

Pengembangan Elektronik Module IPA untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains Siswa

Electronic Development of Science Modules to Improve Student's Science Process Skills

Siti Alisah^{1*}, Sajidan², Muzzazinah³

¹Departement of Science Education, Faculty of Teacher Training and Education, Universitas Sebelas Maret, Jalan Ir. Sutami 36-A, Ketingan, Jebres, Surakarta, Jawa Tengah 57126, Indonesia

²Pascasarjana, Universitas Sebelas Maret, Jalan Ir. Sutami 36-A, Ketingan, Jebres, Surakarta, Jawa Tengah 57126, Indonesia

³Departement of Biology Education, Faculty of Teacher Training and Education, Universitas Sebelas Maret, Jalan Ir. Sutami 36-A, Ketingan, Jebres, Surakarta, Jawa Tengah 57126, Indonesia

*Corresponding author: sitialisah_16@student.uns.ac.id

Abstract: This study aims to assess the initial effectiveness of an electronic module focused on Environmental Conservation material in improving students' Science Process Skills (SPS). This e-module was created using the ADDIE (Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation) development model and has been validated by experts. A medium-scale trial was conducted with a one-group pretest-posttest design involving 25 students from the upper grades. Data related to SPS were collected using pretest and posttest test instruments, then analyzed using the N-gain analysis method to measure the progress experienced in each SPS indicator. The results of the N-gain analysis showed that this e-module was significantly able to improve students' SPS skills. High increases ($N\text{-gain} \geq 0.7$) were seen in the indicators "Observing" (0.7), "Concluding" (0.8), and "Communicating" (0.7). Meanwhile, the indicators "Using space/time relationships" (0.6), "Measuring" (0.5), "Classifying" (0.6), and "Predicting" (0.5) showed an increase in the medium category ($0.3 < N\text{-gain} < 0.7$) and tended to be high. These results indicate that electronic modules are very efficient in improving students' KPS, making them a viable learning resource and have the potential to be applied more widely.

Keywords: electronic module, KPS, science.

1. PENDAHULUAN

Pendidikan sains modern tidak hanya mengajarkan teori, tetapi juga mengajarkan keterampilan ilmiah dasar yang memungkinkan siswa berpikir kritis dan inovatif serta berinteraksi dengan dunia. Keterampilan Proses Sains (KPS), komponen penting dari keterampilan ini, membantu siswa memahami konsep ilmiah dan berpartisipasi dalam inkuiri dan pemecahan masalah (Özgelen, 2012). KPS mencakup berbagai kemampuan kognitif dan manipulatif, seperti pengukuran, komunikasi, inferensi, prediksi, observasi, dan eksperimen. Semua ini berkontribusi pada peningkatan keterlibatan siswa dalam pembelajaran sains dan pencapaian kognitif. Pendekatan berbasis inkuiri yang menekankan observasi langsung, pengukuran data, dan komunikasi temuan telah terbukti meningkatkan KPS siswa (Damopolii et al., 2019).

Meskipun urgensi pengembangan KPS telah diakui secara global, tantangan dalam mengimplementasikannya secara efektif di Indonesia masih banyak ditemukan. Hasil Program Penilaian Siswa Internasional (PISA) 2022 menunjukkan bahwa siswa Indonesia masih berada di bawah rata-rata dalam matematika, membaca, dan sains. Lebih mengkhawatirkan lagi, hanya sedikit siswa yang memiliki kemampuan sains yang baik (PISA, 2023), menunjukkan bahwa kemampuan berpikir ilmiah dan kemampuan psikososial siswa Indonesia buruk. Kondisi ini dapat menghambat siswa dalam menghadapi tantangan yang semakin kompleks di seluruh dunia yang membutuhkan solusi yang berbasis sains.

Penelitian sebelumnya telah melihat berbagai cara dan media untuk meningkatkan KPS. Teknologi digital dan pendekatan pembelajaran kontekstual adalah beberapa contohnya. Namun, masih ada kekurangan dalam pengembangan perangkat pembelajaran yang secara komprehensif mengintegrasikan kekuatan teknologi digital, pendekatan interdisipliner Sains, Teknologi, Teknik, dan Matematik (STEM) dan kekayaan kearifan lokal atau

etnosains. Fokus penelitian ini adalah Modul Elektronik Sains Etnosains-STEM, yang berfokus pada budaya lokal, khususnya terkait sumber daya air dan sumber daya alam.

