



Tersedia online di EDUSAINS  
Website: <http://journal.uinjkt.ac.id/index.php/edusains>  
EDUSAINS,14(2), 2022, 137-147



Research Artikel

**DEVELOPMENT OF STEM BASED E-MODULES ABOUT SOCIO-SCIENTIFIC  
ISSUES THE EAST KALIMANTAN TROPICAL RAINFOREST**

**PENGEMBANGAN E-MODUL BERBASIS STEM TENTANG ISU SOSIOSAINTEKNIK  
HUTAN HUJAN TROPIS KALIMANTAN TIMUR**

**Erna Suhartini<sup>1\*</sup>, Rosita Putri Rahmi Haerani<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup> Program Studi Pendidikan Guru Sekolah Dasar, FKIP, Universitas Mulawarman  
[erna.suhartini@fkip.unmul.ac.id](mailto:erna.suhartini@fkip.unmul.ac.id)<sup>1\*</sup>

**Abstract**

*The aim of this study is to create STEM-based science e-modules contains East Kalimantan-specific concepts, such as habitats, ecosystems, resource use, environmental pollution, and fauna conservation. In addition, this research also evaluates how students' response as user to the use of e-modules. This study uses the Borg and Gall research and development (RnD) model, which is only applicable to the main product revision stage in this paper. Student answer questionnaires, material and media expert validation sheets were the instruments utilized in this investigation. Three experts who taught the discipline of biology education and computer education validated the work of material and media specialists. According to the validators' evaluation, the final module is valid and very testable, with the average percentage of media expert review is 97.62% and content expert review is 87.50%. 11 students from the Elementary School Teacher Education Study Program, FKIP, Mulawarman University, participated in the e-module trial phase. According to the answer questionnaire, the created e-module received a positive response with an average percentage of 90.77%, placing it in the satisfactory range and making it safe for use as a learning resource in the instructional process.*

**Keywords:** e-module; science learning; STEM; socioscientific issues, tropical rainforest

**Abstrak**

Tujuan dari penelitian adalah untuk mengembangkan e-modul STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematic) pada beberapa topik tertentu meliputi habitat, ekosistem, pemanfaatan sumber daya alam, pencemaran lingkungan dan konservasi fauna khas Kalimantan Timur, dan menemukan dampak e-modul pada respon penggunaannya yaitu mahasiswa. Penelitian ini menggunakan paradigma pengembangan Borg and Gall, yang merupakan jenis penelitian dan pengembangan (R&D) yang kami batasi hanya sampai pada tahap 5 yakni tahap revisi produk. Kuesioner tanggapan pengguna, lembar validasi ahli materi dan media digunakan dalam pengambilan data penelitian. Validasi pakar materi dan media dilakukan oleh 3 orang pakar yang merupakan dosen prodi pendidikan biologi dan pendidikan komputer. Berdasarkan penilaian para pakar selaku validator, modul akhir dinyatakan valid dan sangat dapat diuji coba skala besar, dengan rata-rata persentase dari pakar media sebesar 97,62%. Pakar pada materi juga menyatakan rerata persentase yang tinggi yaitu 87,50%. Sebelas mahasiswa dari Program Studi Pendidikan Guru Sekolah Dasar, FKIP, Universitas Mulawarman, mengikuti tahap uji coba kelompok kecil e-modul. Berdasarkan angket respon pengguna, e-modul yang dibuat mendapat respon yang sangat positif dengan persentase rata-rata 90,77%, sehingga diputuskan layak untuk digunakan sebagai sumber belajar dalam proses pembelajaran.

**Keywords:** e-modul; pembelajaran IPA; STEM; Isu Sosiosaintifik, hutan hujan tropis.

**Permalink/DOI:** <http://doi.org/10.15408/es.v13i2.28745>

**How To Cite:** Suhartini, E., Haerani, R.P.R. (2022). Development Of STEM Based E-Modules About the East Kalimantan Tropical Rainforest. *EDUSAINS*, 14 (2) : 137-147.

\*Corresponding author

Received: 25 October 2022; Revised: 11 November 2022; Accepted: 29 December 2022

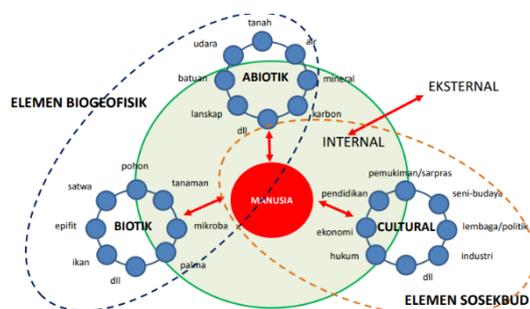
EDUSAINS, p-ISSN 1979-7281 e-ISSN 2443-1281

This is an open access article under CC-BY-SA license (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>)

