

Analisis Etnosains Pada Alat Musik Tradisional Angklung Buhun Sebagai Sumber Belajar IPA Siswa SMP

Siti Nadiah ^{1*}, Bai Rohimah ², Nofita Fajariyanti ³

^{1, 2, 3} Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Indonesia

* 2281220010@untirta.ac.id

Abstrak

Urgensi penelitian ini adalah menyediakan kajian ilmiah mengenai keterkaitan antara kearifan lokal pada Angklung Buhun dan konsep-konsep IPA, sehingga dapat menjadi dasar pengembangan sumber belajar yang relevan dengan kehidupan siswa dan mendukung implementasi pembelajaran berbasis budaya. Angklung Buhun adalah alat musik tradisional Suku Baduy di Desa Kanekes, Kabupaten Lebak, Banten, yang menyimpan lapisan pengetahuan empiris yang sangat berkaitan dengan konsep ilmu pengetahuan alam (IPA). Penelitian ini bertujuan untuk: (1) mengidentifikasi bentuk-bentuk etnosains dalam Angklung Buhun; (2) menganalisis konsep IPA yang terkandung di dalamnya; (3) memetakan hubungan antara Angklung Buhun dan prestasi belajar IPA di tingkat SMP; dan (4) menilai potensinya sebagai sumber belajar IPA berbasis etnosains. Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kualitatif dengan desain studi kasus. Data dikumpulkan melalui observasi lapangan di Kampung Kanekes (28 April 2026), wawancara mendalam dengan pakar tradisi (Jaro Oom dan H. Medi), pengrajin (Ki Sarwani dan Pak Darma), pemain (Pak Sarif dan Pak Engkos), dan wawancara triangulasi dengan lima dosen ahli di bidang Sosiologi, Biologi, Kimia, Fisika, dan Seni Pertunjukan dari Universitas Sultan Ageng Tirtayasa. Analisis data menggunakan model Miles dan Huberman yang didukung oleh kerangka rekonstruksi etnosains Ogawa (dalam Sudarmin, 2014). Hasil menunjukkan bahwa Angklung Buhun mengandung etnosains dalam tiga bentuk: (1) sistem budaya; (2) aktivitas; dan (3) artefak. Secara ilmiah, ia mengandung konsep Biologi (struktur jaringan bambu, lignifikasi, ekosistem), konsep Kimia (perubahan fisik dan kimia, polimer alami, reaksi oksidasi), dan konsep Fisika (getaran, frekuensi, resonansi, amplitudo, interferensi gelombang, kecepatan suara). Pemetaan ini selaras langsung dengan Pencapaian Pembelajaran IPA Kurikulum Merdeka untuk Fase D di kelas VII–IX.

Kata Kunci: Angklung Buhun, Etnosains, Sumber Pembelajaran IPA, Baduy, Kurikulum Merdeka

Pendahuluan

Pembelajaran sains yang efektif menuntut keterlibatan langsung peserta didik dalam mengonstruksi pengetahuan berdasarkan pengalaman nyata (Yanti & Erni, 2024). Salah satu strategi yang semakin mendapat perhatian dalam pendidikan IPA adalah pendekatan etnosains, yaitu pengintegrasian pengetahuan asli masyarakat (*indigenous knowledge*) dengan konsep sains modern (Cronje et al., 2018). Melalui etnosains, peserta didik tidak hanya memahami fenomena alam secara ilmiah, tetapi juga mengenali kearifan lokal sebagai bagian dari identitas budaya mereka. Penelitian menunjukkan bahwa pembelajaran IPA berbasis konteks lokal dapat meningkatkan pemahaman konseptual peserta didik hingga 32% dan memperkuat identitas budaya (Rahmawati et al., 2019). Penelitian terdahulu juga membuktikan bahwa sumber belajar berbasis lingkungan sekitar meningkatkan hasil belajar IPA hingga 28% dan sikap ilmiah hingga 34% dibandingkan buku teks saja (Ardiansyah et al., 2020). Temuan ini mempertegas pentingnya pemilihan sumber belajar yang kontekstual dan bermakna bagi peserta didik.