Penelitian baru-baru ini berfokus pada pengembangan Modul Elektronik IPA Etnosains-STEM berbasis flipbook yang dimaksudkan untuk meningkatkan kemampuan kognitif siswa (KPS). Modul ini menyajikan sintaksis STEM secara sistematis melalui langkah-langkah penting seperti mengidentifikasi karakteristik masalah, membuat strategi investigasi, menginterpretasi data, menarik kesimpulan, terlibat dalam diskusi ilmiah, menerapkan konsep lintas sektor, dan memanfaatkan teknik pemodelan. Selain itu, desain modul ini memungkinkan dua kegiatan pembelajaran yang masing-masing terdiri dari empat bagian interaktif: "mari berimajinasi", "mari berlatih", "mari membaca", dan "mari mengevaluasi." Tujuan khusus dari desain modul ini adalah untuk mengoptimalkan pengembangan indikator KPS siswa, yang mencakup mengamati, mengklasifikasi, menggunakan hubungan ruang dan waktu, mengukur, memprediksi, menyimpulkan, dan mengomunikasikan (Özgelen, 2012).

Pembelajaran STEM mendorong keterampilan proses siswa dengan mendorong penyelidikan, kolaborasi, koneksi dunia nyata, praktik penilaian yang efektif, dan pengembangan keterampilan yang terarah. Oleh karena itu, sangat penting bagi siswa untuk terlibat dalam penyelidikan dan pembelajaran ilmiah (You et al., 2023). Menggunakan Canva for Education, modul elektronik ini dibuat dalam bentuk flipbook dengan fitur Heyzine, yang memiliki tampilan yang menarik, mudah digunakan, dan dapat dibagikan. Modul elektronik menjadi bahan ajar digital yang lebih menarik dan bermanfaat karena mengandung komponen interaktif seperti audio, video, animasi, dan simulasi. Selain itu, mereka lebih mudah diakses melalui perangkat seperti smartphone (Amiruddin et al., 2023). Modul ini memiliki kegiatan yang disesuaikan dengan materi konservasi lingkungan yang terintegrasi dengan STEM dan etnosains. Setiap kegiatan pembelajaran memiliki gambar dan video serta evaluasi.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membuat modul elektronik IPA Etnosains-STEM yang valid dan layak digunakan. Mereka juga akan mengevaluasi seberapa baik modul ini meningkatkan keterampilan proses sains siswa dan menghubungkan pengetahuan sains ilmiah yang diajarkan di sekolah dengan pengetahuan sains asli mereka.

2. METODE

- a. Rancangan penelitian menggunakan desain pra-eksperimen (*pre-experimental design*), yaitu *one-group pretest-posttest design*. Prosedur penelitian R & D dengan model pengembangan ADDIE yang terdiri dari *Analyze, Design, Development, Implementation, dan Evaluation*.
- b. Cara mendapatkan data dengan tes KPS, angket dan validasi ahli.
- c. Validasi data menggunakan Aiken's V dan Reliabilitas tes KPS dan aktivitas di dalam Modul Elektronik yang memiliki penilaian internal diukur menggunakan Cronbach's Alpha.
- d. Instrumen yang digunakan *elektronik module* etnosains STEM IPA, tes KPS dan angket.
 - 1) Dalam penelitian ini, instrumen utama yang digunakan adalah *Elektronik module* IPA Etnosains-STEM, yang berfungsi sebagai produk sekaligus media pembelajaran. Modul ini dikembangkan secara spesifik untuk meningkatkan KPS siswa pada materi pelestarian lingkungan melalui integrasi pendekatan STEM dan etnosains, dengan fokus pada isu sumber daya air yang berkelanjutan. Desain modul ini berbentuk *flipbook* interaktif, dibangun menggunakan platform Canva for Education dan fitur Heyzine, sehingga memiliki tampilan menarik, mudah diakses, dan dapat disebarluaskan. Untuk mengoptimalkan proses pembelajaran, modul ini dilengkapi dengan beragam elemen multimedia seperti video, animasi, dan audio yang relevan dengan materi, serta glosarium untuk istilah sulit dan evaluasi formatif di setiap sesi pembelajaran. Alur modul terbagi menjadi dua kegiatan pembelajaran utama, masing-masing dengan empat bagian interaktif: "mari berimajinasi" yang mendorong ide dan prediksi, "mari berlatih" untuk aplikasi konsep dan keterampilan, "mari membaca" untuk pendalaman informasi, dan "mari mengevaluasi" untuk mengukur pemahaman. Integrasi sintaksis STEM diterapkan melalui berbagai aktivitas yang memandu siswa untuk mengidentifikasi karakteristik masalah, merancang strategi investigasi, menginterpretasi data, menarik kesimpulan, terlibat dalam wacana ilmiah, menerapkan konsep lintas sektor, dan memanfaatkan teknik pemodelan.
 - 2) Tes Keterampilan Proses Sains (KPS) digunakan sebagai instrumen pengukuran utama berupa *pretest* dan *posttest* untuk menilai tingkat penguasaan KPS siswa sebelum dan sesudah intervensi. Soal-soal dalam tes ini dirancang secara cermat untuk mengukur tujuh indikator KPS: mengamati, menggunakan hubungan ruang/waktu, menyimpulkan, mengukur, mengomunikasikan, mengklasifikasi, dan memprediksi.
 - 3) Angket Respon Siswa digunakan untuk mengumpulkan umpan balik mengenai persepsi siswa terhadap kelayakan, kemenarikan, kemudahan penggunaan, dan kebermanfaatan Modul Elektronik dari sudut pandang pengguna, yang hasilnya dikuantifikasi dalam bentuk persentase kelayakan.



