define, Design, Development, Disseminate. Prosedur penelitian yang dilakukan adalah analisis kebutuhan, pemilihan media, menyusun media dan validasi produk dari ahli materi, ahli media. Instrumen pada penelitian ini berupa angket analisis kebutuhan dan angket validasi ahli materi dan media. Hasil penelitian menunjukkan bahwa buku biologi yang dikembangkan dinyatakan valid oleh ahli materi dengan nilai sebesar 96,25% (kategori sangat valid) dan ahli media dengan nilai sebesar 60% (kategori cukup valid dan sedikit revisi). Kesimpulan penelitian menunjukkan bahwa buku ajar biologi SMA kelas X materi fungi berbasis STEM education Project Based Learning (STEM-PjBL) dinyatakan valid dan dapat digunakan sebagai buku ajar pada pembelajaran biologi kelas X.

Kata Kunci: Fungi, STEM, Project Based Learning

### PENDAHULUAN

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi pada era Revolusi Industri 4.0 telah membawa perubahan besar dalam dunia pendidikan. Proses pembelajaran di abad ke-21 tidak lagi berpusat pada guru, tetapi berorientasi pada peserta didik yang aktif, kreatif, dan kritis dalam memecahkan masalah nyata. Kondisi ini menuntut guru untuk mampu menciptakan pembelajaran yang inovatif dan kontekstual agar peserta didik tidak hanya memahami teori, tetapi juga mampu mengaitkannya dengan kehidupan sehari-hari. Salah satu pendekatan yang sejalan dengan tuntutan tersebut adalah pendekatan STEM

(*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) yang dikolaborasikan dengan model *Project Based Learning* (PjBL).

Pembelajaran biologi di sekolah menengah masih didominasi oleh metode konvensional dan berorientasi hafalan. Buku ajar yang digunakan umumnya hanya menyajikan materi secara teoritis tanpa memberikan ruang bagi peserta didik untuk mengeksplorasi dan berkreasi. Hasil observasi di SMA Negeri 1 Adonara Timur menunjukkan bahwa guru biologi belum menggunakan buku ajar yang mengintegrasikan pendekatan dan model pembelajaran, sementara siswa masih kesulitan memahami konsep-konsep biologi yang abstrak, termasuk materi tentang Fungi.

Upaya mengatasi permasalahan tersebut, diperlukan pengembangan bahan ajar yang inovatif dan menarik, salah satunya melalui buku biologi berbasis STEM-PjBL. Buku ini diharapkan dapat membantu siswa belajar secara aktif melalui kegiatan proyek yang menumbuhkan kemampuan berpikir kritis, kolaboratif, serta kreatif dalam memahami konsep fungi. Selain itu, guru dapat memanfaatkan buku ini sebagai panduan untuk melaksanakan pembelajaran yang berpusat pada peserta didik. Pengembangan buku ajar berbasis STEM-PjBL menjadi langkah strategis dalam meningkatkan kualitas pembelajaran biologi yang relevan dengan kebutuhan pendidikan abad ke-21 (Afriana et.al: 2016; Putri, 2019).

Pengembangan buku ajar merupakan proses sistematis dalam merancang bahan ajar yang sesuai dengan kurikulum, kebutuhan peserta didik, dan tujuan pembelajaran. Buku ajar berfungsi sebagai panduan sekaligus sumber belajar utama yang dapat membantu siswa memahami konsep-konsep sains secara mandiri. Menurut Rahman (2018), buku ajar yang baik tidak hanya menyampaikan materi, tetapi juga harus mengarahkan proses belajar ke arah pembelajaran yang bermakna dan kontekstual. Konteks pembelajaran biologi, buku ajar memiliki peran penting untuk menumbuhkan kemampuan berpikir ilmiah, melatih keterampilan observasi, serta meningkatkan pemahaman terhadap fenomena kehidupan (Tanjung, 2016; Luthfi et.al, 2017). Proses pengembangan buku ajar dilakukan melalui beberapa tahapan, antara lain analisis kebutuhan, penyusunan tujuan pembelajaran, pemilihan materi, perancangan penyajian, dan validasi kelayakan isi serta media (Prayitno et.al, 2020).

