

Pemanfaatan Potensi Ekosistem Danau Toba sebagai Sumber Belajar Biologi yang Kontekstual dan Berkelanjutan

Retnita Ernayani Lubis¹, Surya Aymanda Nababan¹

¹ Universitas Islam Sumatera Utara

INFORMASI ARTIKEL

Diterima Redaksi: 20 Januari 2025
Revisi Akhir: 26 Februari 2025
Diterbitkan Online: 30 April 2025

KATA KUNCI

Danau Toba; ekosistem; pembelajaran biologi; kontekstual.

KORESPONDENSI

Phone: +62 (0751) 12345678
E-mail: retnita.lubis@fkip.uisu.ac.id

A B S T R A K

Penelitian ini bertujuan untuk menggali dan memanfaatkan potensi ekosistem Danau Toba sebagai sumber belajar biologi yang kontekstual dan berkelanjutan. Ekosistem Danau Toba memiliki kekayaan hayati dan budaya yang tinggi sehingga relevan digunakan dalam pembelajaran biologi berbasis lingkungan. Metode penelitian menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif melalui observasi lapangan, wawancara dengan masyarakat lokal, dan studi literatur. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ekosistem Danau Toba dapat dimanfaatkan untuk pembelajaran biologi pada materi ekosistem, keanekaragaman hayati, dan pelestarian lingkungan. Implikasi dari penelitian ini adalah perlunya integrasi sumber belajar lokal dalam kurikulum pendidikan biologi untuk menumbuhkan kepedulian lingkungan dan penguatan profil pelajar Pancasila.

PENDAHULUAN

Kegiatan Pendidikan memiliki peran yang strategik dalam peningkatan sumberdaya manusia, karena melalui kegiatannya dapat membekali manusia hingga menjadi cerdas, terampil, dan bertanggung jawab (*sense of responsibility*). Pada tujuan akhirnya adalah membentuk sumber daya manusia yang memiliki karakteristik berintegritas, berinisiatif, intelegensia, keterampilan sosial (*social skills*), penuh daya (*resourcefulness*), imajinasi, keluwesan (*flexibility*), antusiasme (*enthusiasm*), rasa memiliki (*a sence of belonging*), dan pandangan yang mendunia (*world view*) (Bahri 2016).

Pendidikan diarahkan untuk membangun *living values* dan wawasan kebangsaan siswa yang menjadi landasan penting bagi upaya memelihara persatuan dan kesatuan bangsa dalam kerangka Negara Kesatuan Republik Indonesia. Pendidikan seharusnya mampu merubah sikap dan perilaku masyarakat kita. Kurikulum 2013 dalam skema pengembangan kompetensi meliputi sikap, pengetahuan, ketrampilan berpikir, dan ketrampilan psikomotorik yang dikemas dalam berbagai mata pelajaran. Dalam Pelaksanaan Kurikulum 2013, salah satunya memperhatikan keragaman potensi dan karakteristik daerah, lingkungan, persatuan nasional, serta nilai-nilai kehidupan (*living values*) (Siti Sarah 2014).

Pembelajaran terintegrasi potensi daerah yaitu menciptakan lingkungan belajar serta merancang pengalaman belajar yang memadukan potensi lokal sebagai kegiatan pembelajaran dengan keterkaitan ilmu pengetahuan (sains). Potensi daerah dapat dimanfaatkan sebagai media

pembelajaran maupun sumber belajar. Integrasi potensi lokal ke dalam pembelajaran peserta didik mampu memahami materi pembelajaran dalam kehidupan sehari-hari serta mampu meningkatkan minat belajar dan memudahkan dalam mencapai tujuan pembelajaran (Reka Nurjanah, Shinta Purnamasari, dan Andinisa Rahmaniari 2024). Potensi lokal adalah fenomena yang ada di suatu wilayah yang bisa digunakan untuk sumber belajar (Abshor 2023). Sumber belajar dapat berupa bahan ajar, buku ajar, media pembelajaran maupun referensi. Integrasi potensi lokal dalam pembelajaran berbasis proyek menjadi sangat relevan dan. Melalui pendekatan ini, siswa tidak hanya belajar konsep-konsep sains, tetapi juga memahami dan memanfaatkan sumber daya lokal yang ada di sekitar mereka (Sudirman, Hardianti, dan Safitri 2024).