3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian efektivitas Modul Elektronik IPA Etnosains-STEM pada skala menengah menunjukkan hasil yang sangat positif terkait peningkatan KPS siswa. Analisis N-Gain, yang digunakan untuk mengukur besaran peningkatan KPS dari pretest ke posttest, menunjukkan tingkat efektivitas Modul Elektronik pada setiap indikator KPS. Hasil analisis N-gain disajikan pada tabel 1:

Tabel 1 Hasil analisis N-Gain uji menengah

No	Indikator	Nilai N-Gain	Kategori
1.	Mengamati	0,7	Tinggi
2.	Menggunakan hubungan ruang/waktu	0,6	Sedang
3.	Menyimpulkan	0,8	Tinggi
4.	Mengukur	0,5	Sedang
5.	Mengomunikasikan	0,7	Tinggi
6.	Mengklasifikasi	0,6	Sedang
7.	Memprediksi	0,5	Sedang

Setiap indikator KPS menunjukkan peningkatan dengan sebagian besar tinggi atau sedang dengan kecenderungan tinggi, seperti yang ditunjukkan dalam Tabel 1. Tiga indikator, mengamati, menyimpulkan, dan mengomunikasikan, memperoleh nilai N-Gain yang tinggi (0,7, 0,8, dan 0,7 secara berurutan). Empat indikator lainnya, menggunakan hubungan ruang/waktu, mengukur, mengklasifikasi, dan memprediksi, menunjukkan peningkatan pada kategori sedang (0,6, 0,5, 0,6, dan 0,5 secara berurutan). Secara keseluruhan, nilai N-Gain ini menunjukkan peningkatan keterampilan proses sains yang signifikan.