## PENDAHULUAN

Salah satu disiplin ilmu yang yang krusial bagi kemajuan kehidupan manusia adalah Ilmu Pengetahuan Alam (OECD, 2016). Perkembangan penggunaan teknologi pada berbagai lini kehidupan manusia diberbagai sektor pendidikan mulai dari pendidikan dasar, menengah hingga pendidikan tinggi yang menandai revolusi industri saat ini (4.0) dalam kehidupan manusia (Ghufron, 2018). Perguruan tinggi diharapkan mampu menghasilkan output dalam kondisi siap ketika memasuki dunia kerja, khususnya dari segi kemampuan berpikir, dimana mahasiswa harusnya berpikir lebih dari sekedar mengingat dan mencerna informasi. Lulusan perguruan tinggi harus dapat menerapkan pengetahuan baru mereka untuk mengatasi masalah di dunia nyata, tidak hanya keterampilan ICT tetapi juga *soft skill* seperti pemecahan masalah, kemampuan analisis, bekerja dalam tim dan komunikasi yang efektif (Hendarman & Tjakraatmadja, 2012)

Hasil analisis kebutuhan yang dilakukan di Universitas Mulawarman terhadap mahasiswa PGSD FKIP mengungkapkan bahwa ada beberapa permasalahan tentang bagaimana perkuliahan IPA dilaksanakan, diantaranya tidak banyak sumber daya pengajaran yang dikembangkan terkait kurikulum KKNi dan masih dalam tahap awal pengembangan pemikiran kritis mahasiswa. Selain itu, selama ini belum ada modul perkuliahan di prodi PGSD yang dikembangkan dengan memasukkan Pola Ilmiah Pokok (PIP) Universitas Mulawarman (Unmul) yakni kajian hutan hujan tropis lembab dan sekitarnya yang menjadi penciri pemikiran strategis dalam pendidikan di Unmul (Gambar 1).



Gambar 1. Ekosistem Kompleks Hutan Tropis Lembab (ABC-Spheres) a.i Kaltim

PIP berisikan tema-tema kajian Hutan Tropis Lembab dan Lingkungannya (HTLL): iklim; pangan; batuan dan air; keanekaragaman tumbuhan dan hewan; kosmetik; kesehatan dan penyakit masyarakat; papan; regulasi hutan tropis; konservasi lingkungan hutan tropis; teknologi ramah lingkungan; nilai, norma, aturan dan hukum di masyarakat; interaksi sosial masyarakat; budaya masyarakat; pelestarian dan transformasi nilai-nilai sosial; kegiatan ekonomi masyarakat; komunikasi era digital di masyarakat; pengangguran masyarakat; pemasaran dan manajemen masyarakat; dan manajemen hutan tropis berkelanjutan. Uraian tema dan topik terkait HTLL dalam penelitian ini difokuskan pada tema: 1. Entitas lingkungan fisik, Topik: Eksplorasi, Pemanfaatan dan Penggunaan SDA dan Lingkungan: Memuat tentang prosedur, aturan, norma, hukum dan lain-lain dalam Muatan Kurikulum: 1.6.1. Pemanfaatan SDA: Konsep prinsip dan tujuannya. 1.6.2. Berbagai peraturan dan regulasi terkait dengan pemanfaatan SDA di daerah hutan hujan tropis, 1.6.4. Peran masyarakat dalam pemanfaatan SDA agar tidak berdampak buruk. Pengintegrasian PIP Unmul dalam proses pembelajaran berdampak pada hasil belajar dan tumbuhnya berpikir kritis menjadi kurang optimal ketika mahasiswa dominan hanya menggunakan sumber belajar seperti lembar kerja siswa (LKM) dan buku konsep IPA dasar dengan cakupan yang begitu luas dan tanpa memperhatikan konteks.

Ketersediaan bahan ajar berupa modul termasuk faktor yang dapat membantu pengembangan keterampilan khususnya berpikir pada kegiatan pembelajaran era revolusi 4.0. Sebuah modul dapat dikatakan sebagai bahan ajar yang dikonstruksi secara sistematis, mencakup metode, materi, tujuan pembelajaran, dan instruksi penggunaan. Modul juga sebaiknya mampu menguji kemampuan mahasiswa dengan kegiatan yang ditawarkan dalam modul, memungkinkan siswa untuk menggunakannya secara mandiri (Aditia & Muspiroh, 2013). Dengan menggabungkan media dengan perangkat elektronik, pendidik dapat merancang modul yang akan menarik perhatian mahasiswa. E-modul dapat digunakan pada komputer pribadi (PC), laptop, atau bahkan smartphone dan menggabungkan

animasi, simulasi, dan video selain teks dan grafik (Gilakjani & others, 2012). Dosen dan mahasiswa dapat berkomunikasi dengan menggunakan modul secara langsung dalam e-modul, dimana e-modul dapat menjadi pendukung pembelajaran yang baik untuk memfasilitasi pembelajaran (Schullo, Hilbelink, Venable, & Barron, 2007). Selain itu, E-Modul memiliki sejumlah manfaat, antara lain kemampuan untuk mengaksesnya kapan saja, di mana saja, dan meningkatkan kualitas pembelajaran, juga dapat membuat pengalaman belajar lebih menarik dan partisipatif (Kustandi & Sutjipto, 2011). Sebuah ide yang sebanding juga dikutip, bahwa penggunaan e-modul dalam suatu proses mengajar mampu membantu meningkatkan berpikir kritis, menciptakan lingkungan yang menarik, efektif, inovatif. Hal ini juga dapat membantu siswa mengembangkan kreativitasnya (Budiarti, Nuswawati, & Cahyono, 2016)