Selanjutnya, pendekatan pembelajaran STEM merupakan pendekatan interdisipliner yang mengintegrasikan empat bidang ilmu utama untuk membantu siswa memecahkan masalah nyata dalam kehidupan. Pendidikan STEM tidak hanya menekankan pada penguasaan konsep sains, tetapi juga mendorong peserta didik berpikir kritis, kreatif, kolaboratif, dan komunikatif. Melalui STEM, siswa diajak untuk memahami keterkaitan antara teori dan penerapan teknologi serta rekayasa dalam menyelesaikan persoalan kehidupan. Putri (2019) menjelaskan bahwa pendidikan STEM membekali peserta didik dengan kemampuan berpikir ilmiah dan inovatif, sekaligus mempersiapkan mereka menghadapi tantangan era Revolusi Industri 4.0 yang menuntut penguasaan teknologi dan kemampuan problem solving (Permanasari, 2016; Subekti et.al, 2017).

Karakteristik utama pendekatan STEM meliputi kegiatan investigatif, analisis data, perancangan solusi, serta komunikasi hasil. Dalam konteks pembelajaran biologi, penerapan STEM membantu siswa mengaitkan pengetahuan ilmiah dengan fenomena alam di sekitar mereka, seperti pertumbuhan jamur, peran mikroorganisme, atau rekayasa bioteknologi sederhana. Permanasari (2016) menegaskan bahwa pendidikan STEM efektif dalam meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi (*higher order thinking skills*) dan menumbuhkan minat belajar sains secara aktif.

Selain pendekatan STEM, penelitian ini juga berlandaskan pada model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL). PjBL merupakan model pembelajaran yang berpusat pada siswa melalui kegiatan proyek yang menantang dan kontekstual. Menurut Jauhariyyah et.al (2017), model ini mendorong siswa untuk melakukan eksplorasi, penyelidikan, dan penciptaan produk nyata berdasarkan permasalahan yang ditemukan dalam kehidupan sehari-hari. Dalam prosesnya, siswa dilatih untuk bekerja sama, mengelola waktu, serta bertanggung jawab terhadap hasil karyanya (Rofieq et.al, 2019). Langkah-langkah dalam PjBL mencakup pengajuan pertanyaan mendasar, perencanaan proyek, pelaksanaan dan monitoring, penilaian hasil, serta refleksi pengalaman belajar. Keunggulan PjBL antara lain meningkatkan motivasi belajar, melatih keterampilan kolaborasi, dan menumbuhkan kemandirian siswa dalam proses belajar (Indarti dan Purwantoyo, 2020).

Integrasi antara pendekatan STEM dan model PjBL menghasilkan suatu strategi pembelajaran yang disebut STEM-PjBL, yang memadukan kekuatan berpikir ilmiah dengan keterampilan proyek berbasis masalah nyata. Menurut Lutfi et.al (2017), pendekatan ini membantu peserta didik memahami konsep sains melalui pengalaman langsung dalam merancang, menguji, dan mempresentasikan hasil proyek yang berkaitan dengan teknologi dan rekayasa. Proses pembelajaran STEM-PjBL terdiri atas lima tahapan, yaitu *reflection* (mengaitkan masalah dengan konteks kehidupan nyata), *research* (pengumpulan informasi ilmiah), *discovery* (menemukan ide atau solusi), *application* (menerapkan konsep dalam proyek nyata), dan *communication* (menyajikan hasil dan refleksi).

Konteks pembelajaran biologi materi Fungi, integrasi STEM-PjBL menjadi sangat relevan. Peserta didik dapat diajak untuk melakukan kegiatan eksploratif seperti mengamati pertumbuhan jamur, menganalisis peran jamur dalam kehidupan, hingga membuat proyek sederhana terkait pemanfaatan fungi dalam bidang pangan atau lingkungan. Aktivitas-aktivitas tersebut tidak hanya mengasah keterampilan ilmiah, tetapi juga menumbuhkan rasa ingin tahu, kreativitas, dan kepedulian terhadap lingkungan sekitar (Hidayah, 2020; Fitrianingrum, 2021). Tujuan dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui bentuk pengembangan buku biologi SMA kelas X berbasis STEM-PjBL yang valid.

## METODE

Penelitian ini merupakan penelitian dan pengembangan (Research and Development) yang bertujuan menghasilkan produk berupa buku ajar Biologi SMA kelas X materi Fungi berbasis STEM-*Project Based Learning* (STEM-PjBL) yang valid dan layak digunakan dalam pembelajaran. Model pengembangan yang digunakan adalah model 4D (Four-D Model) yang dikemukakan oleh Thiagarajan (1974), yang meliputi empat tahapan, yaitu *Define* (pendefinisian), *Design* (perancangan), *Develop* (pengembangan), dan *Disseminate* (penyebaran).

