

PENGEMBANGAN BUKU AJAR KONSEP DASAR IPA BERBASIS *ETHNO-STEM INTEGRATED ARGUMENT-DRIVEN INQUIRY* UNTUK MENINGKATKAN LITERASI BERKELANJUTAN CALON GURU

Siti Fatimah^{1,2}, Sarwi Sarwi^{1*}, Suharto Linuwih¹, Novi Ratna Dewi¹

¹Universitas Negeri Semarang, Semarang

²Institut Agama Islam Nahdlatul Ulama Kebumen, Kebumen

*Email korespondensi: sarwi_dosen@mail.unnes.ac.id

ABSTRAK

Education for sustainable development merupakan pendidikan yang penting untuk dikenalkan di perguruan tinggi dalam upaya mencapai tujuan berkelanjutan (SDGs). Pendidikan tinggi membantu mahasiswa menjadi agen perubahan untuk memiliki keterampilan yang berkelanjutan dalam menghadapi tantangan global khususnya kompleksitas permasalahan lingkungan. Tujuan dalam penelitian ini adalah untuk mengembangkan buku ajar konsep dasar IPA berbasis *Ethno-STEM integrated Argument-Driven Inquiry* (ESI-ADI) untuk meningkatkan literasi berkelanjutan calon guru. Penelitian menggunakan R&D dengan model ADDIE. Penelitian menggunakan tujuh ahli untuk menilai kevalidan dari buku ajar. Subjek penelitian dilakukan kepada mahasiswa PGMI dengan jumlah 25. Desain penelitian dilakukan dengan menggunakan desain *pre-experiment (one group pretest-posttest design)*. Uji hipotesis dilakukan dengan menggunakan uji-t (*paired sample t-test*). Hasil kesimpulan menunjukkan bahwa: 1) buku ajar berbasis ESI-ADI dinyatakan valid dengan rata-rata skor sebesar 4,83; 2) buku ajar ESI-ADI dinyatakan sangat praktis dengan rata-rata persentase sebesar 91,07%; 3) buku Ajar ESI-ADI terbukti dapat meningkatkan literasi berkelanjutan calon guru dengan nilai N-Gain sebesar 0,52 dengan kategori sedang; 4) Pembelajaran IPA dengan buku ajar berbasis ESI-ADI terbukti efektif mempengaruhi literasi berkelanjutan mahasiswa dengan nilai signifikansi $<0,05$.

Kata kunci: *Argument-Driven Inquiry*; Buku ajar; Ethno-STEM; Literasi berkelanjutan

PENDAHULUAN

UNESCO telah mengidentifikasi keterampilan abad ke-21 sebagai kunci keberhasilan dalam menghadapi tantangan masa depan yang berkelanjutan (González-Salamanca et al., 2020). Upaya ini bertujuan untuk merespon tantangan kompleks yang muncul akibat perubahan lingkungan, serta meningkatnya keragaman sosial, ekonomi, dan budaya. Tantangan global yang krusial ini menjadi landasan utama Agenda 2030 untuk pembangunan berkelanjutan (Darvishi et al., 2023). Pendidikan abad ke-21 yang berfokus pada pembangunan berkelanjutan membekali mahasiswa dengan kemampuan untuk membuat pilihan yang bertanggung jawab demi menjaga kelestarian lingkungan, pertumbuhan ekonomi, dan keadilan sosial (González-Salamanca et al., 2020; Wiek et al., 2011).

Tantangan global saat ini masih erat kaitannya dengan isu-isu lingkungan. Sehingga pendidikan lingkungan hidup menjadi bagian dari kurikulum pendidikan sains (Srbinovski et al., 2010). Pendidikan lingkungan hidup mendapat perhatian yang lebih mendalam dalam pendidikan sains karena menyediakan solusi dari masalah lingkungan dengan menyediakan penjelasan ilmiah untuk solusi masalah lingkungan (Derman & Gurbuz, 2018). Melalui sains, mahasiswa mampu berpikir untuk memberikan solusi dari permasalahan yang ada. Sehingga dengan sains mahasiswa terbiasa memiliki keterampilan berpikir tingkat tinggi (Sun et al., 2022) yang mengarahkan kepada keterampilan yang berkelanjutan.

Sustainability literacy dimaknai sebagai pengetahuan, keterampilan, dan pola pikir yang membentuk individu menjadi sangat berkomitmen untuk berkontribusi dalam membangun dunia yang berkelanjutan dan membantu antar individu untuk membantu keputusan yang tepat dan efektif untuk menuju masyarakat yang berkelanjutan (Mason, 2019). *Sustainability literacy* telah menjadi hasil utama dalam pendidikan berkelanjutan yang menjadi kompetensi transisi menuju masyarakat yang berkelanjutan (Fatimah, Rahayuningsih, & Marianti, 2024; Leiva-Brondo et al., 2022). Individu yang memiliki *sustainability literacy* mampu memahami hubungan simbiosis antara dimensi lingkungan, sosial, dan ekonomi, serta mampu menggabungkan pengetahuan yang sesuai dengan keterampilan dan lebih jauh lagi mengenali dan menghargai tindakan berkelanjutan yang dilakukan oleh orang lain (Ozdemir, 2023).

Telah banyak penelitian yang mengkaji tentang *sustainability literacy* sebagai bentuk adanya kesadaran akan lingkungan yang berkelanjutan. Hasil riset terhadap calon guru di Swedia menghasilkan temuan bahwa *sustainability literacy* calon guru masih tergolong rendah. Riset tersebut memberikan rekomendasi bahwa perlunya peninjauan kurikulum yang menekankan kepada pendidikan berkelanjutan (Kalsoom et al., 2017). Temuan lain menghasilkan bahwa *sustainability literacy* siswa tentang persepsi akan perubahan lingkungan yaitu menunjukkan masih rendah. Sehingga direkomendasikan tentang pentingnya pengenalan *sustainability literacy* dalam isu-isu lingkungan di jenjang pendidikan tinggi (Alkhayyal et al., 2019).