E-modul tentunya harus dihubungkan dengan pembelajaran yang tepat agar dapat merangsang keterampilan berpikir mahasiswa. Pendekatan *Science, Technology, Engineering, Mathematic* (STEM) dapat membantu siswa mengembangkan keterampilan abad 21 (Ginjar & Suhadi, 2018). Penggunaan STEM dalam pendidikan secara umum dapat mempromosikan perancangan, pengembangan, dan penggunaan teknologi serta meningkatkan keterampilan berpikir manipulatif, serta afektif, lebih jauh mampu pula menerapkan pengetahuan (Kapila & Iskander, 2014). Dimasukkannya *Socio-Scientific Issues* (SSI) berbasis lingkungan sebagai situasi masalah dalam STEM menawarkan banyak peluang untuk melibatkan mahasiswa dalam pemecahan masalah yang relevan dan kontroversial serta terkoneksi secara substantif dengan sains (Ewing & Sadler, 2020). Konsep STEM-SSI memungkinkan mahasiswa berpikir untuk menggunakan pengetahuan dan keterampilan mereka membuat suatu temuan atau berinovasi mengembangkan suatu produk guna menjawab permasalahan socio-saintifik dalam peristiwa ilmiah yang kompleks dan masalah kehidupan nyata dalam kehidupan sehari-hari.

Kehidupan sehari-hari dipengaruhi oleh isu-isu sosio-ilmiah lingkungan, dan sangat penting

untuk dimunculkan dalam perkuliahan kepada mahasiswa guna menumbuhkan pemikiran kritis karena merupakan isu kontekstual juga sering muncul di Indonesia, dan dapat ditelaah dari perspektif tentang politik, etika, dan pengetahuan (Kolst et al., 2006, dalam Ozturk & Yilmaz-Tuzun, 2017).

Karakteristik masalah yang sesuai dengan isu sosial-ilmiah adalah lingkungan. Hal ini disebabkan oleh fakta bahwa isu-isu terkait lingkungan umumnya tidak terbatas pada mencakup substansi ilmiah tetapi lebih lanjut juga faktor lainnya termasuk sosial, ekonomi, dan politik, sehingga sering dijadikan konteks dalam suatu perdebatan (Pujayanti, 2012)

Penelitian sebelumnya terkait STEM- telah banyak dilakukan oleh sejumlah peneliti, termasuk penelitian Hidayati et al. (2019), menyakinkan bahwa Sintaks dari pembelajaran berbasis pendekatan STEM yang terintegrasi dalam bahan ajar membantu memicu mahasiswa mengembangkan kemampuan berpikir kritis. Selain itu, menurut Astuti, Rusilowati, & Subali (2021) pembelajaran melalui pendekatan STEM dapat meningkatkan kemampuan pemecahan masalah yang terkait langsung dengan berpikir kritis. Penelitian lain menyebutkan bahwa STEM yang diintegrasikan dalam E-modul dapat membantu siswa kelas atas mengembangkan keterampilan mereka untuk berpikir tingkat tinggi (Sari & Sutihat, 2022). Menurut penelitian lain ditemukan bahwa modul sains dengan kearifan lokal dimungkinkan untuk meningkatkan literasi sains teoritis atau praktis siswa. (Setiawan, Innatesari, Sabtiawan, & Sudarmin, 2017)

Penelitian sebelumnya secara umum difokuskan pada pengajaran STEM dan SSI dan konteks lingkungan, hanya saja belum ada yang secara khusus membahas masalah sosio-ilmiah yang terkait dengan hutan hujan tropis dan lingkungannya termasuk pengembangan e-modul terkait. Hutan lembab tropis dengan kekhasannya sebagai penyumbang 40% oksigen dunia (Subagiyo, Herliani, Sudarman, & Haryanto, 2019), sehingga konservasi SDA terkait keanekaragaman hayati akibat deforestasi hutan hujan tropis menjadi tanggung jawab bersama.

Hal inilah yang membuat penelitian ini sedikit berbeda dari beberapa penelitian yang sebelumnya dipaparkan. Fokus utama penelitian ini adalah bahan ajar IPA berbasis STEM dalam konteks isu sosio saintifik yakni penyelamatan habitat akibat deforestasi di hutan hujan tropis di Kalimantan Timur.

Berdasarkan analisis di atas, pendidikan IPA berbasis STEM sangat penting bagi mahasiswa. Secara khusus, diperlukan modul yang mengkaji bagaimana isu-isu sosio-ilmiah seperti hutan hujan tropis lembab dan lingkungannya serta penerapannya dalam keseharian mahasiswa. Modul yang dikembangkan juga dimaksudkan sejalan dengan PIP Universitas Mulawarman, dan terintegrasi STEM. Hal ini dimaksudkan agar mahasiswa dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritisnya karena pembelajaran IPA tidak hanya terfokus pada pemahaman konsep. Oleh karena itu, tujuan akhir dari penelitian yang kami tulis dalam artikel ini adalah untuk (1) Membuat desain dan memproduksi e-modul IPA berbasis STEM terkait isu sosiosaintifik Hutan hujan tropis Kalimantan timur, (2) Menilai kelayakan modul IPA berbasis berbasis STEM terkait isu sosiosaintifik Hutan hujan tropis Kalimantan timur.