Tahap *Define* dilakukan untuk menganalisis kebutuhan dan karakteristik peserta didik, serta kondisi pembelajaran biologi di SMA Negeri 1 Adonara Timur. Tahap ini meliputi analisis kurikulum, analisis konsep, dan analisis tugas yang menjadi dasar penyusunan buku ajar. Tahap *Design* bertujuan merancang struktur dan isi buku, termasuk penentuan peta konsep, tujuan pembelajaran, penyajian materi, kegiatan berbasis proyek, dan evaluasi. Buku disusun berdasarkan langkah-langkah pembelajaran STEM-PjBL yang terdiri atas *reflection*, *research*, *discovery*, *application*, dan *communication*.

Tahap *Develop* dilakukan dengan penyusunan draf awal buku (prototype) kemudian divalidasi oleh dua orang ahli, yaitu ahli materi dan ahli media dari Program Studi Pendidikan Biologi IKIP Budi Utomo Malang. Instrumen yang digunakan berupa lembar validasi dengan skala Likert empat tingkat untuk menilai aspek kelayakan isi, penyajian, kebahasaan, dan kegrafikan. Data hasil validasi dianalisis menggunakan analisis deskriptif kuantitatif dan kualitatif untuk menentukan tingkat kevalidan produk berdasarkan persentase penilaian. Tahap *Disseminate* dilakukan di internal kampus dan publikasi di jurnal.

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari hingga April 2020 di SMA Negeri 1 Adonara Timur, Kabupaten Flores Timur, Provinsi Nusa Tenggara Timur (NTT) dengan subjek uji kebutuhan yaitu satu guru biologi kelas X. Instrumen yang digunakan dalam pengambilan data penelitian adalah lembar validasi ahli materi, ahli media, dan angket responden. Aspek yang dinilai meliputi teknik dan kelayakan penyajian, kegrafikan, dan kebahasaan. Analisis data dilakukan secara deskriptif kualitatif.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini merupakan penelitian dan pengembangan (*research and development*) dengan model 4D Thiagarajan (*Define, Design, Develop, Disseminate*). Produk yang dihasilkan berupa buku ajar Biologi SMA kelas X materi Fungi berbasis STEM–*Project Based Learning* (STEM-PjBL). Buku ini dirancang untuk membantu guru dan siswa dalam melaksanakan pembelajaran yang kontekstual, berbasis proyek, dan berorientasi pada pengembangan keterampilan abad ke-21.

Proses pengembangan dimulai dari analisis kebutuhan guru Biologi SMA Negeri 1 Adonara Timur yang menunjukkan bahwa pembelajaran biologi masih bersifat konvensional, belum menerapkan pendekatan integratif, dan buku ajar yang digunakan belum mampu menumbuhkan kemandirian belajar peserta didik. Berdasarkan hasil tersebut, dilakukan penyusunan buku ajar yang memuat lima tahapan STEM-PjBL, yaitu *reflection, research, discovery, application, dan communication*, dilengkapi dengan peta konsep, kegiatan proyek, soal evaluasi, serta ilustrasi pendukung.

Validasi oleh ahli materi dilakukan untuk menilai kelayakan isi, kedalaman konsep, kebenaran ilmiah, dan kesesuaian dengan kurikulum 2013. Berdasarkan hasil penilaian, diperoleh skor rata-rata 96,25%, termasuk dalam kategori sangat valid. Aspek yang dinilai meliputi kesesuaian materi dengan kompetensi dasar, keakuratan konsep, kelengkapan, serta kebahasaan. Validator menyatakan bahwa isi buku sudah lengkap, menarik, dan relevan dengan pembelajaran biologi tingkat SMA. Hanya diperlukan revisi minor pada penyusunan kalimat agar lebih komunikatif bagi peserta didik.

Buku ajar yang dikembangkan dinyatakan valid dari segi isi dan cukup valid dari sisi media. Nilai validasi ahli materi sebesar 96,25% menunjukkan bahwa buku telah memenuhi syarat kelayakan ilmiah, relevansi dengan kurikulum, serta ketepatan konsep. Sementara hasil 60% dari ahli media menunjukkan bahwa penyajian visual masih perlu perbaikan agar lebih menarik perhatian siswa dan memudahkan pemahaman. Kondisi ini sejalan dengan pandangan Arikunto (1999) bahwa instrumen pembelajaran dikatakan valid apabila memenuhi kriteria kesesuaian antara isi dan tujuan penggunaannya.