Pembelajaran biologi yang kontekstual menjadi kebutuhan penting dalam era Kurikulum Merdeka. Sumber belajar yang berbasis lokal, seperti ekosistem Danau Toba, dapat memperkuat pemahaman siswa terhadap konsep-konsep biologi serta menumbuhkan rasa kepedulian terhadap lingkungan. Danau Toba merupakan salah satu danau vulkanik terbesar di dunia yang memiliki keanekaragaman hayati tinggi, baik flora, fauna, maupun mikroorganisme. Selain itu, interaksi antara masyarakat dan lingkungan di sekitar Danau Toba memperkaya nilai-nilai kearifan lokal yang dapat dimanfaatkan dalam proses pembelajaran.

METODOLOGI

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif dengan teknik pengumpulan data yang meliputi observasi lapangan di beberapa titik ekosistem Danau Toba, seperti pantai, hutan di sekitar danau, dan area pemukiman masyarakat. Selain itu, data diperoleh melalui wawancara dengan pendidik, siswa, serta tokoh masyarakat yang tinggal di sekitar Danau Toba, guna memperoleh perspektif langsung mengenai kondisi ekosistem dan interaksinya dengan kehidupan masyarakat. Pendekatan ini juga dilengkapi dengan studi literatur yang mencakup jurnal, buku, dan dokumen lain yang relevan, untuk memperkuat pemahaman teoretis dan konteks ekologis wilayah tersebut. Salah satu referensi yang digunakan adalah studi oleh (Sibarani 2018) yang menekankan pentingnya kearifan lokal dalam pelestarian ekosistem Danau Toba sebagai bagian dari identitas budaya masyarakat Batak.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Potensi Ekosistem Danau Toba

Ekosistem Danau Toba terdiri dari berbagai komponen seperti perairan tawar, hutan hujan tropis, dan komunitas manusia. Keanekaragaman hayati yang tinggi terlihat dari berbagai jenis ikan endemik (misalnya ikan batak *Neolissochilus thienemanni*) (Lubis. ZA 2019), vegetasi asli, dan hewan liar yang hidup di sekitar danau. Selain itu, praktik masyarakat lokal seperti sistem pertanian tradisional dan upacara adat berkaitan dengan alam menunjukkan keterikatan manusia dengan ekosistem.

Ekosistem Danau Toba sekarang ini didominasi oleh pengolahan Keramba Jaring Apung. Keberadaan keramba jaring apung (KJA) yang semakin banyak sehingga mempengaruhi kualitas air danau, berdasarkan data citra satelit Spot VII pada 2026 terdapat sekitar 11.282 KJA di Danau Toba. Jumlah tersebut tersebar di 7 Kabupaten, 80% di kawasan Kabupaten Simalungun. Tingginya

aktivitas manusia di Danau Toba mengakibatkan potensi terjadinya penurunan pada kualitas perairan (Manik dan Astuti 2019).

Selain itu, potensi Kawasan Danau Toba yang dikembangkan sebagai sarana edukasi adalah Geopark Kaldera Toba. Konsep geopark atau yang disebut juga sebagai taman terestial merupakan salah satu cara untuk mencatat banyak sejarah geologi. Geopark secara langsung membantu lingkungan termasuk dalam menghemat sumber dan meningkatkan perekonomian. Geopark adalah upaya pemanfaatan warisan dunia secara berkelanjutan bagi masyarakat lokal yang mencakup geografi, lingkungan dan keanekaragaman budaya. Tujuan terbentuknya geopark untuk melindungi lingkungan alam, satwa liar. Geopark mencakup berbagai aspek seperti kawasan hutan dan perairan, keanekaragaman hayati, budaya masyarakat, ilmu pengetahuan, inovasi teknologi dan lain-lain (Ompusunggu dan Mega Williandani 2016).