Namun, praktik integrasi kearifan lokal dalam pembelajaran IPA masih sangat terbatas. Penelitian terdahulu menemukan bahwa 68% guru IPA SMP di Banten belum pernah memanfaatkan lingkungan dan budaya lokal sebagai sumber belajar, serta 72% tidak memiliki referensi pembelajaran berbasis budaya daerah (Alifiyah et al., 2024). Memperkuat temuan ini dengan menyatakan bahwa guru IPA di Kota Serang mengalami kesulitan mengembangkan sumber belajar berbasis kearifan lokal meskipun potensi budaya daerah sangat mendukung (Andriana, 2017). Temuan serupa diperoleh dari pra-penelitian yang melibatkan tiga guru IPA dari SMPN 6, SMPN 7, dan SMPN 11 Kota Serang seluruhnya menyatakan belum pernah mengintegrasikan budaya lokal dalam pembelajaran IPA, meskipun menunjukkan sikap positif terhadap potensi tersebut.

Angklung Buhun adalah instrumen musik tradisional masyarakat Baduy di Kampung Kanekes, Kabupaten Lebak, Banten, yang merupakan bentuk tertua dari angklung Sunda. Berbeda dengan angklung modern yang telah distandardisasi oleh Daeng Soetigna (1938), Angklung Buhun mempertahankan tangga nada pentatonis tradisional (salendro/pelog) dan digunakan secara eksklusif dalam ritual pertanian masyarakat Baduy (Hidayat et al., 2023). Secara organologis, instrumen ini terdiri dari tabung bambu resonator, rangka bambu (rancak), tali rotan, dan ornamen rarawis dari daun pelah kering. Etnosains dalam Angklung Buhun mencakup tiga dimensi: sistem budaya (pengetahuan dan nilai yang diwariskan), aktivitas (praktik pembuatan dan permainan), serta artefak (komponen fisik instrumen) (Mukti et al., 2022). Ketiga dimensi ini mengandung konsep-konsep IPA yang dapat dipetakan langsung ke dalam Capaian Pembelajaran (CP) IPA Kurikulum Merdeka Fase D.

Kebaruan penelitian ini terletak pada rekonstruksi sistematis pengetahuan tradisional Baduy menjadi struktur konsep sains yang dapat diintegrasikan ke dalam kurikulum formal berbeda dari penelitian terdahulu yang umumnya hanya memanfaatkan kearifan lokal sebagai konteks atau media pembelajaran. Berdasarkan uraian di atas, penelitian ini bertujuan: (1) mengidentifikasi bentuk etnosains yang terkandung dalam Angklung Buhun; (2) menganalisis konsep-konsep IPA yang terdapat di dalamnya; (3) memetakan keterkaitan antara Angklung Buhun dengan materi dan CP IPA di SMP; serta (4) menganalisis potensi Angklung Buhun sebagai sumber belajar IPA SMP.

Pada konteks yang lebih luas, pendekatan etnosains telah mendapat pengakuan global sebagai strategi pembelajaran yang inklusif dan berkeadilan. Integrasi pengetahuan lokal dalam pendidikan formal merupakan salah satu pilar penting dalam mencapai pendidikan berkualitas dan berkelanjutan (*Sustainable Development Goal 4*). Di Indonesia, semangat ini sejalan dengan filosofi Merdeka Belajar yang mengedepankan pembelajaran kontekstual, berpusat pada peserta didik, dan berakar pada nilai-nilai lokal. Kurikulum Merdeka secara eksplisit mendorong guru untuk mengeksplorasi kearifan lokal sebagai sumber belajar autentik yang mampu menjembatani pengalaman budaya peserta didik dengan pengetahuan sains formal (Annisha, 2023; Setiawan et al., 2021; Sarah & Arwita, 2025).

Masyarakat Baduy, sebagai salah satu komunitas adat yang paling konsisten mempertahankan tradisi leluhur di Indonesia, merupakan sumber pengetahuan lokal yang luar biasa kaya. Kehidupan masyarakat Baduy yang sangat menyatu dengan alam menghasilkan sistem pengetahuan empiris yang terakumulasi selama berabad-abad, mencakup pengetahuan tentang tumbuhan, material alam, fenomena fisika, dan siklus ekosistem (Muhibah & Rohimah, 2023). Angklung Buhun, sebagai produk tertinggi kecerdasan budaya Baduy di bidang seni dan teknologi, merangkum pengetahuan multidisiplin ini dalam satu artefak yang hidup dan terus dipraktikkan. Berbeda dengan artefak budaya yang hanya tersimpan di museum, Angklung

Buhun masih dimainkan secara aktif dalam siklus ritual pertanian Baduy, menjadikannya sumber belajar yang kontekstual dan autentik untuk pembelajaran IPA berbasis pengalaman nyata (Yuliana et al., 2023).