Permasalahan tentang rendahnya literasi keberlanjutan masih relevan dengan hasil studi awal di lapangan yang telah dilakukan kepada 156 calon guru sekolah dasar menunjukkan bahwa profil literasi keberlanjutan calon guru sekolah dasar masih perlu ditingkatkan khususnya pada aspek *sustainable attitude and behaviour* (Fatimah, Rahayuningsih, & Marianti, 2024). Kedua aspek tersebut berkaitan erat dengan sikap calon guru terhadap konsep keberlanjutan. Pada aspek *sustainable attitude* terdapat *locus of control* yang berperan penting dalam membentuk kesadaran berkelanjutan dan berpengaruh terhadap sikap individu yang pro-lingkungan (Siregar et al., 2022). Rendahnya sikap terhadap konsep berkelanjutan berdampak kepada minimnya kesadaran calon guru akan pentingnya menjaga kelestarian lingkungan yang menjadi ujung tombak dalam perkembangan sosial dan ekonomi. Hasil survey juga menunjukkan bahwa 100% mahasiswa masih belum memahami akan konsep berkelanjutan

(*sustainability*). Oleh karena itu, mahasiswa sangat setuju perlu adanya fasilitasi keterampilan berkelanjutan dalam pembelajaran IPA.

Salah satu upaya yang dapat dilakukan dalam memfasilitasi literasi berkelanjutan mahasiswa adalah dengan menyediakan sumber belajar yang memadai seperti bahan ajar IPA yang didukung dengan nilai-nilai literasi berkelanjutan. Bahan ajar memegang peranan penting dalam pembelajaran (Fahrudin et al., 2025; Mijares III, 2023). Bahan ajar yang berkualitas dapat mewujudkan pembelajaran yang lebih efektif dan menyenangkan sehingga tujuan pembelajaran dapat tercapai dengan baik (Fadlillah et al., 2024; Sidik et al., 2024). Fatimah dkk menghasilkan temuan bahwa mahasiswa yang menggunakan bahan ajar dapat meningkatkan motivasi dan mampu memfasilitasi literasi sains mahasiswa (Fatimah et al., 2021). Hal ini juga dikuatkan dalam penelitian Minarni dkk bahwa dengan adanya bahan ajar, siswa memberikan respon yang positif untuk diimplementasikan dalam pembelajaran sains (Minarni et al., 2019).

Telah banyak kajian tentang pengembangan bahan ajar dalam pembelajaran IPA. Zakiyah & Sudarmin mengembangkan e-modul IPA berbasis ethnoSTEM untuk memfasilitasi keterampilan abad 21 siswa. Hasil menyatakan bahwa e-modul sangat layak dalam memfasilitasi keterampilan abad 21 serta siswa memberikan respon yang sangat baik terhadap e-modul tersebut (Zakiyah & Sudarmin, 2022). Maryanti *et al* mengembangkan e-modul berbasis *PjBL* melalui pendekatan ethnoSTEM yang bertujuan untuk memfasilitasi kemampuan berpikir kreatif. Hasil menunjukkan bahwa e-modul tersebut valid dan praktis digunakan dalam pembelajaran IPA (Maryanti et al., 2023). Septajati & Widowati menghasilkan temuan yang sama tentang pengembangan e-modul IPA berbasis ethnoSTEM untuk siswa SMP. Hasil menunjukkan bahwa e-modul yang telah dikembangkan layak dan memiliki kepraktisan yang baik. Penelitian-penelitian terdahulu telah membuktikan pentingnya pengembangan sumber ajar yang dapat memfasilitasi keterampilan siswa. Namun, belum ada yang mengkaji secara mendalam tentang pengembangan buku ajar berbasis ethnoSTEM yang dapat memfasilitasi *sustainability literacy* khususnya di jenjang perguruan tinggi. Hasil riset menunjukkan bahwa pengajaran yang menekankan kepada *sustainability literacy* menjadi bagian penting dan menjadi rekomendasi dari banyak peneliti di dunia (Alkhayyal et al., 2019; Henderson et al., 2022). Oleh sebab itu, diperlukan adanya pengembangan pedagogik yang efektif dalam meningkatkan *sustainability literacy* di pendidikan tinggi dalam bentuk buku ajar.

Buku ajar yang dikembangkan bersifat kontekstual, menarik, dan mendalam karena berkaitan erat dengan kehidupan sehari-hari dan isu lingkungan sekitar serta materi yang disajikan tidak hanya berisi konsep dasar namun terdapat aktivitas penyelidikan yang dilakukan di laboratorium maupun di luar laboratorium. Mengajarkan isu-isu pembangunan berkelanjutan kepada mahasiswa merupakan tantangan karena melibatkan pengetahuan interdisipliner (Foucrier & Wiek, 2019). Pembelajaran STEM sangat relevan dan direkomendasikan UNESCO dalam pembelajaran di abad ke-21 untuk pembangunan berkelanjutan (Chan & Nagatomo, 2021). Melalui pembelajaran yang multidisiplin menciptakan tantangan bagi mahasiswa yang berada di luar disiplin ilmu mereka sehingga membentuk berpikir kritis dan pemecahan masalah bagi mahasiswa dan memiliki pola pikir berkelanjutan (Bascopé & Reiss, 2021; Petrun Sayers et al., 2021).