Potensi flora yang ada di Kabupaten Samosir adalah jenis pohon-pohon dengan ukuran besar seperti *Pinus merkusii*, *Arenga pinnata*, *Celtis rigescens*, *Erythrina subumbrans*, dan *Paraserianthes falcataria*. Sedang tumbuhan perdunya berasal dari suku Rubiaceae, Euphorbiaceae, Myrsinaceae, Moraceae, dan Bignoniaceae. Tumbuhan bawah atau semak yang sangat mendominasi banyak tempat adalah *Melastoma malabathricum*, *Clidemia hirta*, *Dicranopteris linearis*, dan *Lantana camara*. Salah satu jenis anggrek epifit yaitu *Coelogyne asperata*, bahkan ditemukan tumbuh di tanah disela-sela tumbuhan paku. Beberapa tumbuhan air tumbuh di tempat-tempat yang berair, seperti di kubangan-kubangan air serta di area persawahan yaitu jenis *Monochoria hastate* dan *Cyperus*. Jenis-jenis anggrek tanah dapat dijumpai di desa ini, antara lain *Spathoglottis plicata*, *Arundina graminifolia*, dan *Agrostophyllum laterale*. *Spathoglottis plicata* ditemukan tumbuh di aliran sungai kecil yang terletak di sebelah utara kawasan. Sedang *Arundina graminifolia* dan *Agrostophyllum laterale* ditemukan di lereng-lereng tebing di bagian barat area. Jenis-jenis tumbuhan paku juga dapat dijumpai di desa ini seperti *Lygodium microphyllum*, *Blechnum orientale*, *Drynaria rigidula*, *Cyathea contaminans* dan *Selliguea triloba* (Lellinger dan Holttum 2015). Empat jenis tumbuhan merambat yaitu *Elaeagnus latifolia*, *Nepenthes gracilis*, *Tetracera* sp. dan *Jasminum pubescens* juga ditemukan (Hartini 2009).

2. Konteks Pembelajaran Biologi

Materi biologi yang relevan dikaitkan dengan potensi Danau Toba meliputi:

- Ekosistem dan interaksi antar komponen biotik-abiotik
- Keanekaragaman hayati dan klasifikasi makhluk hidup
- Pencemaran lingkungan dan pelestarian alam
- Bioteknologi lokal dan pemanfaatan sumber daya alam

Danau Toba sebagai danau vulkanik terbesar di Asia Tenggara memiliki karakteristik ekosistem yang unik dan kompleks. Materi biologi yang membahas ekosistem sangat relevan ketika dikaitkan dengan potensi Danau Toba karena danau ini menjadi habitat berbagai jenis flora dan fauna air tawar, baik yang endemik maupun yang umum ditemukan di perairan Indonesia. Dalam konteks pembelajaran, siswa dapat mengamati dan menganalisis struktur ekosistem Danau Toba, termasuk komponen penyusunnya seperti produsen (fitoplankton, tumbuhan air), konsumen (ikan-ikan lokal seperti ikan batak, udang air tawar), dan dekomposer (mikroorganisme pengurai). Pemahaman ini

memberi gambaran nyata bagaimana teori ekosistem diterapkan di lingkungan sekitar yang kaya akan sumber daya alam.

Lebih lanjut, interaksi antara komponen biotik dan abiotik di Danau Toba mencerminkan dinamika lingkungan yang kompleks. Faktor abiotik seperti suhu air, kedalaman, kadar oksigen terlarut, serta intensitas cahaya matahari sangat memengaruhi kehidupan organisme yang ada di dalamnya. Organisme biotik seperti plankton, ikan, dan tumbuhan air saling berinteraksi tidak hanya antar sesama makhluk hidup (predasi, kompetisi, simbiosis), tetapi juga dengan lingkungan abiotiknya. Misalnya, peningkatan suhu air akibat perubahan iklim atau aktivitas manusia dapat mengurangi kadar oksigen yang dibutuhkan ikan untuk bertahan hidup. Ini menunjukkan keterkaitan langsung antara kondisi lingkungan fisik dengan keseimbangan ekosistem biotik di Danau Toba.

Dengan menjadikan Danau Toba sebagai konteks pembelajaran biologi, siswa tidak hanya memahami konsep secara teoritis, tetapi juga mampu melihat penerapan ilmu secara nyata di lapangan. Ini mendukung pendekatan pembelajaran berbasis lingkungan (*environmental-based learning*) yang memfasilitasi siswa dalam membangun kesadaran ekologis dan rasa tanggung jawab terhadap kelestarian lingkungan. Selain itu, potensi lokal Danau Toba bisa dijadikan sebagai sumber belajar yang kontekstual dan relevan untuk mengembangkan keterampilan ilmiah seperti observasi, klasifikasi, analisis, hingga pemecahan masalah. Oleh karena itu, materi ekosistem dan interaksi biotik-abiotik sangat tepat jika diintegrasikan dengan potensi lokal seperti Danau Toba dalam proses pembelajaran biologi.