Setelah implementasi Modul Elektronik IPA Etnosains-STEM, semua indikator Keterampilan Proses Sains (KPS) siswa meningkat secara signifikan, menurut hasil analisis Normalized Gain (N-Gain) yang tersedia pada Tabel 1. Setiap indikator KPS meningkat, dengan sebagian besar berada pada kategori tinggi atau sedang, menunjukkan bahwa modul ini adalah media pembelajaran yang inovatif dan relevan. Peningkatan KPS paling terlihat pada indikator mengamati dan menyimpulkan, yang masing-masing memiliki N-Gain 0,7 dan 0,8, masing-masing. Kemampuan mengamati yang kuat adalah dasar sains, dan peningkatan ini menunjukkan bahwa fitur interaktif modul, seperti gambar, video, dan animasi berkualitas tinggi, mendorong siswa untuk melakukan observasi yang cermat dan detail. Selain itu, kemampuan siswa untuk menyimpulkan juga menunjukkan perkembangan yang signifikan, yang menunjukkan bahwa modul membantu siswa mengolah data dan informasi dari berbagai aktivitas pembelajaran. Ini sejalan dengan filosofi STEM tentang pembelajaran berbasis inkuiri, yang mendorong siswa untuk berpikir kritis dan membuat kesimpulan berdasarkan bukti. Selain itu, ada peningkatan yang signifikan pada indikator mengomunikasikan (N-Gain 0,7), yang menunjukkan bahwa siswa semakin mahir dalam menyampaikan ide, data, dan hasil penelitian mereka secara efektif. Ini didukung oleh aktivitas yang ada dalam modul, yang membantu siswa mengartikulasikan apa yang mereka ketahui tentang ilmu dengan memberikan presentasi, laporan singkat, atau diskusi kelompok. Tetap saja, indikator menunjukkan peningkatan yang signifikan dengan hubungan ruang/waktu (N-Gain 0,6), pengukuran (N-Gain 0,5), klasifikasi (N-Gain 0,6), dan prediksi (N-Gain 0,5) meskipun berada dalam kategori sedang. Dalam materi pelestarian lingkungan, menjadi sangat penting bagi siswa untuk memahami bagaimana kondisi geografis (misalnya, vegetasi) dan waktu dapat memengaruhi fenomena lingkungan (seperti peningkatan kualitas air). Ini menunjukkan bahwa modul bekerja dengan baik dalam mengaitkan konsep abstrak dengan situasi dunia nyata. Selain itu, kemampuan mengukur meningkat, yang penting untuk mendapatkan data kuantitatif dalam penyelidikan ilmiah. Kemampuan siswa untuk mengklasifikasi yang lebih baik menunjukkan bahwa mereka mampu mengorganisir data dan informasi berdasarkan kriteria tertentu, seperti jenis sampah atau pencemaran, yang merupakan keterampilan penting dalam analisis ilmiah. Sementara itu, kemampuan mereka untuk memprediksi menunjukkan bahwa mereka mulai mampu membuat perkiraan berdasarkan pola data atau skenario ilmiah yang ditunjukkan. Sebuah kategori sedang pada indikator-indikator ini menunjukkan bahwa fondasi untuk keterampilan tersebut telah terbentuk dengan baik. Namun, untuk mencapai level "tinggi", mungkin diperlukan latihan atau tantangan yang lebih kompleks.

Secara keseluruhan, temuan N-Gain ini menunjukkan bahwa Modul Elektronik IPA Etnosains-STEM telah meningkatkan KPS siswa secara signifikan. Integrasi etnosains memberikan konteks budaya lokal yang relevan (seperti terkait sumber daya air berkelanjutan), yang mendukung peningkatan ini. Pembelajaran menjadi lebih bermakna dan memotivasi siswa. Dengan menggunakan Canva for Education dan Heyzine, modul flipbook dengan fitur interaktif seperti audio, video, animasi, dan simulasi terbukti efektif untuk menciptakan lingkungan belajar yang dinamis dan mendorong siswa untuk berpartisipasi aktif (Amiruddin et al., 2023). Sejalan dengan prinsip pembelajaran STEM yang dikemukakan oleh (You et al., 2023), keterlibatan siswa dalam penelitian ilmiah melalui sintaksis STEM yang disajikan dalam modul juga secara langsung berkontribusi pada peningkatan setiap indikator KPS. Peningkatan ini didukung oleh integrasi etnosains yang memberikan konteks budaya lokal relevan (misalnya, terkait pengelolaan sumber daya air berkelanjutan oleh masyarakat adat), sehingga pembelajaran menjadi lebih bermakna dan memotivasi siswa untuk menghubungkan pengetahuan ilmiah dengan kearifan budaya mereka sendiri (Yasir et al., 2020); (Eko Fery Haryadi Saputro et al., 2023).

Integrasi budaya dalam pembelajaran IPA, khususnya biologi melalui etnosains, telah terbukti meningkatkan motivasi dan keterampilan sains siswa melalui kegiatan berbasis inkuiri yang relevan (Cogos et al., 2019); (Hariyono et al., 2023). Siswa meningkatkan pemahaman konseptual mereka dan mendapatkan pengalaman belajar yang menarik dengan modul ini, yang memungkinkan mereka menemukan prinsip-prinsip sains lokal dan membandingkannya dengan ide-ide ilmiah. Sebagaimana ditekankan oleh (Sumarni et al., 2022) dan (Rehman et al., 2025), pendidikan etnosains STEM ini secara signifikan membantu melestarikan warisan budaya dengan mengintegrasikan unsur-unsur tradisional dan menumbuhkan apresiasi budaya pada generasi mendatang.