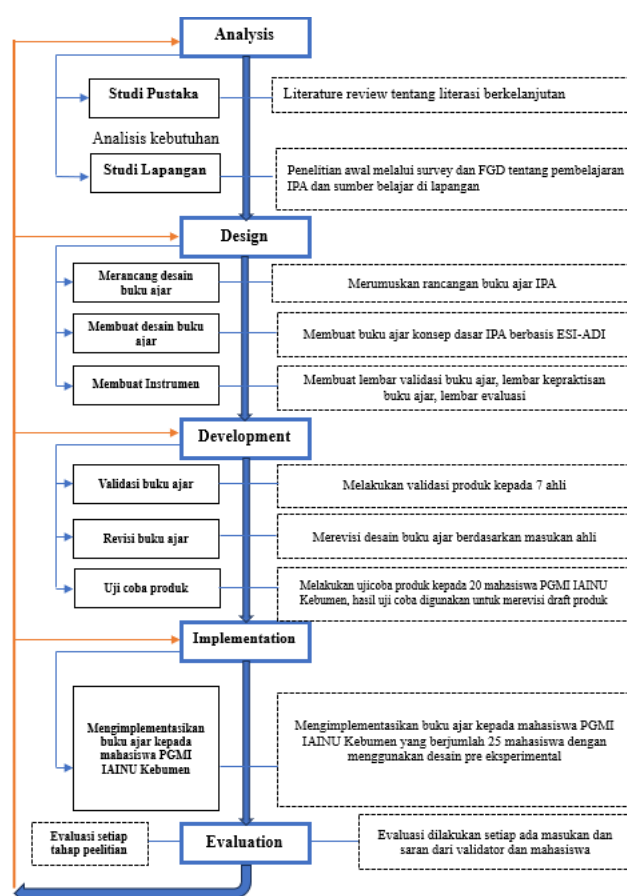
Pembelajaran STEM yang berkelanjutan berkontribusi dalam memahami masalah global dan mendukung pembiasaan menggunakan bukti ilmiah dalam aktivitas *inquiry* yang berkelanjutan. Melalui rekayasa teknologi yang ramah lingkungan (penggunaan kearifan lokal) dalam pembelajaran sains dapat mendukung terciptanya pendidikan yang berkelanjutan di pendidikan tinggi (Mudzakir et al., 2022). Model *inquiry* menjadi satu model yang direkomendasikan dalam mengenalkan literasi berkelanjutan (Fatimah, Rahayuningsih, Marianti, et al., 2024). Model *inquiry* yang menekankan kepada keterampilan argumentasi atau yang disebut dengan *Argument-Driven Inquiry* merupakan model dalam pembelajaran IPA

untuk mendapatkan aktivitas penyelidikan yang lebih mendalam dan terbukti dapat meningkatkan keterampilan berargumentasi ilmiah serta dapat pemahaman konseptual serta keterampilan berpikir kritis (Fadilah. Ms et al., 2020; Fakhriyah et al., 2022; Kuki et al., 2023).

Berdasarkan penjelasan latar belakang, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui validasi dan kepraktisan buku ajar konsep dasar IPA berbasis *Ethno-STEM integrated Argument-Driven Inquiry* (ESI-ADI) serta untuk meningkatkan literasi berkelanjutan calon guru melalui buku ajar IPA berbasis ESI-ADI.

METODE PENELITIAN

Penelitian R&D dengan model ADDIE digunakan dalam penelitian ini. Model ADDIE terdiri dari lima tahap yaitu *Analysis*, *Design*, *Develop*, *Implementation*, *Evaluation* (Branch, 2009). Gambar 1 desain dan penjelasan dari masing-masing tahap model ADDIE.



Gambar 1. Alur Pengembangan Buku Ajar ESI-ADI

Tahap analisis dilakukan untuk mengidentifikasi permasalahan dan kebutuhan yang ada dalam proses pembelajaran konsep dasar IPA. Analisis mencakup: capaian pembelajaran, analisis RPS, dan penggunaan sumber belajar yang dilakukan menggunakan FGD dan survey kepada mahasiswa. Tahap ini dilakukan dengan melakukan FGD yang telah terlaksana pada tanggal 7 November 2024 pukul 13.00-selesai WIB melalui *Zoom meeting*. Selain itu, dilakukan survey kepada mahasiswa melalui *google form*. Hasil tahap analisis menunjukkan bahwa sebanyak 100% mahasiswa setuju dengan adanya bahan ajar IPA yang menekankan kepada literasi berkelanjutan. Hal ini juga dikuatkan dengan hasil FGD bahwa perlu adanya sumber belajar yang memfasilitasi mahasiswa akan literasi berkelanjutan. Selain itu pengenalan kearifan lokal penting untuk dikuatkan sebagai upaya mendesain pembelajaran yang lebih

kontekstual dan bermakna. Pembelajaran IPA yang memfokuskan kepada kegiatan penyelidikan perlu dibekali kepada mahasiswa untuk tidak hanya sebatas melakukan penyelidikan, namun dapat menjelaskan dan menganalisis secara kritis dan ilmiah akan fenomena atau isu-isu lingkungan yang ada. Hasil studi lapangan ini juga dikuatkan dengan hasil analisis *literatur review* bahwa dalam memfasilitasi literasi berkelanjutan perlu adanya pengembangan dalam pembelajaran. Oleh karena itu, diperlukan adanya pengembangan pedagogik yang efektif dalam meningkatkan literasi berkelanjutan di level pendidikan tinggi yang salah satunya adalah dengan pengembangan bahan ajar.

Tahap *design* bertujuan untuk merancang buku ajar berbasis ESI-ADI. Produk yang telah dikembangkan kemudian divalidasi pada tahap *development*. Tahap *development* bertujuan untuk mengetahui hasil validasi dari buku ajar ESI-ADI. Validasi dilakukan oleh tujuh validator. Selanjutnya dilakukan tahap uji coba kepada 20 mahasiswa PGMI di IAINU Kebumen untuk mengetahui kepraktisan buku ajar ESI-ADI. Tahap *implementation* bertujuan untuk mengimplementasikan buku ajar kepada 25 mahasiswa di IAINU Kebumen. Tahap ini menggunakan desain pre-eksperimental dengan jumlah pertemuan 4 kali. Tahap ini bertujuan untuk merevisi buku ajar berbasis ESI-ADI yang telah dibuat mulai dari tahap *analysis*, *design*, *development*, dan *implementation*. Tahap evaluasi dilakukan setiap tahap pengembangan setiap kali ada masukan dari validator, dosen, dan mahasiswa.

Teknik pengumpulan data penelitian ini menggunakan lembar validasi untuk mengetahui kevalidan dari buku ajar yang dikembangkan berdasarkan hasil rekonstruksi sains kearifan lokal daerah. Lembar angket untuk mengetahui respon mahasiswa terhadap buku ajar ESI-ADI. Lembar angket dan tes untuk mengetahui literasi berkelanjutan mahasiswa. Teknik analisis data menggunakan deskriptif kuantitatif dengan tahapan berikut.