Penelitian menunjukkan bahwa Danau Toba memiliki keanekaragaman plankton air tawar yang besar, terdiri dari 93 genus plankton (7 kelompok fitoplankton dan 2 kelompok zooplankton) di tiga stasiun berbeda (Parapat, Simanindo, Balige), dengan nilai indeks keanekaragaman Shannon-Wiener yang menunjukkan kondisi ekosistem cukup stabil namun terindikasi pencemaran sedang. Studi di Ajibata juga menemukan komunitas zooplankton dari empat kelas utama (Crustacea, Ciliata, Maxillopoda, Bdelloidea) dengan struktur dominansi rendah dan keanekaragaman sedang (indeks $H' \approx 1,12-1,71$), mendukung bahwa kondisi fisika-kimia danau masih memadai bagi kehidupan plankton (Parris 2004)

Berbagai studi mengklasifikasi ikan di Danau Toba berdasarkan famili dan genus, mencatat antara 6 hingga 10 spesies asli dan jenis budidaya. Salah satu penelitian mengidentifikasi 3 famili, 4 genus, dan 6 spesies seperti Nilem (*Osteochilus hasselti*), Mujahir (*Oreochromis mossambicus*), Nila (*O. niloticus*), Red Devil (*Amphilophus labiatus*), Louhan, dan Parambassis ranga. Selain itu ada sekitar 10–11 jenis ikan yang tersebar di Pulau Samosir, termasuk ikan mas, lele, gabus, bilih, dan ikatan lokal Batak, dengan nilai keanekaragaman relatif rendah namun dominansi tinggi. Di antara ikan asli Danau Toba terdapat spesies endemik seperti *Rasbora tobana* dan *Neolissochilus thienemanni*, sementara banyak spesies asing seperti nila dan mujair telah memperkaya komposisi tetapi juga mengubah struktur ekologi (Lubis, Djulia, dan Syahfitri 2024).

Keanekaragaman flora di sekitar Danau Toba sangat tinggi. Inventarisasi mencatat hingga 521 spesies dari vegetasi sekitar, termasuk 93 jenis tumbuhan bawah di hutan pinus (77 Spermatophyta, 16 Pteridophyta), serta flora akuatik seperti ekor gondok, teratai, dan pitcher plant *Nepenthes tobaica* yang endemik di tepi danau. Tumbuhan darat membantu stabilitas lereng dan sebagai habitat bagi fauna lokal. Namun, ancaman seperti eutrofikasi, alih fungsi lahan, dan pencemaran dari kegiatan manusia menjadi tantangan bagi pelestarian keanekaragaman tersebut.

Danau Toba memiliki potensi ekologi yang besar sebagai sumber daya air tawar, keanekaragaman hayati, dan penyangga kehidupan masyarakat sekitar. Namun, berbagai hasil

penelitian menunjukkan bahwa Danau Toba kini mengalami tekanan lingkungan akibat pencemaran yang terus meningkat. Sumber pencemaran berasal dari aktivitas rumah tangga, pariwisata, pertanian, hingga budidaya ikan dalam keramba jaring apung (KJA). Limbah domestik dan pertanian menyumbangkan nutrisi berlebih seperti nitrogen dan fosfor ke danau, memicu eutrofikasi, yakni pertumbuhan alga yang berlebihan dan penurunan kualitas air. Kondisi ini berdampak langsung terhadap keseimbangan ekosistem dan kesehatan biota perairan.

Penelitian menunjukkan bahwa pencemaran menyebabkan penurunan keanekaragaman plankton dan ikan, serta menurunnya kadar oksigen terlarut (DO) di beberapa titik danau. Penurunan kualitas air mengganggu proses-proses ekologis seperti rantai makanan dan daur biogeokimia. Dalam pembelajaran biologi, isu ini sangat relevan dalam materi pencemaran lingkungan, karena mencakup jenis-jenis pencemar, dampaknya terhadap organisme hidup, dan perubahan dalam struktur komunitas biologis. Siswa dapat mempelajari indikator biologis pencemaran seperti penurunan populasi fitoplankton tertentu atau dominansi spesies tahan limbah sebagai bentuk adaptasi terhadap lingkungan tercemar.