## METODE

Penelitian ini menggunakan paradigma pengembangan Borg and Gall (2003), yang merupakan jenis penelitian dan pengembangan (R&D), yang kami batasi untuk tulisan ini hanya pada tahap 5 yakni tahap revisi produk.

Subjek pada penelitian terdiri atas responden dan validator. Responden berjumlah 11 orang mahasiswa prodi PGSD, FKIP Universitas Mulawarman dan 3 orang pakar sebagai validator materi dan media yang merupakan dosen prodi pendidikan biologi dan pendidikan komputer.

Instrumen pada penelitian antara lain instrument validasi materi dan media. Peneliti memasukan 40 pertanyaan dalam survei yang diberikan untuk mengukur kualitas media Angket digunakan untuk mengumpulkan data, terdiri atas angket validasi pakar media meliputi aspek tampilan bahan ajar, integrasi media, dan aspek teknis, angket ahli materi berdasarkan aspek

kelayakan isi, kelayakan penyajian, bahasa, STEM, SSI, dan konten berpikir kritis. Oleh karena itu, baik data kuantitatif maupun kualitatif, keduanya digunakan dalam penelitian ini. skor dari Angket validasi modul, berfungsi sebagai jenis data kuantitatif. Sedangkan, informasi kualitatif yang diperoleh dari pernyataan tertulis yang diberikan validator kuesioner. Tabel 1 menampilkan kriteria evaluasi untuk penskoran penilaian instrumen kevalidan pada lembar angket validasi ahli.

Tabel 1. Skor Penilaian Instrumen Kevalidan

Skor	Indikator
1	Kurang Baik/tidak sesuai
2	Cukup Baik/Kurang sesuai
3	Baik/sesuai
4	Sangat baik Sangat sesuai

Diadaptasi dari Zunaidah & Amin (2016)

Proporsi hasil kuesioner dianalisis secara statistik untuk menilai data kuantitatif. Analisis deskriptif kemudian setelahnya dilakukan dengan menggunakan temuan analisis statistik. Dengan menggunakan rekomendasi kriteria validitas pada Tabel 2, proporsi data penilaian yang diperoleh kemudian diubah menjadi data deskriptif verbal.

Tabel 2. Kriteria Kevalidan

Persentase (%)	Kualifikasi	Keputusan
$85 < NA \leq 100$	Sangat Valid	Produk siap digunakan
$70 < NA \leq 85$	Valid	Produk siap digunakan
$55 < NA \leq 70$	Cukup Valid	Produk dapat digunakan dengan sedikit perbaikan yang tidak mendasar
$40 < NA \leq 55$	Kurang Valid	Produk perlu direvisi
$0 \leq NA \leq 40$	Tidak Valid	Produk Gagal

Diadaptasi dari Maharani et al. (2018), dan Sudjana (2014)

Untuk menghasilkan data kualitatif, digunakan komentar serta saran dari angket penilaian ahli media maupun materi. Modul akan diperbarui melalui proses revisi, dengan informasi terkait masukkan pakar untuk meningkatkan kevalidannya.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Tahap pembuatan dan pengujian produk yang dikenal sebagai "pengembangan" adalah ketika konsep dan desain diubah menjadi produk jadi. Pada tahap ini dibuat draft e-modul yang menggabungkan semua desain dari tahap desain dan sejalan dengan informasi yang diperoleh berdasarkan temuan analisis kebutuhan pembelajaran. E-modul ini disesuaikan dengan fitur pendidikan sains yang didasarkan pada STEM-SSI sehingga mahasiswa dapat memanfaatkannya secara mandiri.

Aplikasi Canva digunakan untuk membuat sampul e-modul. Pertama, penulis memilih desain template terbaik. Selanjutnya peneliti mengunggah gambar yang akan dijadikan sebagai background cover. Setelah itu, peneliti menyesuaikan posisi gambar dan menambahkan filter dan edit teks. Langkah terakhir adalah menyimpan hasil desain.



Gambar 1. Sampul Awal

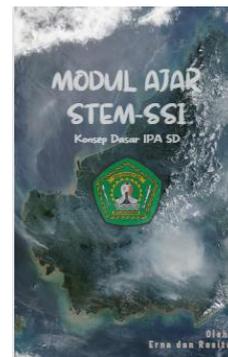
Modul juga didesain memuat kegiatan pembelajaran terdiri dari 6 kegiatan, yaitu Kegiatan (1). Habitat dan *endangered species*: Bekantan, (2) Survey habitat, (3) Perubahan habitat dan pencemaran, (4) Pelestarian lingkungan, (5) Kegiatan SSI terkait deforestasi, dan (6) proyek STEM diakhir modul dengan tujuan dihasilkannya produk model habitat hewan asli kalimantan timur. Terdapat video pembelajaran, tugas, penilaian formatif, dan konten dalam bentuk video pembahasan materi. Desain latar belakang setiap halaman awalnya dibuat dengan mengunggah gambar yang telah dipilih peneliti, menskalakannya agar sesuai dengan ukuran kertas, dan kemudian menambahkan berbagai bentuk (bentuk), gambar animasi, dan deskripsi konten yang terorganisir secara logis. Ketika materi dikonversi ke *flip pdf corporate*, video

pembelajaran dimasukkan dengan menyertakan ID Video.