Seperti yang dijelaskan oleh (Poto et al., 2022) tentang interaksi budaya dengan lingkungan, modul ini dapat menghubungkan kepercayaan budaya dengan pemahaman ilmiah, yang membuatnya berkontribusi pada metode pendidikan sains yang lebih luas dan efektif. Oleh karena itu, Modul Elektronik IPA Etnosains-STEM sangat layak dan disarankan untuk digunakan sebagai media pembelajaran inovatif untuk meningkatkan KPS siswa. Pada akhirnya, itu mungkin berkontribusi pada peningkatan prestasi sains siswa Indonesia dalam penilaian internasional seperti PISA. Dengan demikian, Modul Elektronik IPA Etnosains-STEM sangat layak dan direkomendasikan untuk digunakan sebagai media pembelajaran inovatif yang efektif dalam meningkatkan KPS siswa dan pada akhirnya, berpotensi berkontribusi pada peningkatan prestasi sains siswa Indonesia dalam evaluasi internasional seperti PISA.

Tabel dan Gambar

Hasil penghitungan N-gain tersebut kemudian dikategorikan dalam kriteria pada tabel 3.6 sebagai berikut:

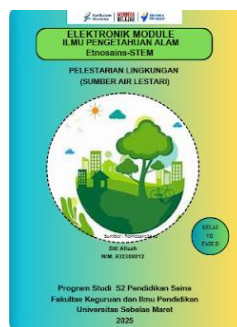
Tabel 2. Kriteria penilaian N-gain

Nilai	Kriteria
$g \geq 0,7$	Tinggi
$0,3 \leq g < 0,7$	Sedang
$g < 0,3$	Rendah

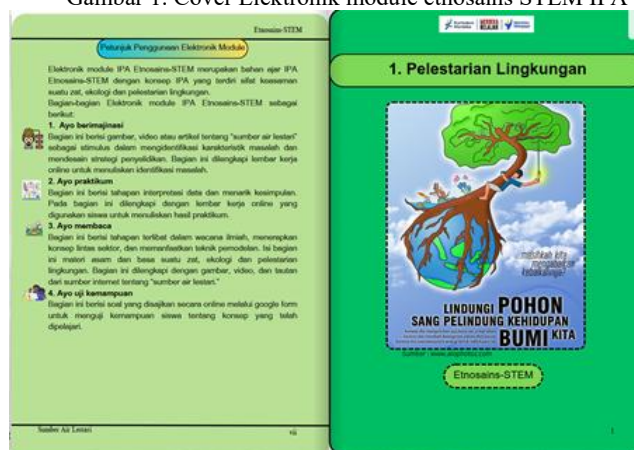
Sumber (Guntara, 2021).

Sehubungan dengan peningkatan KPS, Tabel 3.3 menunjukkan bahwa jika N-gain siswa lebih besar atau sama dengan 0,7, maka peningkatan KPS tinggi; jika N-gain siswa kurang dari atau sama dengan 0,3 dan kurang dari 0,7, maka peningkatan KPS sedang; dan jika N-gain siswa kurang dari 0,3 dan kurang dari 0,7, maka peningkatan KPS rendah.

Tampilan cover dan tampilan dalam *Elektronik module* etnosains STEM IPA sebagai berikut:



Gambar 1. Cover Elektronik module etnosains STEM IPA





Gambar 2. Tampilan dalam Elektronik module etnosains STEM IPA

Untuk tampilan C secara keseluruhan dapat dilihat dari barcode berikut ini:



Gambar 3. qr Elektronik module etnosains STEM IPA

Persamaan

Analisis data ini untuk mengetahui peningkatan keterampilan proses sains menggunakan uji *N-gain* yaitu:

$$g = \frac{S_{post} - S_{pre}}{S_{maks} - S_{pre}} \quad (1)$$

Keterangan:

g = N-gain

S_{post} = Skor post-test

S_{pre} = Skor pre-test

S_{maks} = Skor maksimum soal.