Penelitian-penelitian terdahulu tentang etnosains alat musik tradisional di Indonesia masih sangat terbatas cakupannya. Penelitian terdahulu mengkaji etnosains dalam pembelajaran fisika secara umum (Mukti et al., 2022). Sementara penelitian lainnya melakukan kajian sistematis etnosains komunitas adat secara luas tanpa fokus mendalam pada satu artefak tertentu ((Nisa et al., 2024). Belum ada penelitian yang secara khusus dan sistematis merekonstruksi pengetahuan tradisional dalam satu instrumen musik menjadi peta konsep IPA yang selaras dengan Capaian Pembelajaran Kurikulum Merdeka. Oleh karena itu, penelitian ini mengisi kesenjangan tersebut dengan memfokuskan kajian etnosains secara mendalam pada Angklung Buhun sebagai objek tunggal yang representatif, menggunakan kerangka rekonstruksi Ogawa yang telah terbukti efektif dalam mengubah pengetahuan tradisional menjadi struktur konsep sains yang dapat dioperasionalkan dalam pembelajaran formal.

Metode

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif dengan desain studi kasus. Pendekatan ini dipilih karena bertujuan memahami makna yang dibangun oleh individu atau kelompok terhadap fenomena yang diteliti secara mendalam (Creswell & Creswell, 2018). Studi kasus digunakan untuk mengeksplorasi secara komprehensif kearifan lokal yang terkandung dalam Angklung Buhun dan keterkaitannya dengan pembelajaran IPA.

Subjek penelitian ditentukan melalui teknik purposive sampling. Subjek utama terdiri dari: (1) dua ahli tradisi Baduy (Jaro Oom dan H. Medi); (2) dua pengrajin sekaligus pemain Angklung Buhun (Ki Sarwani dan Pak Darma; Pak Sarif dan Pak Engkos); dan (3) lima dosen ahli dari Universitas Sultan Ageng Tirtayasa mencakup Pendidikan Sosiologi, Biologi, Kimia, Fisika, dan Seni Pertunjukan. Pada tahap pra-penelitian, tiga guru IPA SMP dari SMPN 6, SMPN 7, dan SMPN 11 Kota Serang turut dilibatkan. Penelitian lapangan dilaksanakan di Kampung Kanekes, Desa Kanekes, Kecamatan Leuwidamar, Kabupaten Lebak, Banten, pada tanggal 28 April 2026.

Pengumpulan data dilakukan melalui tiga teknik: (1) observasi non-partisipan terhadap karakteristik fisik, teknik permainan, fenomena akustik, dan konteks budaya Angklung Buhun; (2) wawancara semi-terstruktur mendalam dengan seluruh subjek penelitian, menggunakan kisi-kisi yang disusun berdasarkan adaptasi pendekatan Core & Paper dalam kerangka Pedagogical Content Knowledge (PCK); dan (3) dokumentasi berupa foto, video, catatan lapangan, dan rekaman audio. Analisis data menggunakan model interaktif Miles, Huberman, dan Saldana (2014) yang mencakup tiga tahap: (1) reduksi data; (2) penyajian data; dan (3) penarikan kesimpulan. Rekonstruksi pengetahuan lokal menjadi sains ilmiah dilakukan menggunakan kerangka Ogawa yang melibatkan tahapan identifikasi, verifikasi, formulasi, dan konseptualisasi melalui proses akomodasi, asimilasi, dan interpretasi. Keabsahan data dijamin melalui triangulasi sumber (ahli tradisi, pengrajin, pemain, dan dosen ahli) dan triangulasi teknik (observasi, wawancara, dan dokumentasi) (Sugiyono, 2021).