- 1) Tabulasi data dari semua komponen penilaian validator.

Tabel 1. Aturan pemberian skor

Kategori	Skor
SB (Sangat Baik)	5
B (Baik)	4
C (Cukup)	3
K (Kurang)	2
SK (Sangat Kurang)	1

- 2) Menentukan kriteria penilaian dari hasil penilaian validator (Widoyoko, 2016).

Tabel 2. Kriteria kategori penilaian validasi

Rentang Rerata Skor	Kriteria
> 4,2 – 5,0	Sangat Baik
> 3,4 – 4,2	Baik
> 2,6 – 3,4	Cukup
> 1,8 – 2,6	Kurang
1,0 – 1,8	Sangat Kurang

- 3) Pengukuran kepraktisan/keterbacaan produk dianalisis menggunakan kriteria penilaian seperti tersaji pada tabel 3.

Tabel 3. Interpretasi hasil kepraktisan produk penelitian

Persentase Kepraktisan (%)	Kriteria
81-100	Sangat praktis
61-80	Praktis
41-60	Cukup praktis
21-40	Tidak praktis
0-20	Sangat tidak praktis

- 4) Uji efektivitas melalui desain *pre-experiment (one group pretest-posttest design)*. Uji hipotesis menggunakan uji t-test (*paired sample t-test*) yang dianalisis dengan bantuan SPSS. Dasar pengambilan keputusan dalam uji hipotesis adalah jika nilai signifikansi $< 0,05$ maka H_0 ditolak dan H_1 diterima dengan hipotesis penelitian adalah sebagai berikut.

H_0 : Tidak terdapat pengaruh buku ajar berbasis ESI-ADI terhadap peningkatan literasi berkelanjutan.

H_1 : Terdapat pengaruh buku ajar berbasis ESI-ADI terhadap peningkatan literasi berkelanjutan.

Besar peningkatan dapat dilihat dari nilai N-Gain dengan kriteria sebagai berikut.

Tabel 4. Kriteria Nilai Gain

No	Besarnya gain	Kriteria
1.	$(\langle g \rangle) \geq 0.7$	Tinggi
2.	$0.3 \leq (\langle g \rangle) < 0.7$	Sedang
3.	$(\langle g \rangle) < 0.3$	Rendah

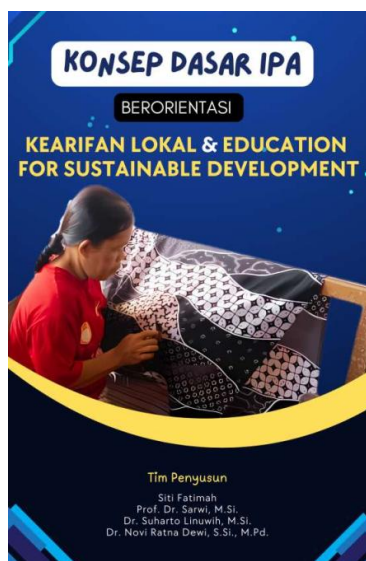
HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan produk berupa buku ajar konsep dasar IPA berbasis ESI-ADI yang valid, praktis, dan efektif dalam meningkatkan literasi berkelanjutan mahasiswa. Buku ajar ini divalidasi oleh tujuh validator yang ahli di bidang pembelajaran IPA. Berikut adalah hasil dari validasi buku ajar berbasis ESI-ADI.

Tabel 5. Hasil validasi buku ajar berbasis ESI-ADI

Aspek Penilaian	Rata-Rata Skor	Kategori
Kelayakan materi sains	4,9	Sangat Baik
Kelayakan bahasa	4,9	Sangat Baik
Kelayakan penyajian	4,7	Sangat Baik
Kesesuaian dengan model ESI-ADI	4,9	Sangat Baik
Mendukung pengembangan literasi berkelanjutan	4,9	Sangat Baik
Kelayakan grafis buku ajar	4,7	Sangat Baik
Rata-Rata	4,83	Sangat Baik

Tabel 5 menunjukkan bahwa penilaian validasi buku ajar IPA berbasis ESI-ADI menunjukkan kriteria sangat baik dengan rerata skor 4,83. Materi yang dikembangkan dalam konsep dasar IPA adalah materi energi yang terbagi menjadi bab energi panas, energi gerak, energi listrik, energi mekanik, global warming, dan sumber energi alternatif. Penjelasan materi setiap bab mencakup orientasi yang diawali dengan fenomena atau permasalahan yang berbasis kearifan lokal seperti pembuatan batik walet khas Kabupaten Kebumen yang dikaitkan dengan energi panas, fenomena egrang bambu yang dikaitkan dengan bab energi mekanik, dan kajian fenomena yang lain. Gambar 2 adalah tampilan cover dan contoh orientasi buku ajar IPA.



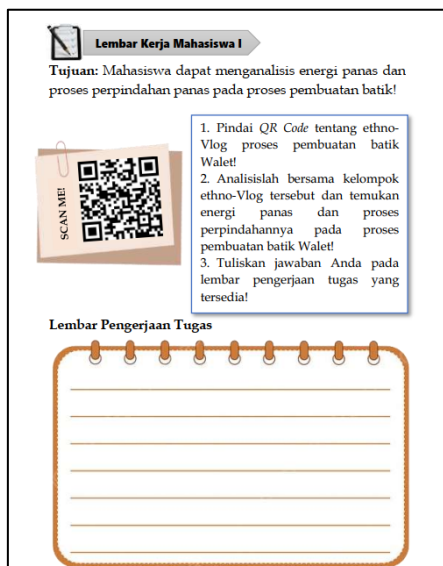
Gambar 1.2 Batik Walet Kebumen
(Dokumentasi Pribadi, Desember 2024)

Batik Walet menjadi satu potensi lokal yang berlokasi di Desa Gemesekti Kabupaten Kebumen. Dikenal dengan istilah batik walet dikarenakan Kabupaten Kebumen menjadi daerah penghasil sarang burung walet terbesar di Indonesia sehingga walet menjadi cerminan maskot di Kebumen. Proses pembuatan batik walet membutuhkan waktu yang lama dikarenakan memerlukan ketelitian yang tinggi diantaranya dalam membuat pola, menebalkan pola, dan proses pewarnaan.