Gambar 2. Isi Materi dan kegiatan Pembelajaran berbasis STEM-SSI

Sampul belakang e-modul dibangun dengan bantuan Canva dengan menggabungkan berbagai gambar dan bentuk serta identitas penulis, yang kemudian dialokasikan ke Canva dan disertai penambahan dengan elemen lain dari e-modul.



Gambar 3. Cover belakang e-modul

Evaluasi sumber ajar yang dalam tulisan ini adalah modul dilakukan untuk mengevaluasi hasil bahan ajar berbasis STEM-SSI, ditinjau dari sudut tampilan sumber ajar, integrasi media, dan unsur teknis. Ahli yang mumpuni di bidang media pembelajaran yang mengajar di program studi pendidikan komputer Universitas Mulawarman membuat penilaian terhadap media. Angket diberikan kepada ahli untuk mengevaluasi kelayakan modul berisi 19 item yang dimasukkan dan diedarkan untuk mengukur kualitas media. Informasi tentang skor yang perolehan dari evaluasi pakar media disediakan di bawah ini.

Tabel 3. Data Hasil Penilaian Ahli Media

Aspek	Persentase (%)	Kualifikasi
Tampilan Bahan Ajar	100	Sangat Valid
Integrasi Media	100	Sangat Valid
Aspek Teknis	92,86	Sangat Valid
Rata-rata	97,62	Sangat Valid

Mengacu tabel kriteria kelayakan media kemudian dilakukan penerjemahan temuan skor persentase kelayakan media ke dalam kualifikasi. Sehingga, dinyatakan temuan evaluasi media pembelajaran oleh ahli media dibagi pada kualifikasi “Sangat valid”, dimana secara keseluruhan didapatkan persentase dari keseluruhan validator ahli media adalah 97,62 %, produk diputuskan siap untuk digunakan pada tahap lanjutan yaitu implementasi.

Selain itu temuan penyerta dari proses pengujian media dalam bahan ajar berbasis STEM-SSI juga berupa komentar dari ahli media adalah sebagai berikut:

*“Modul ajar yang dikembangkan sudah sangat baik, dari segi desain layout atau tampilan modul sangat interaktif, tidak monoton. Dari segi pemilihan warna sangat tepat dan sesuai dengan pokok materi yang dibahas, pemilihan warna sangat sejuk dan segar di mata tidak membuat lelah mata pengguna meskipun modul dibaca dalam waktu yang cukup lama. Saran yang bisa diberikan terdapat keberlanjutan dari pengembangan modul ini dengan menambahkan pokok bahasan atau unit lain sehingga menjadi satu kesatuan modul ajar utuh yang dapat digunakan oleh siswa dalam satu semester pembelajaran.”*

Penilaian ahli materi meliputi kelayakan materi yang dilihat dari aspek kelayakan isi, kelayakan penyajian, bahasa, STEM, SSI dan muatan berpikir kritis. Expert judgement dalam penilaian materi ini adalah dosen pendidikan biologi, Universitas Mulawarman. Sebanyak 59 butir dalam angket yang telah disebar digunakan

untuk mengumpulkan data dari ahli materi. Berikut ini adalah temuan evaluasi skor spesialis materi.:

Tabel 4. Data Hasil Penilaian Ahli Materi

Aspek	Persentase (%)	Kualifikasi
Kelayakan Isi	87,50	Sangat Valid
Kelayakan Penyajian	79,17	Valid
Bahasa	77,78	Valid
Integrasi STEM	84,38	Valid
Isu sosiosaintifik (Penyelamatan Habitat)	100	Sangat Valid
Komponen berpikir kritis	96,15	Sangat Valid
Rata-rata	87,50	Sangat Valid

Hasil penilaian modul yang berasal dari ahli materi pada semua aspek dikategorikan “Sangat Valid”, secara keseluruhan didapatkan persentase dari keseluruhan validator ahli materi adalah 87,50%, dengan keputusan siap digunakan. Saat menguji e-modul dengan tunjauan materi, ahli menawarkan rekomendasi untuk konten e-modul, yaitu Ketepatan struktur kalimat, Keefektifan kalimat, Keterbacaan pesan, kata pengantar, daftar isi, petunjuk penggunaan, Penambahan halaman, informasi format pengumpulan tugas, gambar yang lebih relevan, sumber gambar dan keterangan gambar, resolusi gambar, petunjuk kegiatan diperjelas.

Produk tersebut kemudian dimasukkan melalui percobaan terbatas pada kelompok kecil untuk memastikan bahan ajar berfungsi sebagaimana dimaksud. Pengujian terbatas tersebut mengenai respon pengguna terhadap fungsi-fungsi yang dijalankan. Pengambilan data respon pengguna untuk menilai ketertarikan produk bahan ajar berbasis STEM-SSI dan menilai apakah produk berfungsi dengan baik ketika digunakan pengguna, dilihat dari aspek Konten, interaktifitas, umpan balik, desain screen, preferences, STEM-SSI, bahasa, dan keterampilan berpikir kritis. Responden adalah 11 orang mahasiswa prodi PGSD Universitas Mulawarman.

40 pertanyaan dimasukkan dalam survei yang diberikan untuk mengukur kualitas media. Temuan skor penilaian respon pengguna ditunjukkan pada tabel di bawah ini.