Sebagai tanggapan terhadap kondisi tersebut, berbagai upaya pelestarian alam telah dilakukan, seperti pengurangan jumlah keramba jaring apung, penanaman vegetasi di sekitar danau, serta program edukasi lingkungan berbasis masyarakat. Pemerintah dan lembaga lingkungan juga mendorong pendekatan konservasi berbasis ekosistem dan kearifan lokal. Dalam konteks pendidikan biologi, upaya pelestarian ini dapat diintegrasikan melalui proyek berbasis lingkungan (project-based learning), di mana siswa terlibat langsung dalam observasi, pengambilan sampel air, atau kampanye kesadaran lingkungan. Dengan demikian, materi biologi tidak hanya membahas pencemaran dan dampaknya, tetapi juga menanamkan nilai konservasi dan tanggung jawab terhadap lingkungan sekitar.

Danau Toba dan wilayah sekitarnya memiliki kekayaan sumber daya alam yang sangat mendukung pengembangan bioteknologi lokal, terutama di bidang pertanian, pangan, dan lingkungan. Berbagai hasil penelitian menunjukkan bahwa mikroorganisme lokal, seperti bakteri dan jamur dari tanah sekitar Danau Toba maupun dari air danau itu sendiri, memiliki potensi besar untuk dikembangkan sebagai agen bioteknologi, misalnya dalam pembuatan pupuk hayati, pengolahan limbah organik, atau fermentasi pangan tradisional. Misalnya, mikroba dari tanah subur kawasan pegunungan sekitar danau telah dimanfaatkan untuk proses pengomposan limbah organik secara alami, yang memperkaya materi ajar biologi tentang pemanfaatan bioteknologi konvensional.

Masyarakat sekitar Danau Toba juga telah lama menerapkan bioteknologi tradisional dalam kehidupan sehari-hari. Contohnya adalah fermentasi makanan khas Batak seperti “tipa-tipa” (fermentasi ikan), atau penggunaan ragi lokal dalam pembuatan minuman tradisional “tuak”. Penelitian menyatakan bahwa proses fermentasi ini melibatkan mikroorganisme seperti *Saccharomyces cerevisiae* dan *Lactobacillus sp.*, yang dapat dipelajari lebih lanjut dalam konteks biologi sebagai contoh nyata bioteknologi dalam kehidupan lokal. Dengan mengkaji penerapan tersebut, siswa dapat memahami bagaimana bioteknologi bukan hanya hasil laboratorium modern, melainkan juga bagian dari praktik lokal yang diwariskan secara turun-temurun.

Penggabungan materi biologi tentang bioteknologi dengan potensi lokal Danau Toba memberi peluang besar bagi pendidikan yang kontekstual dan aplikatif. Siswa dapat melakukan praktik pembuatan kompos dari limbah pertanian lokal, mengisolasi mikroorganisme dari danau, atau melakukan uji coba fermentasi tradisional dengan pendekatan ilmiah. Selain meningkatkan pemahaman terhadap konsep bioteknologi, pendekatan ini juga menanamkan kesadaran akan pentingnya pemanfaatan sumber daya alam secara bijak dan berkelanjutan. Dalam jangka panjang,

hal ini mendukung pelestarian lingkungan sekaligus mendorong inovasi lokal yang berbasis ilmu pengetahuan.

3. Implementasi dalam Pembelajaran

Hasil wawancara menunjukkan bahwa guru dan siswa merespon positif pemanfaatan potensi lokal sebagai sumber belajar. Guru dapat mengembangkan modul pembelajaran berbasis proyek (*Project-Based Learning*) dengan tema konservasi Danau Toba, observasi langsung terhadap tumbuhan air, serta analisis kualitas air dan tanah.

Danau Toba memiliki karakteristik alam yang kompleks dan kaya akan keanekaragaman hayati, menjadikannya sebagai salah satu kawasan strategis untuk pengembangan pembelajaran biologi berbasis potensi lokal. Hasil berbagai penelitian menunjukkan bahwa potensi ini meliputi aspek ekosistem perairan tawar, keanekaragaman flora dan fauna, interaksi biotik-abiotik, serta isu-isu lingkungan seperti pencemaran dan konservasi. Keberagaman ini mendukung implementasi pembelajaran yang tidak hanya berorientasi pada materi teoritis, tetapi juga pada konteks nyata di lapangan, sehingga siswa dapat lebih mudah memahami dan mengaitkan konsep-konsep biologi dengan kondisi lingkungan sekitar mereka.