Tahapan pembuatan batik walet tidak terlepas dari penggunaan energi panas. Menurut Anda, bagaimana penggunaan energi panas pada pembuatan batik? Tuliskan analisis Anda pada Lembar Kegiatan Mahasiswa I.

Gambar 2. Tampilan cover dan orientasi di Buku Ajar IPA

Beberapa masukan dari ahli pada buku ajar ini meliputi: rekonstruksi sains lebih diperdalam di setiap kearifan lokal, beberapa QR code video tidak dapat diakses, diperlukan pengecekan kembali tata kepenulisan, dan di bab energi panas ditambahkan lagi konten yang menunjukkan untuk pengembangna literasi berkelanjutan. Berdasarkan beberapa masukan dari ahli tersebut, selanjutnya buku ajar direvisi. Masukan dari beberapa ahli ini ditujukan untuk menghasilkan buku ajar yang berkualitas, menarik, dan sesuai dengan tingkat perkembangan mahasiswa sebelum digunakan dalam proses pembelajaran. Berikut contoh QR Code yang sudah dapat diakses dan tampilan hasil rekonstruksi sains. Sebelumnya tidak dapat diakses dikarenakan akses di Youtube belum disetting untuk dapat diakses oleh semua yang memiliki link.

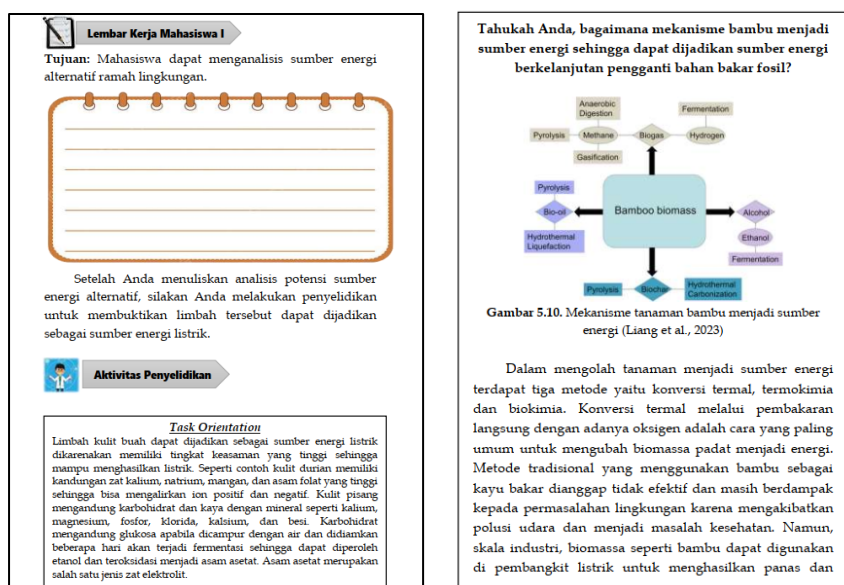


Proses Pembuatan Batik	Indigenous Science (Pengetahuan asli masyarakat)	Reconstruction Science (Pengetahuan ilmiah)
Nembok	1. Malam/lilin harus dipanaskan agar bisa diambil ketika mencanting dan harus dalam kondisi selalu panas. 2. Canting yang digunakan terbuat dari kayu pegangannya agar tidak panas ketika dipegang.	1. Konsep suhu digunakan untuk melelehkan lilin ketika mencanting. Lilin batik memiliki titik leleh campuran yaitu 38°C (Atika & Haerudin, 2013). Riset lain menyebutkan bahwa lilin mulai meleleh minimum di suhu 32°C dan maksimum di suhu 72,3°C (Sharifah et al., 2017). 2. Canting yang digunakan terdiri dari dua bahan yaitu kayu dibagian pegangan tangan dan tembaga dibagian ujung canting. Tembaga merupakan salah satu bahan yang baik dalam menghantarkan panas, sedangkan kayu merupakan bahan yang sulit menghantarkan panas. Tembaga

Gambar 3. Revisi Buku Ajar IPA

Adanya revisi ini menjadikan produk lebih layak sebagaimana dijelaskan oleh Kumalasari dkk, saran-saran dari para ahli bertujuan agar draf bahan ajar dapat disusun secara komprehensif serta didukung dengan tampilan yang menarik. Bahan ajar yang menarik dinilai lebih efektif dalam mencapai tujuan pembelajaran karena mampu meningkatkan minat dan

antusiasme siswa dalam mempelajari materi sains (Fatimah, 2022; Kumalasari et al., 2021). Selain aspek visual dan presentasi, revisi juga berfokus pada peningkatan konten dan struktur pedagogis buku ajar khususnya dalam mengembangkan literasi berkelanjutan mahasiswa. Penelitian yang dilakukan oleh Pujana dkk menunjukkan bahwa bahan ajar yang dirancang dengan memperhatikan kebutuhan kognitif peserta didik serta mengintegrasikan pendekatan kontekstual dapat secara signifikan meningkatkan pemahaman konseptual dan kemampuan berpikir kritis siswa (Pujana et al., 2022). Hal ini sejalan dengan temuan Elvanuari dkk yang menekankan pentingnya menyusun materi pembelajaran yang tidak hanya informatif tetapi juga mendorong eksplorasi dan pengembangan keterampilan pemecahan masalah (Elvanuari et al., 2022). Penelitian ini mengembangkan buku ajar yang didesain untuk mengembangkan kemampuan analisis dan berpikir kritis mahasiswa melalui kegiatan merancang dan melakukan penyelidikan berdasarkan kajian referensi yang ilmiah seperti analisis artikel hasil penelitian sehingga informasi atau konsep yang didapatkan mahasiswa adalah konsep yang ilmiah tidak hanya berdasarkan asumsi.