Tabel 5. Data Hasil Respon Pengguna

Aspek	Persentase (%)	Kategori
Konten	92,86	Sangat Baik
Interaktifitas	88,64	Sangat Baik
Desain	92,27	Sangat Baik
Preferences	90,91	Sangat Baik
STEM-SSI	88,18	Sangat Baik
Berpikir kritis	87,06	Sangat Baik
Bahasa	95,45	Sangat Baik
Rata-rata	90,77	Sangat Baik

Sehingga dalam penelitian ini, dimana diperoleh hasil respon mahasiswa secara keseluruhan mencapai persentase 90,77%, dan dinyatakan bahwa uji kelompok kecil menunjukkan respon “Sangat baik”.

Pengembangan bahan ajar Modul digital berbasis STEM-SSI pada tema hutan hujan tropis di PGSD Universitas Mulawarman, di beri masukkan untuk tahap revisi oleh validator ahli materi dan media. Serta mendapatkan masukan dari proses pengujian bahan ajar berupa respon pengguna modul. Adapun revisi yang dilakukan berdasarkan saran yang diungkapkan oleh para validator yang sebelumnya telah mengvalidasi media dan materi.

Revisi yang dilakukan pada produk akhir dari pengembangan bahan ajar berbasis STEM-SSI ini adalah mengenai Ketepatan struktur kalimat, Keefektifan kalimat, Keterbacaan pesan, ditemukan beberapa kesalahan penulisan atau *typo*, dan beberapa kalimat yang kurang jelas maksudnya, adapula yang kalimatnya terlalu pendek atau terlalu panjang sehingga dirasa kurang efektif. Agar mahasiswa dapat memahami bahan ajar, maka kalimat yang digunakan harus sangat terbaca. Aturan tata bahasa harus diikuti, dan sebaiknya menggunakan kosakata yang kaya tetapi dapat dimengerti dan digunakan secara luas oleh banyak orang. Mahasiswa juga lebih menyukai jenis kalimat dengan jumlah kata yang cukup

banyak sehingga memiliki makna lebih kompleks (Sugianto, Ahied, Hadi, & Wulandari, 2018) dan memiliki notasi, huruf, gambar, foto, dan ilustrasi lain yang diperuntukkan menyampaikan pesan harus memiliki makna yang tinggi (Bahtiar, 2015)

hutan). Namun, habitat beruang madu tidak akan memiliki pengaturan yang sesuai, jika tidak memiliki cukup ruang bagi beruang madu ini untuk membangun wilayahnya sendiri.

(a)

hutan). Namun, jika tidak para hewan, misalnya beruang madu tidak memiliki cukup ruang untuk membangun tempat tinggalnya sendiri, maka habitat beruang madu akan kehilangan dukungan dari lingkungan untuk keberlangsungan hidupnya.

(b)

Gambar 4. Contoh kalimat dalam e-modul (a) sebelum revisi (b) setelah revisi

Kata pengantar juga merupakan komponen modul yang ditemukan belum lengkap pada draf awal modul. Kata pengantar modul berfungsi sebagai landasan konseptual untuk analisis, perencanaan, pengembangan, pelaksanaan, dan penilaian, oleh karena itu kata pengantar merupakan anatomi penting yang harus dimasukkan dalam modul. (Pohan, 2014). Sehingga pada draf akhir modul ditambahkan kata pengantar yang memperjelas tentang gambaran umum modul pada pembaca.



Gambar 5. Tampilan Penambahan komponen Kata Pengantar

Penambahan halaman juga menjadi aspek yang disoroti oleh ahli materi, sehingga pada tahap akhir dari modul, ditambahkan halaman untuk

mempermudah pembaca dari modul berbasis STEM-SSI, sejalan menurut Rahdiyanta (2016) nomor halaman ada, sebaiknya juga memuat daftar isi disertakan dalam desain modul. Hal ini dilakukan untuk memudahkan mahasiswa menemukan topik, serta memudahkan mahasiswa dalam mencari halaman yang diinginkan.



Gambar 6. Tampilan Penambahan komponen halaman e-modul

Revisi berikutnya adalah terkait pemberian petunjuk penggunaan modul, dimana komponen ini tidak muncul pada prototype awal bahan ajar berbasis STEM-SSI. Petunjuk penggunaan bahan ajar penting dimunculkan pada suatu bahan ajar karena berfungsi sebagai panduan penggunaan bahan ajar yang ditujukan kepada pengguna yaitu mahasiswa maupun dosen. Petunjuk penggunaan media pembelajaran ini berada diletakkan diawal halaman sebelum masuk ke kegiatan belajar modul. Isi dari petunjuk penggunaan ini adalah tata cara menggunakan modul, peruntukannya bagi mahasiswa maka semester berapa, CPMK yang dimuatkan, sehingga jelas ini peruntukannya bagi siapa dan tujuan pembelajaran. Hal ini sesuai dengan pemikiran bahwa jika sebuah modul memiliki instruksi atau petunjuk penggunaan yang jelas, maka modul dapat digunakan secara mandiri (Khoirudin, 2019).