Pada tahap reduksi data, seluruh transkrip wawancara dan catatan observasi disederhanakan dengan memilih informasi yang relevan dengan bentuk etnosains dan konsep IPA yang terkandung dalam Angklung Buhun. Proses ini melibatkan pengkodean tematik (*thematic coding*) yang mengklasifikasikan data ke dalam tiga kategori utama: sistem budaya, aktivitas, dan artefak. Selanjutnya, pada tahap penyajian data, temuan disusun dalam bentuk narasi deskriptif, tabel rekonstruksi, dan peta keterkaitan dengan Capaian Pembelajaran.

Penarikan kesimpulan dilakukan secara iteratif dengan kembali mengacu pada data mentah untuk memastikan konsistensi interpretasi (Miles et al., 2014).

Keabsahan data dalam penelitian ini dijamin melalui empat yaitu: kredibilitas (*credibility*), keteralihan (*transferability*), ketergantungan (*dependability*), dan kepastian (*confirmability*). Kredibilitas dicapai melalui: (a) triangulasi sumber dengan membandingkan data dari ahli tradisi, pengrajin, pemain, dan dosen ahli; (b) triangulasi teknik dengan menggunakan tiga instrumen pengumpulan data yang berbeda; dan (c) member check dengan mengembalikan temuan kepada narasumber untuk konfirmasi. Keteralihan dijamin melalui deskripsi konteks penelitian yang kaya dan terperinci. Ketergantungan dan kepastian dijamin melalui audit trail yang mendokumentasikan seluruh proses penelitian dari awal hingga akhir (Creswell & Creswell, 2018).

Proses rekonstruksi etnosains menggunakan kerangka Ogawa melibatkan empat tahapan berurutan: (1) identifikasi, yakni mengenali dan mendokumentasikan pengetahuan tradisional dalam bentuk aslinya melalui wawancara dan observasi; (2) verifikasi, yakni mengkonfirmasi keakuratan pengetahuan tradisional melalui triangulasi narasumber dan literatur ilmiah; (3) formulasi, yakni merumuskan pengetahuan tradisional ke dalam bahasa sains ilmiah yang dapat dipahami dan diajarkan; serta (4) konseptualisasi, yakni mengintegrasikan hasil formulasi ke dalam struktur konsep sains formal yang selaras dengan Capaian Pembelajaran Kurikulum Merdeka. Proses ini memastikan bahwa pengetahuan tradisional tidak sekadar ditampilkan sebagai ilustrasi, melainkan benar-benar direkonstruksi menjadi substansi pembelajaran yang setara dengan sains modern.

Hasil dan Pembahasan

Etnosains Angklung Buhun pada Konsep-Konsep IPA

Kajian terhadap Angklung Buhun mengungkapkan bahwa setiap aspek keberadaan instrumen ini yaitu dari pemilihan bahan baku, proses pembuatan, hingga teknik permainannya dan menyimpan konsep-konsep ilmiah yang selama ini tidak pernah dirumuskan secara formal oleh masyarakat Baduy, namun sepenuhnya selaras dengan prinsip-prinsip sains modern. Konsep-konsep tersebut mencakup tiga domain utama, yaitu Biologi, Kimia, dan Fisika, yang masing-masing dikonfirmasi melalui triangulasi bersama dosen ahli dari Universitas Sultan Ageng Tirtayasa. Pembagian ke dalam tiga domain ini mengikuti struktur IPA terpadu yang diajarkan di jenjang SMP sesuai Kurikulum Merdeka (Kemendikbudristek, 2022), sehingga temuan penelitian ini sejak awal diposisikan agar dapat diintegrasikan langsung ke dalam pembelajaran formal yang kontekstual dan bermakna bagi peserta didik.