4. SIMPULAN

Studi ini berhasil membuat Modul Elektronik Sains Etnosains-STEM yang valid, kuat, dan layak digunakan dalam pendidikan. Analisis kebutuhan yang dilakukan sebelum pengembangan modul menunjukkan bahwa guru dan siswa sangat tertarik pada media interaktif yang menggabungkan kearifan lokal dengan gagasan STEM. Menggunakan platform Canva for Education, modul ini diimplementasikan dalam format flipbook interaktif (Heyzine). Ditambahkan dengan elemen multimedia seperti video, animasi, dan audio, serta glosarium dan evaluasi yang terstruktur untuk setiap sesi pembelajaran. Terbukti bahwa integrasi etnosains, terutama dalam biologi, meningkatkan keinginan siswa untuk belajar dan keterampilan proses sains mereka melalui kegiatan berbasis inkuiri yang relevan.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan penghargaan dan terima kasih kepada Universitas Sebelas Maret.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Amiruddin, M. Z. Bin, Prahani, B. K., Suprpto, N., Suliyanah, S., & Samsudin, A. (2023). Find Out Publications for Decade in Local Wisdom: Contribute to Education and Physics Education. *Berkala Ilmiah Pendidikan Fisika*, 11(3), 382. <https://doi.org/10.20527/bipf.v11i3.16715>
- Cogos, S., Östlund, L., & Roturier, S. (2019). Forest Fire and Indigenous Sami Land Use: Place Names, Fire Dynamics, and Ecosystem Change in Northern Scandinavia. *Human Ecology*, 47(1), 51–64. <https://doi.org/10.1007/s10745-019-0056-9>
- Damopolii, I., Botutihe, V. T., & Nunaki, J. H. (2019). The contribution of science process skill towards students cognitive achievement through guided inquiry-based learning. *Journal of Physics: Conference Series*, 1317(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1317/1/012184>
- Eko Fery Haryadi Saputro, Erlin Eveline, & Nurul Apsari. (2023). Modul IPA Berbasis Etnosains pada Kurikulum Merdeka untuk Penguatan Profil Pelajar Pancasila. *Jurnal Pendidikan Mipa*, 13(3), 797–804. <https://doi.org/10.37630/jpm.v13i3.1177>
- Guntara, Y. (2021). Normalized Gain Ukuran Keefektifan Treatment. *Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, March*, 1–3. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.27603.40482>
- Hariyono, E., Rizki, I. A., Lestari, D. A., Citra, N. F., Islamiyah, A. N., & Agusty, A. I. (2023). Engklek Game Ethnoscience-Based Learning Material (Egeblm) To Improve Students' Conceptual Understanding and



- Learning Motivation. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 12(4), 635–647. <https://doi.org/10.15294/jpii.v12i4.43941>
- Özgelen, S. (2012). Students' science process skills within a cognitive domain framework. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 8(4), 283–292. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2012.846a>
- PISA. (2023). PISA 2022 Results Factsheets Indonesia. *Oecd*, 1, 1–9. <https://oecdch.art/a40de1dbaf/C108>.
- Poto, M. P., Kuhn, A., Tsiouvalas, A., Hodgson, K. K., Treffenfeldt, M. V., & M.Beitl, C. (2022). Knowledge Integration and Good Marine Governance: A Multidisciplinary Analysis and Critical Synopsis. *Human Ecology*, 50(1), 125–139. <https://doi.org/10.1007/s10745-021-00289-y>
- Rehman, N., Huang, X., Mahmood, A., Zafeer, H. M. I., & Mohammad, N. K. (2025). Emerging trends and effective strategies in STEM teacher professional development: A systematic review. *Humanities and Social Sciences Communications*, 12(1), 1–23. <https://doi.org/10.1057/s41599-024-04272-y>
- Sumarni, W., Sudarmin, S., Sumarti, S. S., & Kadarwati, S. (2022). Indigenous knowledge of Indonesian traditional medicines in science teaching and learning using a science–technology–engineering–mathematics (STEM) approach. In *Cultural Studies of Science Education* (Vol. 17, Issue 2). Springer Netherlands. <https://doi.org/10.1007/s11422-021-10067-3>
- Yasir, M., Wulandari, A. Y. R., Qomaria, N., Prahani, B. K., & Al Haq, A. T. (2020). The contribution of local wisdom integrated science learning model to the students' scientific communication skill on ecology learning. *Jurnal Bioedukatika*, 8(3), 141. <https://doi.org/10.26555/bioedukatika.v8i3.15015>
- You, A., Be, M., & In, I. (2023). Integrating Local Resources into Inquiry-based Teaching. 060003(January 2018).