Gambar 7. Tampilan Penambahan Petunjuk Penggunaan e-modul

Pada modul telah ditambahkan pula sumber rujukan berupa daftar pustaka dan pada tiap gambar juga telah dicantumkan sumbernya untuk menghindari tindakan plagiat yang Menurut Peraturan Menteri Pendidikan RI Nomor 17 Tahun 2010 disebut sebagai kegiatan seseorang yang memanfaatkan seluruh atau sebagian dari suatu karya ilmiah pihak lain tanpa menyebutkan sumbernya dianggap sebagai tindakan yang termasuk plagiat, baik dilakukan dengan sengaja maupun tidak. (Wijaya, 2018) Senada dengan hal tersebut, Gunawan (2022) menambahkan bahwa salah satu etika menulis modul adalah menyertakan sumber.



(a)



(b)

Gambar 8. Tampilan e-modul dengan penambahan a) Rujukkan, b) daftar pustaka

Penambahan gambar yang lebih relevan juga dilakukan, sehingga ditambahkan gambar-gambar yang terkait dalam kegiatan belajar. Sedapat mungkin semua uraian dalam modul ditambahkan gambar penjelas yang resolusi gambarnya lebih baik lagi. Penggunaan grafik ini juga sesuai dengan keyakinan bahwa gambar, diagram, atau grafik digunakan dalam modul mengikuti tiap uraian yang dimuatkan (Sungkono, 2009)



(a)



(b)

Gambar 9. Tampilan Perbaikan resolusi gambar  
(a) sebelum dan (b) sesudah revisi

Teknik yang paling efektif untuk menghasilkan dan menyampaikan fakta dan data ilmiah adalah melalui gambar. Lebih baik daripada kata-kata, gambar yang menarik dapat mengomunikasikan temuan ilmiah, sementara gambar yang tidak menarik dapat dengan mudah mengubah temuan atau kesimpulan (Watson & Lom, 2008) Ini juga didukung oleh klaim berbasis data penelitian bahwa teks yang terintegrasi dengan gambar, pemrosesan integrative keduanya menghasilkan hasil belajar yang lebih baik. (Mason, Tornatora, & Pluchino, 2013).

## PENUTUP

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa E-modul berbasis STEM terkait isu Sosio-saintifik hutan hujan tropis Kalimantan Timur yang telah di kembangkan dinilai sangat valid berdasarkan penilaian ahli materi dan ahli media. Uji coba pada kelompok kecil mendapatkan respon oleh pengguna yakni mahasiswa dengan hasil respon pada kategori sangat baik dan sangat layak untuk digunakan.

Selanjutnya penelitian dilanjutkan dengan melakukan revisi produk berdasarkan hasil masukan dari validator.

Penelitian pengembangan yang telah dilakukan saat ini hanya difokuskan pada pembuatan dan pengujian e-modul pada salah satu materi konsep dasar IPA yaitu ekologi untuk satu program studi. Oleh karena itu, peneliti dapat memberikan suatu rekomendasi untuk penelitian selanjutnya, antara lain perlunya membuat e-modul IPA pembeding dengan menggunakan sumber daya yang beragam guna memperluas jumlah sumber belajar yang terintegrasi dengan STEM-SSI..

## DAFTAR PUSTAKA

- Aditia, M. T., & Muspiroh, N. (2013). Pengembangan modul pembelajaran berbasis sains, lingkungan, teknologi, masyarakat dan Islam (Salingtemasis) dalam meningkatkan hasil belajar siswa pada konsep ekosistem kelas X di SMA NU (Nadhatul Ulama) Lemahabang Kabupaten Cirebon. *Scientiae Educatia: Jurnal Pendidikan Sains*, 2(2), 127–148.
- Astuti, N. H., Rusilowati, A., & Subali, B. (2021). STEM-Based Learning Analysis to Improve Students' Problem Solving Abilities in Science Subject: a Literature Review. *Journal of Innovative Science Education*, 9(3), 79–86. <https://doi.org/10.15294/jise.v9i2.38505>
- Bahtiar, E. T. (2015). Penulisan bahan ajar. *Artikel Disajikan Dalam Kegiatan Conference Paper Di Bogor*.
- Budiarti, S., Nuswowati, M., & Cahyono, E. (2016). Guided inquiry berbantuan e-modul untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis. *Journal of Innovative Science Education*, 5(2), 144–151.
- Ewing, M., & Sadler, T. D. (2020). Socio-scientific issues instruction: An interdisciplinary approach to increase relevance and systems thinking. *The Science Teacher*, (November/December), 18–22. Retrieved from <https://www.nsta.org/science->

teacher/science-teacher-  
novemberdecember-2020/socio-scientific-  
issues-instruction