Gambar 4. Muatan Literasi Berkelanjutan dalam Buku Ajar IPA

Gambar 4 adalah contoh tampilan muatan materi yang mendukung literasi berkelanjutan mahasiswa. Buku ajar ini didesain untuk dapat memfasilitasi literasi berkelanjutan baik melalui penjelasan di setiap bab atau juga di setiap kegiatan penyelidikan. Sebagai contoh mahasiswa diarahkan untuk membuat sumber energi alternatif dari limbah yang bertujuan untuk mengenalkan mahasiswa untuk dapat mengolah limbah dengan efektif dan menjadi barang yang bermanfaat. Desain pembelajaran berbasis penyelidikan dalam buku ajar ini tidak hanya mengembangkan kompetensi teknis mahasiswa dalam mengolah limbah, tetapi juga memperkuat kesadaran dan tanggung jawab lingkungan sebagai komponen penting literasi berkelanjutan. Menurut Sudarmin dkk, integrasi aspek ekonomi, sosial, dan lingkungan dalam pembelajaran sains dapat memberikan pemahaman holistik tentang konsep keberlanjutan dan mendorong perubahan perilaku positif dalam jangka panjang (Sudarmin et al., 2024). Hal ini diperkuat oleh penelitian yang dilakukan Fatimah dkk menunjukkan bahwa mahasiswa yang terlibat dalam pembelajaran eksperiensial berbasis keberlanjutan memiliki tingkat kesadaran lingkungan yang lebih baik (Fatimah, Rahayuningsih, Marianti, et al., 2024). Dengan demikian, buku ajar ini tidak hanya berfungsi sebagai sumber informasi tetapi juga sebagai katalisator transformasi pola pikir dan perilaku mahasiswa menuju gaya hidup yang lebih berkelanjutan.

Buku ajar yang sudah dinyatakan layak oleh ahli, selanjutnya diujicobakan kepada 20 mahasiswa PGMI IAINU Kebumen. Berikut adalah hasil respon mahasiswa terhadap buku ajar konsep dasar IPA berbasis ESI-ADI.

Tabel 6. Hasil Analisis Kepraktisan Buku Ajar IPA

Aspek	Persentase rata-rata (%)	Kategori
1. Kemudahan dalam memahami materi sains	87,5	Sangat Praktis
2. Penggunaan bahasa yang efektif	90,0	Sangat Praktis
3. Penyajian yang menarik	87,5	Sangat Praktis
4. Kemudahan dalam kegiatan penyelidikan	95,0	Sangat Praktis
5. Keterkaitan dengan konteks kearifan lokal	92,5	Sangat Praktis
6. Mendukung literasi berkelanjutan	95,0	Sangat Praktis
7. Kesesuaian grafis buku ajar	90,0	Sangat Praktis
Rata-Rata	91,07	Sangat Praktis

Tabel 6 menunjukkan bahwa buku ajar yang dikembangkan adalah menunjukkan sangat praktis dengan persentase rata-rata sebesar 91,07%. Hasil menunjukkan bahwa mahasiswa sangat setuju terhadap pembelajaran IPA dengan menggunakan buku ajar berbasis ESI-ADI. Masukan yang diberikan pada tahap uji coba adalah beberapa penjelasan konsep IPA dibuat kalimat yang lebih efektif agar mudah dipahami. Tahap selanjutnya adalah tahap implementasi yang bertujuan untuk mengetahui efektivitas buku ajar konsep dasar IPA berbasis ESI-ADI. Uji implementasi dilakukan kepada 25 mahasiswa PGMI dengan menggunakan desain pre-ekperimental untuk mengetahui efektivitas buku ajar ESI-ADI terhadap peningkatan literasi berkelanjutan. Hasil analisis dilakukan menggunakan uji-t. Analisis ini dilakukan dengan menggunakan aplikasi SPSS.

Tabel 7. Nilai Signifikansi Uji-t

Dimensi <i>Sustainability Literacy</i>	Sig.
<i>Sustainability Attitude</i>	0,00
<i>Sustainability Behaviour</i>	0,00
<i>Sustainability Knowledge</i>	0,00
<i>Sustainability Perception</i>	0,00

Tabel 7 menunjukkan bahwa terdapat pengaruh pembelajaran IPA dengan menggunakan buku ajar berbasis ESI-ADI terhadap literasi berkelanjutan calon guru/mahasiswa PGMI yaitu dengan nilai signifikansi $< 0,05$. Hasil ini membuktikan bahwa buku ajar berbasis ESI-ADI efektif dalam mengaktualisasikan literasi berkelanjutan. Selanjutnya dilakukan pengukuran N-Gain untuk mengetahui besar peningkatan literasi berkelanjutan mahasiswa.

Tabel 8. N-Gain literasi berkelanjutan mahasiswa

Deskripsi	Keterangan
Jumlah mahasiswa	25
Nilai minimum	63,00
Nilai maksimum	88,68

Deskripsi	Keterangan
Rata-Rata Nilai Pre test	68,00
Rata-Rata Nilai Pos test	84,68
N-Gain	0,52

Tabel 8 menunjukkan besar peningkatan literasi berkelanjutan mahasiswa yang ditujukan dengan nilai N-Gain yaitu sebesar 0,52 dengan kriteria sedang.. Hasil ini membuktikan bahwa buku ajar berbasis ESI-ADI mampu meningkatkan literasi berkelanjutan mahasiswa. Hasil ini relevan dengan penelitian sebelumnya bahwa menjelaskan bahwa pembelajaran IPA dengan menghubungkan materi dan lingkungan sekitar seperti potensi lokal yang ada di daerah efektif untuk meningkatkan pemahaman konsep peserta didik (Dewi, 2019). Hasil ini juga sejalan dengan penelitian Yulianamenghasilkan temuan bahwa pengembangan bahan ajar berbasis pendekatan etnosains terbukti dapat meningkatkan kemampuan literasi sains dan aktivitas siswa dengan memberikan respon yang positif terhadap proses belajar mengajar (Yuliana, 2021).