Pendekatan STEM-PjBL yang digunakan dalam buku ini memadukan empat disiplin ilmu (sains, teknologi, rekayasa, dan matematika) dengan strategi pembelajaran berbasis proyek. Melalui integrasi ini, peserta didik tidak hanya memahami konsep Fungi secara teoritis, tetapi juga dilatih untuk mengaplikasikannya dalam kehidupan nyata (Pertiwi et.al, 2020). Proyek-proyek sederhana seperti

observasi jamur di lingkungan sekolah, pembuatan produk berbasis fungi, atau analisis peranan jamur dalam ekosistem menjadi sarana bagi siswa untuk belajar secara aktif dan kolaboratif.

Hasil ini menunjukkan bahwa buku ajar yang dikembangkan dapat meningkatkan minat dan keterlibatan siswa dalam proses pembelajaran. Selain itu, guru juga terbantu karena buku ini menyediakan panduan pembelajaran yang praktis dan kontekstual. Hal ini sesuai dengan pendapat Subekti et.al (2017) yang menegaskan bahwa pendekatan STEM mampu meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi dan keterampilan kolaboratif peserta didik.

Penilaian ahli media difokuskan pada aspek desain visual, tata letak, tipografi, dan kemenarikan tampilan. Hasil validasi menunjukkan nilai 60% dengan kategori cukup valid. Validator menilai bahwa secara umum tampilan buku sudah menggambarkan isi yang baik, namun masih perlu penyempurnaan dari segi komposisi warna, kerapian tata letak, serta konsistensi tipografi. Disarankan agar penyusunan visual buku memanfaatkan perangkat desain digital seperti Canva atau CorelDraw untuk meningkatkan kualitas grafis dan keterbacaan teks. Secara keseluruhan, hasil validasi menunjukkan bahwa buku ajar Biologi berbasis STEM-PjBL layak digunakan dengan revisi minor, terutama pada aspek penyajian visual. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Afriana et.al (2016) dan Prayitno et.al (2020) yang menunjukkan bahwa penerapan pendekatan STEM-PjBL dalam pembelajaran sains dapat meningkatkan literasi sains dan kemampuan berpikir kreatif. Demikian pula penelitian Jauhariyyah, Suwono, & Ibrohim (2017) yang menyimpulkan bahwa STEM-PjBL mampu meningkatkan pemahaman konsep serta menumbuhkan motivasi belajar siswa.

Aspek pengembangan bahan ajar, hasil penelitian ini juga menguatkan temuan Tanjung (2016) yang menyatakan bahwa buku ajar yang baik harus disusun berdasarkan kebutuhan siswa, disesuaikan dengan kurikulum, serta memuat unsur keterlibatan aktif peserta didik. Dengan demikian, buku biologi berbasis STEM-PjBL yang dihasilkan dapat dianggap sebagai pengembangan lanjutan dari penelitian-penelitian sebelumnya dengan fokus pada integrasi pendekatan ilmiah dan proyek kontekstual dalam pembelajaran Biologi SMA. Buku ajar Biologi berbasis STEM-PjBL memiliki potensi besar untuk diterapkan dalam kegiatan belajar mengajar di sekolah (Pertiwi et.al, 2020). Penerapannya dapat membantu siswa memahami hubungan antara teori biologi dan aplikasi dalam kehidupan sehari-hari, sekaligus membekali mereka dengan keterampilan abad ke-21 seperti berpikir kritis, kreatif, kolaboratif, dan komunikatif. Guru berperan sebagai fasilitator, sementara siswa menjadi pusat aktivitas pembelajaran yang aktif, mandiri, dan inovatif.