Temuan biologis yang paling menonjol dalam penelitian ini berkaitan dengan praktik pemilihan bambu yang dijalankan pengrajin Baduy. Pengrajin memilih bambu pancar yaitu bambu yang telah mati dan mengering secara alami di pohon bukan berdasarkan teori, melainkan dari pengalaman turun-temurun bahwa bambu tersebut menghasilkan bunyi paling jernih dan paling tahan lama. Secara biologis, bambu pancar telah menyelesaikan proses lignifikasi secara sempurna, di mana akumulasi lignin yang optimal pada dinding sel menghasilkan jaringan sklerenkim yang padat, keras, dan unggul secara akustik. Lignin sendiri berfungsi sebagai perekat alami yang mengikat serat-serat selulosa, membentuk struktur yang sangat kaku dan kuat secara mekanik (Solikin & Rifqi, 2025). Konsep ini berkaitan langsung dengan materi Struktur dan Fungsi Tumbuhan Kelas VIII, khususnya tentang jaringan sklerenkim sebagai jaringan penguat batang, serta materi pertumbuhan dan diferensiasi sel yang

menjelaskan bagaimana rebung yang lunak dapat berubah menjadi batang keras dalam hitungan bulan melalui proses lignifikasi bertahap (Purnomo et al., 2019; Taiz et al., 2018).

Selain lignifikasi, preferensi pengrajin terhadap awi gede (*Gigantochloa sp.*) dibanding jenis bambu lain mencerminkan pemahaman empiris terhadap perbedaan antarspesies yang berkaitan langsung dengan materi klasifikasi makhluk hidup Kelas VII. Pengrajin Baduy secara konsisten dapat membedakan karakteristik batang, kepadatan, dan kualitas bunyi berbagai jenis bambu hanya melalui sentuhan dan pendengaran, suatu praktik klasifikasi yang dilakukan secara intuitif jauh sebelum peserta didik mempelajarinya di kelas. Temuan terdahulu mengonfirmasi bahwa perbedaan antarspesies bambu terletak pada ketebalan dinding sel serta kandungan lignin yang secara langsung menentukan kualitas akustik yang dihasilkan (Zhang et al., 2023). Di sisi lain, pengetahuan pengrajin tentang kerentanan bambu lembab terhadap serangan jamur dan rayap menyentuh konsep ekologi yang mendasar bambu dengan kadar air tinggi menyediakan lingkungan yang ideal bagi pertumbuhan dekomposer, karena bambu bersifat higroskopis akibat kandungan gugus hidroksil pada selulosanya yang mudah menyerap air dari lingkungan sekitar.

Praktik pengrajin yang segera memproses bambu setelah pemotongan merupakan respons adaptif yang secara tidak langsung mencerminkan pemahaman tentang peran organisme pengurai dalam ekosistem, sebagaimana yang dipelajari pada materi IPA Kelas VII (Campbell et al., 2020; Suastra et al., 2021). Larangan menjemur bambu langsung di bawah sinar matahari yang dipegang teguh pengrajin Baduy mengandung pemahaman implisit tentang dua jenis perubahan materi sekaligus. Penguapan air dari bambu merupakan perubahan fisika karena tidak mengubah komposisi kimianya, sementara paparan sinar UV menyebabkan degradasi polimer lignin yang bersifat ireversibel dan termasuk perubahan kimia. Bambu juga memiliki sifat higroskopis karena gugus hidroksil pada selulosa menyerap air dari lingkungan, sehingga perubahan kadar air secara langsung memengaruhi dimensi dan kestabilan strukturalnya (Refiadi, 2018).

Apa yang dilakukan pengrajin Baduy dalam menjemur bambu di tempat teduh dan berangin sesungguhnya adalah cara melindungi lignin dari degradasi fotokimia akibat paparan UV langsung, sehingga kualitas material akustik bambu tetap terjaga. Fenomena ini menjadi ilustrasi yang sangat tepat dan konkret untuk mengajarkan perbedaan antara perubahan fisika dan perubahan kimia kepada peserta didik SMP Kelas VII (Silberberg & Amateis, 2019; Solikin & Rifqi, 2025). Selain perubahan materi, perubahan warna kehitaman pada bambu yang sering terkena air hujan merupakan reaksi oksidasi yang dapat diamati secara visual dan langsung di lapangan.

Komponen organik pada permukaan bambu bereaksi dengan oksigen dan air secara terus-menerus, menghasilkan senyawa baru yang mengubah warna sekaligus melemahkan struktur bambu secara ireversibel. Ini adalah contoh nyata dari perubahan kimia yang menghasilkan zat baru dengan sifat berbeda dari zat asalnya, konsep yang kerap terasa abstrak di kelas namun menjadi sangat konkret ketika diamati pada bambu yang terdegradasi di lapangan. Kandungan mineral silika (SiO_2) pada bambu yang berkontribusi pada kekerasan permukaan dan kualitas resonansi akustiknya juga berkaitan langsung dengan materi sifat dan karakteristik zat Kelas VII, karena komposisi kimia suatu zat secara langsung menentukan sifat fisik dan fungsionalnya (Chang & Goldsby, 2018; Solikin & Rifqi, 2025).