KESIMPULAN

Hasil kesimpulan menunjukkan bahwa: 1) buku ajar berbasis ESI-ADI dinyatakan valid dengan rata-rata skor sebesar 4,83; 2) buku ajar ESI-ADI dinyatakan sangat praktis dengan rata-rata persentase sebesar 91,07%; 3) buku Ajar ESI-ADI terbukti dapat meningkatkan literasi berkelanjutan calon guru dengan nilai N-Gain sebesar 0,52 dengan kategori sedang; 4) Pembelajaran IPA dengan buku ajar berbasis ESI-ADI terbukti efektif mempengaruhi literasi berkelanjutan mahasiswa dengan nilai signifikansi $< 0,05$. Penelitian ini memberikan rekomendasi perlu adanya kajian lebih mendalam untuk mengukur variabel lain seperti keterampilan penalaran ilmiah yang diyakini sebagai salah satu keterampilan berpikir tingkat tinggi yang sangat penting untuk dikembangkan dalam aktivitas penyelidikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Alkhayyal, B., Labib, W., Alsulaiman, T., & Abdelhadi, A. (2019). Analyzing Sustainability Awareness among Higher Education Faculty Members: A Case Study in Saudi Arabia. *Sustainability*, 11(23), 6837. <https://doi.org/10.3390/su11236837>
- Bascopé, M., & Reiss, K. (2021). Place-Based STEM Education for Sustainability: A Path towards Socioecological Resilience. *Sustainability*, 13(15), 8414. <https://doi.org/10.3390/su13158414>
- Branch, R. M. (2009). *Instructional Design: The ADDIE Approach*. Springer US. <https://doi.org/10.1007/978-0-387-09506-6>
- Chan, M.-N., & Nagatomo, D. (2021). Study of STEM for Sustainability in Design Education: Framework for Student Learning and Outcomes with Design for a Disaster Project. *Sustainability*, 14(1), 312. <https://doi.org/10.3390/su14010312>
- Darvishi, Y., Karami, H., & Goodarzian, F. (2023). Sustainable development in oxygenated fuels. In *Advancement in Oxygenated Fuels for Sustainable Development* (pp. 315–330). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-90875-7.00013-7>
- Derman, M., & Gurbuz, H. (2018). Environmental Education in the Science Curriculum in Different Countries: Turkey, Australia, Singapore, Ireland, and Canada. *Journal of Education in Science, Environment and Health*, 129–141. <https://doi.org/10.21891/jeseh.409495>

- Dewi, C. A. (2019). An ethnoscience study in chemistry learning to develop scientific literacy. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 8(2), 279–287. <https://doi.org/10.15294/jpii.v8i2.19261>
- Elvanuari, A., Zulfiani, Z., & Rosyidatun, E. S. (2022). Development of e-worksheet based on search, solve, create, and share (SSCS) Islamic context to improve science process skills on excretory system material. *JPBI (Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia)*, 8(3), 265–274. <https://doi.org/10.22219/jpbi.v8i3.22992>
- Fadilah, Ms, S., Jatmiko, B., & Prastowo, T. (2020). Validity and Effectiveness of Argument-Driven Inquiry Model With Contextual Approaches to Improve Critical Thinking Skills in Science Learning. *Studies in Learning and Teaching*, 1(2), 66–75. <https://doi.org/10.46627/silet.v1i2.32>
- Fadlillah, M., Rahman, B., & Istiq'faroh, N. (2024). Development of teaching materials with agricultural insight to introduce of agriculture in primary school students. *Journal of Education and Learning (EduLearn)*, 18(4), 1224–1233. <https://doi.org/10.11591/edulearn.v18i4.21641>
- Fahrudin, F., Kurniawanti, M. R., Nurgiansah, T. H., & Gularso, D. (2025). Development of teaching materials for evaluating history learning to improve students' critical thinking skills. *Journal of Education and Learning (EduLearn)*, 19(1), 530–541. <https://doi.org/10.11591/edulearn.v19i1.20882>
- Fakhriyah, F., Rusilowati, A., Nugroho, S. E., Saptono, S., Ridlo, S., Mindyarto, B., & Susilaningih, E. (2022). The scientific argumentative skill analysis reviewed from the science literacy aspect of pre-service teacher. *International Journal of Evaluation and Research in Education (IJERE)*, 11(4), 2129. <https://doi.org/10.11591/ijere.v11i4.22847>
- Fatimah, S. (2022). Analisis Kelayakan Media Pembelajaran Fisika Berbasis Android melalui Pendekatan Etnosains sebagai Upaya Pengembangan Kemampuan Literasi Sains Mahasiswa. *Prosiding Seminar Nasional Fisika (SNF) Unesa 2022. SEMINARNASIONALFISIKA(SNF)2022*.
- Fatimah, S., Rahayuningsih, M., & Marianti, A. (2024). Sustainable Literacy of Climate Change: A Survey Study on Pre-Service Elementary Teachers'. *International Journal of Basic Educational Research*, 1(2), 1–10. <https://doi.org/10.14421/ijber.v1i2.8945>
- Fatimah, S., Rahayuningsih, M., Marianti, A., & Irambona, A. (2024). Plastic waste management using a Life Cycle Assessment (LCA) approach: A step toward improving sustainability literacy. *DWIJA CENDEKIA: Jurnal Riset Pedagogik*, 8(2), 168. <https://doi.org/10.20961/jdc.v8i2.86339>
- Fatimah, S., Syahidi, K., Jauhariyah, M. N. R., Kartika, I., & Karimah, N. (2021). Fostering Students' Science Literacy and Islamic Value Through Development Of Science Teaching Material: An Ethnoscience-Based Integration And Interconnection Approach. *Proceeding Of ICONIE 2021 IAIN Pekalongan*, 1, 225–242.
- Foucier, T., & Wiek, A. (2019). A Process-Oriented Framework of Competencies for Sustainability Entrepreneurship. *Sustainability*, 11(24), 7250. <https://doi.org/10.3390/su11247250>
- González-Salamanca, J. C., Agudelo, O. L., & Salinas, J. (2020). Key Competences, Education for Sustainable Development and Strategies for the Development of 21st Century Skills. A Systematic Literature Review. *Sustainability*, 12(24), 10366. <https://doi.org/10.3390/su122410366>
- Henderson, T. S., Michel, J. O., Bryan, A., Canosa, E., Gamalski, C., Jones, K., & Moghtader, J. (2022). An Exploration of the Relationship between Sustainability-Related Involvement and Learning in Higher Education. *Sustainability*, 14(9), 5506. <https://doi.org/10.3390/su14095506>