- Ghufron, G. (2018). Revolusi Industri 4.0: Tantangan, Peluang, dan solusi bagi dunia pendidikan. *Seminar Nasional Dan Diskusi Panel Multidisiplin Hasil Penelitian Dan Pengabdian Kepada Masyarakat 2018*, 1(1).
- Gilakjani, A. P., & others. (2012). Visual, auditory, kinaesthetic learning styles and their impacts on English language teaching. *Journal of Studies in Education*, 2(1), 104–113.
- Ginancar, G. G., & Suhadi, M. (2018). Stem Based Learning Development Design in 2013 Curriculum Integrated by Quran. *Pancaran Pendidikan*, 7(2).
- Gunawan, R. (2022). *MODUL PELATIHAN PENGEMBANGAN BAHAN AJAR/MODUL PEMBELAJARAN*. Feniks Muda Sejahtera.
- Hendarman, A. F., & Tjakraatmadja, J. H. (2012). Relationship among Soft Skills, Hard Skills, and Innovativeness of Knowledge Workers in the Knowledge Economy Era. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 52(March 2015), 35–44. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.09.439>
- Hidayati, N., Irmawati, F., & Prayitno, T. A. (2019). Peningkatan keterampilan berpikir kritis mahasiswa biologi melalui multimedia stem education. *JPBIO (Jurnal Pendidikan Biologi)*, 4(2), 84–92.
- Kapila, V., & Iskander, M. (2014). Lessons learned from conducting a K-12 project to revitalize achievement by using instrumentation in Science Education. *Journal of STEM Education*, 15(1).
- Khoirudin, M. (2019). *Pembelajaran Biologi Menggunakan Problem Solving Disertai Diagram Tree Untuk Memberdayakan Kemampuan Berpikir Logis Dan Kemampuan Menafsirkan Siswa*
- Developing Of Biology Module Based On Scientific Approach Integrated On The Materials Interaction Of Organi*. 1(1), 33–42.
- Kustandi, C., & Sutjipto, B. (2011). Media pembelajaran manual dan digital. *Bogor: Ghalia Indonesia*, 173.
- Maharani, M., Supriadi, N., & Widiyastuti, R. (2018). Media pembelajaran matematika berbasis kartun untuk menurunkan kecemasan siswa. *Desimal: Jurnal Matematika*, 1(1), 101–106.
- Mason, L., Tornatora, M. C., & Pluchino, P. (2013). Computers & Education Do fourth graders integrate text and picture in processing and learning from an illustrated science text? Evidence from eye-movement patterns. *Computers & Education*, 60(1), 95–109. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.07.011>
- OECD, P. (2016). results (Volume I): Excellence and equity in education. *OECD, PISA Publishing*.
- Ozturk, N., & Yilmaz-Tuzun, O. (2017). Preservice science teachers' epistemological beliefs and informal reasoning regarding socioscientific issues. *Research in Science Education*, 47(6), 1275–1304.
- Pohan, J. E. (2014). Pengembangan Modul Berbasis Pendekatan Kontekstual Pada Menulis Resensi Di Kelas Ix Smp 7 Padang Bolak. *Bahasa, Sastra, Dan Pembelajaran*, 2(2).
- Pujayanti, A. (2012). Inter-parliamentary union (IPU) dan lingkungan hidup\*. *Politica*, Vol. 3(No. 1, Mei 2012), 111–134.
- Rahdiyanta, D. (2016). Teknik penyusunan modul. *Artikel.(Online) Http://Staff. Uny. Ac. Id/Sites/Default/Files/Penelitian/Dr-Dwi-Rahdiyanta-Mpd/20-Teknik-Penyusunan-Modul. Pdf. Diakses, 10.*

- Sari, P. K., & Sutihat, S. (2022). Pengembangan E-Modul Berbasis STEAM untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi Pada Pembelajaran Tematik di Sekolah Dasar. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 10(3), 509–526.
- Schullo, S., Hilbelink, A., Venable, M., & Barron, A. E. (2007). Selecting a virtual classroom system: Elluminate live vs. Macromedia breeze (adobe acrobat connect professional). *MERLOT Journal of Online Learning and Teaching*, 3(4), 331–345.
- Setiawan, B., Innatesari, D. K., Sabtiawan, W. B., & Sudarmin, S. (2017). The development of local wisdom-based natural science module to improve science literation of students. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 6(1), 49–54. <https://doi.org/10.15294/jpii.v6i1.9595>
- Subagiyo, L., Herliani, Sudarman, & Haryanto, Z. (2019). Literasi Hutan Tropis Lembab & Lingkungannya. In *Journal of Chemical Information and Modeling* (Vol. 53).
- Sudjana, N. (2014). *Penilaian Hasil Proses Belajar Mengajar*. Bandung: Sinar Baru Algensindo.
- Sugianto, S. D., Ahied, M., Hadi, W. P., & Wulandari, A. Y. R. (2018). Pengembangan Modul Ipa Berbasis Proyek Terintegrasi Stem Pada Materi Tekanan. *Natural Science Education Research*, 1(1), 28–39. <https://doi.org/10.21107/nser.v1i1.4171>
- Sungkono, S. (2009). Pengembangan dan pemanfaatan bahan ajar modul dalam proses pembelajaran. *Majalah Ilmiah Pembelajaran*, 5(1).
- Watson, F. L., & Lom, B. (2008). *More than a Picture : Helping Undergraduates Learn to Communicate through Scientific Images*. 7, 27–35. <https://doi.org/10.1187/cbe.07>
- Wijaya, H. (2018). *Pencegahan Plagiarisme dengan Anti-Plagiarism Software dan Reference Management Tools sebagai Terobosan Inovasi Pendidikan dalam Publikasi Karya Ilmiah*. Sekolah Tinggi Theologia Jaffray.
- Zunaidah, F. N., & Amin, M. (2016). Developing The Learning Materials Of Biotechnology Subject Based On Students'need And Character Of Nusantara Pgri University Of Kediri. *JPBI (Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia)*, 2(1), 19–30.