## **SIMPULAN**

Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa buku ajar Biologi SMA kelas X berbasis STEM-PjBL pada materi Fungi sangat valid secara isi dan cukup valid dari sisi media. Pendekatan STEM-PjBL terbukti relevan dan aplikatif untuk meningkatkan kualitas pembelajaran biologi yang bermakna, kreatif, serta kontekstual. Dengan perbaikan desain visual dan uji coba lapangan, buku ini berpotensi menjadi salah satu inovasi bahan ajar yang mendukung transformasi pendidikan abad ke-21. Saran untuk penelitian lanjutan berupa uji coba skala besar di kelas guna menilai pengaruh buku ini terhadap peningkatan hasil belajar, keterampilan berpikir tingkat tinggi, serta motivasi siswa dalam mempelajari biologi.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada SMA Negeri 1 Adonara Timur dan validator pada penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Afriana, J., Permanasari, A., & Fitriani, A. (2016). Project based learning integrated to STEM to enhance elementary school's students scientific literacy. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 5(2), 261–267. <https://doi.org/10.15294/jpii.v5i2.5493>
- Arikunto, S. (1999). *Prosedur penelitian: Suatu pendekatan praktik*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Fitriani, V. (2021). Penerapan Model Project Based Learning untuk Meningkatkan Keaktifan dan Hasil Belajar IPA Siswa Kelas V Semester 1 SDN 1 Jati Tahun Pelajaran 2020/2021. *Educatif Journal of Education Research*, 3(1), 32-47.
- Hidayah, E. N. (2020). Pengaruh Model Pembelajaran Project Based Learning Terintegrasi STEM pada Materi Sistem Pernapasan terhadap Keaktifan dan Hasil Belajar Siswa Kelas XI IPA di MAN 1 Jember Tahun Pelajaran 2019/2020. *IAIN Jember*.
- Indarti, I., & Purwantoyo, E. (2020). Keefektifan Project Based Learning dengan observasi pada materi keanekaragaman tumbuhan tingkat tinggi. *Journal of Biology Education*, 6(2), 132–139. [<https://doi.org/10.15294/jbe.v6i2.19321>](<https://doi.org/10.15294/jbe.v6i2.19321>)
- Jauhariyyah, F. R., Suwono, H., & Ibrohim. (2017). Pengaruh pembelajaran berbasis proyek berpendekatan STEM terhadap motivasi dan hasil belajar biologi siswa SMA. *Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia*, 3(3), 266–273.
- Lutfi, A., Ismail, & Azis, M. (2017). Penerapan model pembelajaran berbasis proyek (Project Based Learning) berpendekatan STEM untuk meningkatkan hasil belajar dan keterampilan berpikir kritis peserta didik. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 5(1), 20–28.
- Permanasari, A. (2016). STEM education: Inovasi dalam pembelajaran sains. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Sains*, 23–34. Surabaya: Universitas Negeri Surabaya.
- Pertiwi, T. U., Oetomo, D., & Sugiharto, B. (2020). The effectiveness of STEM Project-Based Learning in improving students' environmental literacy abilities. *Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia*, 6(2), 189–197. [<https://doi.org/10.22219/jpbi.v6i2.33562>](<https://doi.org/10.22219/jpbi.v6i2.33562>)
- Prayitno, T. A., Hidayati, N., & Uma, N. U. R. (2020). Pengembangan buku ajar biologi berbasis STEM Education–PjBL pada materi Plantae. *Jurnal Biologi dan Pembelajarannya (JB&P)*, 9 (1), 45–52. [<https://doi.org/10.29407/jbp.v9i1.23022>](<https://doi.org/10.29407/jbp.v9i1.23022>)
- Putri, D. M. (2019). Implementasi pendekatan STEM dalam pembelajaran IPA untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa SMP. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Sains (JPPS)*, 2(1), 45–53.
- Rahman, M. A. (2018). *Pengembangan bahan ajar yang menarik dan interaktif untuk pembelajaran sains di abad 21*. Yogyakarta: Deepublish.
- Rofieq, A., Latifa, R., Susetyarini, E., & Purwatiningsih, P. (2019). Project-based learning: Improving students' activity and comprehension through lesson study in senior high school. *Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia*, 5(1), 41–50.
- Subekti, H., Taufiq, M., Susilo, H., Ibrohim, & Suwono, H. (2017). Mengembangkan keterampilan berpikir tingkat tinggi melalui pembelajaran berbasis proyek dan STEM education. *Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia*, 3(2), 101–112. <https://doi.org/10.22219/jpbi.v3i2.4277>
- Tanjung, R. (2016). Pengembangan buku ajar berbasis kontekstual pada pembelajaran biologi SMA. *Jurnal Pendidikan Biologi*, 8(1), 34–42.
- Thiagarajan, S., Semmel, D. S., & Semmel, M. I. (1974). *Instructional development for training teachers of exceptional children: A sourcebook*. Bloomington, IN: Center for Innovation in Teaching the Handicapped.