- Kalsoom, Q., Khanam, A., & Quraishi, U. (2017). Sustainability consciousness of pre-service teachers in Pakistan. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 18(7), 1090–1107. <https://doi.org/10.1108/ijshe-11-2016-0218>
- Kuki, A. D., Agustini, R., & Azizah, U. (2023). Analysis of Effectiveness Argument-Driven Inquiry to Improve Students' Argumentation Skill and Conceptual Understanding. *IJORER: International Journal of Recent Educational Research*, 4(3), 329–342. <https://doi.org/10.46245/ijorer.v4i3.316>
- Kumalasari, L., Sudarmin, S., & Sulistyorini, S. (2021). Development of Supplementary Science Teaching Materials with Ethnoscience Contained to Foster Students' Critical Thinking. *Journal of Primary Education*, 10(3), 326–333.
- Leiva-Brondo, M., Lajara-Camilleri, N., Vidal-Meló, A., Atarés, A., & Lull, C. (2022). Spanish University Students' Awareness and Perception of Sustainable Development Goals and Sustainability Literacy. *Sustainability*, 14(8), 4552. <https://doi.org/10.3390/su14084552>
- Maryanti, E., Suminar, T., & . E. (2023). Development of Ethno-STEM E-Module with Project Based Learning Model Based on Yogyakarta Local Wisdom to Improve Student's Creative Thinking Abilities. *International Journal of Research and Review*, 10(10), 105–114. <https://doi.org/10.52403/ijrr.20231014>
- Mason, A. M. (2019). Sulitest®: A Mixed-Method, Pilot Study of Assessment Impacts on Undergraduate Sustainability-related Learning and Motivation. *Journal of Sustainability Education*, 20.
- Mijares III, B. F. (2023). DEVELOPMENT AND VALIDATION OF A SUPPLEMENTARY LEARNING MATERIAL IN EARTH SCIENCE. *Cosmos An International Journal of Art and Higher Education*, 12(1), 56–76. <https://doi.org/10.46360/cosmos.ahe.520231005>
- Minarni, M., Malik, A., & Fuldiaratman, F. (2019). PENGEMBANGAN BAHAN AJAR DALAM BENTUK MEDIA KOMIK DENGAN 3D PAGE FLIP PADA MATERI IKATAN KIMIA. *Jurnal Inovasi Pendidikan Kimia*, 13(1), 2295–2306.
- Mudzakir, A., Hernani, H., Afifah, A., & Afifah, S. (2022). Design of a Teaching-Learning Sequence and Its Effect on Self-Efficacy and Perceptions of Prospective Chemistry Teacher Students: An Educational Reconstruction Study of Fire-Retardant Bamboo. *Asia Pacific Journal of Educators and Education*, 37(2), 85–106. <https://doi.org/10.21315/apjee2022.37.2.5>
- Ozdemir, O. (2023). The Sustainability Literacy of Students: A Comparative Study between Turkey and the UK. *Science Insights Education Frontiers*, 17(2), 2693–2713. <https://doi.org/10.15354/sief.23.or375>
- Petrin Sayers, E. L., Craig, C. A., Skonicki, E., Gahlon, G., Gilbertz, S., & Feng, S. (2021). Evaluating STEM-Based Sustainability Understanding: A Cognitive Mapping Approach. *Sustainability*, 13(14), 8074. <https://doi.org/10.3390/su13148074>
- Pujana, L. A., Dwijayanti, I., & Siswanto, J. (2022). PENGEMBANGAN BAHAN AJAR BERBASIS MODEL PEMBELAJARAN CLIS SERI AKM UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN LITERASI SAINS SISWA SD. *Pendas : Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, 7(2), 589–604. <https://doi.org/10.23969/jp.v7i2.6565>
- Sidik, B. R., Hastuti, U. S., Rohman, F., & Yanuwadi, B. (2024). Development of Microbiology E-Books Based on Laboratory Research Results as Teaching Materials to Improve Students' Science Process Skills. *Pegem Journal of Education and Instruction*, 14(2). <https://doi.org/10.47750/pegegog.14.02.27>
- Siregar, Z. M. E., Masruroh, R., Syamsuri, Abd. R., Jaya, R. I. K., & Adam, D. H. (2022). Locus of Control on Pro-Environmental Behavior: The Role of Attitude toward Pro-

- Environmental Behavior. *International Journal of Social Science and Business*, 6(3), 416–425. <https://doi.org/10.23887/ijssb.v6i3.48882>
- Srbinovski, M., Erdogan, M., & Ismaili, M. (2010). Environmental literacy in the science education curriculum in Macedonia and Turkey. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 2(2), 4528–4532. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2010.03.725>
- Sudarmin, Ariyatun, Rahayu, S., Yamtinah, S., Pujiastuti, Rr. S. E., Munzil, & Winarto. (2024). How to increase student sustainable attitudes: A study effect of the education for sustainable development ethno-pedagogy learning model (EP-ESD). *Multidisciplinary Science Journal*, 7(5), 2025252. <https://doi.org/10.31893/multiscience.2025252>
- Sun, H., Xie, Y., & Lavonen, J. (2022). Exploring the structure of students' scientific higher order thinking in science education. *Thinking Skills and Creativity*, 43. Scopus. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2022.100999>
- Widoyoko, E. P. (2016). *Teknik Penyusunan Instrumen Penelitian*. Pustaka Pelajar.
- Wiek, A., Withycombe, L., & Redman, C. L. (2011). Key competencies in sustainability: A reference framework for academic program development. *Sustainability Science*, 6(2), 203–218. <https://doi.org/10.1007/s11625-011-0132-6>
- Yuliana, I. (2021). The effect of ethnoscience-themed picture books embedded within contextbased learning on students' scientific literacy. *Eurasian Journal of Educational Research*, 2021(92), 317–334. <https://doi.org/10.14689/ejer.2021.92.16>
- Zakiah, N. A., & Sudarmin, S. (2022). Development of E-Module STEM integrated Ethnoscience to Increase 21st Century Skills. *International Journal of Active Learning*, 7(1), 49–58.