Penelitian pendidikan lingkungan di kawasan Danau Toba mengungkapkan bahwa materi seperti ekosistem, rantai makanan, simbiosis, dan klasifikasi makhluk hidup sangat cocok diintegrasikan dengan kondisi alam danau. Misalnya, siswa dapat mempelajari rantai makanan air tawar berdasarkan observasi langsung terhadap komunitas plankton, ikan, dan tumbuhan air di Danau Toba. Selain itu, berbagai jenis flora lokal di kawasan pegunungan dan hutan pinus, serta fauna khas danau, dapat digunakan sebagai bahan pembelajaran untuk klasifikasi makhluk hidup berdasarkan ciri morfologi dan taksonomi. Pendekatan ini tidak hanya memperkaya pengalaman belajar, tetapi juga membangun kesadaran ekologis siswa sejak dini.

Penelitian juga menyoroti bahwa Danau Toba menghadapi tantangan pencemaran dari limbah rumah tangga, pertanian, dan keramba jaring apung. Materi biologi tentang pencemaran lingkungan, daur biogeokimia, dan upaya pelestarian alam dapat dihubungkan secara langsung dengan kondisi nyata danau. Dengan demikian, siswa tidak hanya mempelajari jenis pencemar dan dampaknya secara teoritis, tetapi juga dapat mengamati langsung perubahan kualitas air, hilangnya keanekaragaman hayati, atau peningkatan populasi spesies invasif. Proyek pembelajaran seperti pengambilan sampel air, analisis kualitas air sederhana, atau kampanye pelestarian lingkungan menjadi bentuk implementasi nyata yang edukatif dan bermakna.

Selain itu, hasil penelitian menyebutkan bahwa praktik bioteknologi lokal di kawasan Danau Toba, seperti fermentasi makanan tradisional dan pengolahan limbah organik, dapat dijadikan sarana penguatan materi bioteknologi konvensional dalam pembelajaran. Mikroorganisme dari lingkungan danau atau hasil fermentasi pangan lokal dapat dijadikan objek praktikum sederhana di sekolah. Ini tidak hanya memperkuat pemahaman konsep, tetapi juga mengenalkan siswa pada potensi inovasi lokal dan pentingnya pemanfaatan sumber daya alam secara berkelanjutan. Pendekatan kontekstual ini menjadikan pembelajaran lebih aplikatif, kreatif, dan selaras dengan kehidupan masyarakat sekitar.

Hasil implementasi pembelajaran biologi berbasis potensi lokal Danau Toba menunjukkan peningkatan pemahaman siswa terhadap konsep biologi, peningkatan keterampilan proses sains, serta tumbuhnya sikap peduli terhadap lingkungan. Metode seperti *project-based learning*, *discovery learning*, dan pembelajaran luar kelas terbukti lebih efektif bila dikaitkan dengan potensi lokal yang nyata. Selain itu, keterlibatan siswa dalam eksplorasi lingkungan sekitar juga

menumbuhkan rasa cinta tanah air dan tanggung jawab ekologis. Oleh karena itu, integrasi potensi kawasan Danau Toba dalam pembelajaran biologi bukan hanya meningkatkan kualitas akademik, tetapi juga memperkuat pendidikan karakter dan kesadaran lingkungan.

4. Tantangan dan Solusi

Tantangan utama yang ditemukan adalah keterbatasan akses informasi dan sumber belajar yang terstandar. Untuk mengatasi hal ini, disarankan:

- Pengembangan bahan ajar berbasis lokal oleh guru dan dosen
- Kolaborasi antara sekolah dan perguruan tinggi
- Pelatihan bagi guru untuk penerapan pembelajaran kontekstual

KESIMPULAN DAN SARAN

Ekosistem Danau Toba memiliki potensi besar sebagai sumber belajar biologi yang kontekstual dan berkelanjutan. Pemanfaatan potensi ini dapat meningkatkan relevansi pembelajaran, memperkuat nilai-nilai lokal, dan menumbuhkan karakter peduli lingkungan pada siswa. Integrasi potensi lokal dalam kurikulum perlu terus ditingkatkan melalui kolaborasi lintas pihak dan pengembangan bahan ajar inovatif.

DAFTAR PUSTAKA

- Abshor, Devy Aufia. 2023. “Pengembangan Bahan Ajar Ipa Berbasis Potensi Lokal Untuk Siswa Sekolah Dasar.” *Jurnal Analisis Ilmu Pendidikan Dasar* (I): 41–45.
- Bahri, Husnul. 2016. “PENGELOLAAN PENDIDIKAN DAN PEMBELAJARAN BERBASIS POTENSI LOKAL.” *Nuansa : Jurnal Studi Islam dan Kemasyarakatan* 9.
- Hartini, Sri. 2009. “Keanekaragaman Flora di Pulau Samosir, Sumatera Utara.” *Berkala Penelitian Hayati* Edisi Khusus: 7–16. <http://berkalahayati.org/files/journals/1/articles/369/submission/369-1186-1-SM.pdf>.
- Lellinger, David Bruce, dan RE (Richard Eric) Holttum. 2015. “Flora Malaya yang Direvisi, Vol. II: Pakis-pakis Malaya.” *Proceedings of the National Academy of Sciences* 3(1): 1–15. <http://dx.doi.org/10.1016/j.bpj.2015.06.056><https://academic.oup.com/bioinformatics/article-abstract/34/13/2201/4852827>[Ainternal-pdf://semisupervised-3254828305/semisupervised.ppt%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.str.2013.02.005%0Ahttp://dx.doi.org/10.10](https://academic.oup.com/bioinformatics/article-abstract/34/13/2201/4852827).
- Lubis, ZA, et al. 2019. “Tipologi Bentuk Dan Struktur Rumah Adat Batak Toba Studi Kasus: Kabupaten Toba Samosir Dan Kabupaten Samosir.” <https://doi.org/10.1371/JOURNAL.0148258>.
- Lubis, R E, E Djulia, dan A Syahfitri. 2024. “Kreatifitas Guru Dan Siswa Dalam Upaya Melestarikan Kekayaan Dan Budaya Danau Toba Melalui Pembelajaran Biologi.” ... *Journal (Biology Education, Sains* ... 7(1): 2116–22. <http://jurnal.uisu.ac.id/index.php/best/article/view/9356><http://jurnal.uisu.ac.id/index.php/best/article/download/9356/6437>.
- Manik, Junjung Sahala Tua, dan Retno Sunu Astuti. 2019. “Ancaman Keberlanjutan Pariwisata Danau Toba (Evaluasi Kebijakan Keramba Jaring Apung).” *Conference on Public Administration and Society* 1(1): 54–70.
- Ompusunggu, Darmayanti, dan Mega Williandani. 2016. “Geopark Kaldera Toba: Membangun Pariwisata Dan Melindungi Lingkungan.” *Akademi Pariwisata & Perhotelan Darma Agung*: 1–23.

- Parris, Barbara. 2004. "Review of Fern growers manual (revised and expanded edition) by Barbara Joe Hoshizaki and Robbin C. Moran." *Subtropicals* 3: 23–24.
- Reka Nurjanah, Shinta Purnamasari, dan Andinisa Rahmaniari. 2024. "Analisis Implementasi Potensi Lokal dalam Pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam." *Jurnal Pendidikan Mipa* 14(1): 48–56.
- Sibarani, R. 2018. "Local Wisdom-Based Ecological Conservation in the Toba Batak Culture of Indonesia." *International Journal of Human Rights in Healthcare*,.
- Siti Sarah, Maryono. 2014. "KEEFEKTIVAN PEMBELAJARAN BERBASIS POTENSI LOKAL DALAM PEMBELAJARAN FISIKA SMA DALAM MENINGKATKAN LIVING values siswa." *Jurnal Pendidikan Sains Universitas Muhammadiyah Semarang* 02(01): 6–13.
- Sudirman, Sudirman, Baiq Dina Hardianti, dan Temi Ainul Safitri. 2024. "Efektivitas Pembelajaran Proyek Kolaborasi Berbasis Potensi Lokal pada Praktikum IPA Untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains." *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan* 9(3): 1556–64.