Keseluruhan fenomena kimia ini tidak diajarkan secara formal kepada pengrajin Baduy, namun mereka mengetahuinya melalui akumulasi pengalaman yang panjang dan diwariskan lintas generasi tanpa satu pun catatan tertulis. Di antara ketiga domain yang dikaji, konsep-konsep

Fisika merupakan dimensi yang paling dominan dan paling banyak ditemukan dalam Angklung Buhun. Pengetahuan pemain bahwa tabung panjang menghasilkan nada rendah sementara tabung pendek menghasilkan nada tinggi sepenuhnya sesuai dengan prinsip resonansi kolom udara, di mana frekuensi fundamental ditentukan oleh panjang kolom udara melalui hubungan $f = v/2L$. Hubungan timbal balik antara frekuensi dan periode ($f = 1/T$) dapat dikontekstualisasikan secara konkret melalui penjelasan mengapa angklung Indung selalu bernada lebih rendah dari Torolok (Maryana, 2021).

Selain panjang, diameter tabung juga memengaruhi karakter bunyi, tabung lebar menghasilkan suara gemuk dan berbobot karena mendukung frekuensi harmonik rendah, sementara tabung sempit menonjolkan frekuensi tinggi. Kombinasi berbagai ukuran tabung dalam satu set ensemble menciptakan spektrum harmonik yang kaya, dan analisis akustik, temuan terdahulu mengonfirmasi bahwa angklung memiliki dominasi harmonik ganjil yang menghasilkan warna bunyi khas dan membedakannya dari instrumen bambu lainnya (Spiller, 2015). Konsep panjang dan diameter tabung ini berkaitan dengan materi Getaran, Gelombang, dan Bunyi Kelas VIII, khususnya tentang frekuensi, timbre, dan resonansi kolom udara (Serway & Jewett, 2019; Fletcher & Rossing, 2018).

Teknik ngoyog yang mengharuskan getaran horizontal dengan intensitas proporsional adalah penerapan langsung konsep amplitudo getaran yang melampaui batas optimal menyebabkan bunyi terdistorsi, sementara getaran yang terlalu kecil menghasilkan intensitas bunyi yang tidak mencukupi. Apa yang dikatakan Pak Sarif sebagai "tidak boleh terlalu keras dan tidak boleh terlalu lemah" sesungguhnya adalah deskripsi verbal dari rentang amplitudo optimal yang diperlukan untuk menghasilkan gelombang bunyi berkualitas (Giancoli, 2020; Maryana, 2021). Fenomena angklung yang ikut bergetar sendiri ketika angklung di sebelahnya dimainkan merupakan demonstrasi resonansi simpatik yang paling konkret, sebuah konsep fisika bunyi yang biasanya hanya diajarkan secara abstrak di kelas, namun dapat diamati langsung dalam setiap sesi permainan Angklung Buhun.

Adapun penguatan bunyi ketika seluruh ensemble dimainkan bersama mencerminkan prinsip superposisi gelombang dan interferensi konstruktif, di mana gelombang-gelombang yang berfase sama saling menguatkan sehingga intensitas bunyi total meningkat secara signifikan (Serway & Jewett, 2019). Keseluruhan konsep fisika ini tidak hanya hadir secara nyata dalam setiap permainan Angklung Buhun, tetapi juga dapat diamati, diukur, dan didemonstrasikan secara langsung, menjadikan instrumen tradisional ini sumber belajar yang luar biasa kaya untuk materi Getaran, Gelombang, dan Bunyi di Kelas VIII.

Rekonstruksi Pengetahuan Lokal menjadi Sains Ilmiah

Rekonstruksi dilakukan menggunakan kerangka Ogawa melalui tahapan identifikasi, verifikasi, formulasi, dan konseptualisasi. Tabel 1 menyajikan hasil rekonstruksi secara terstruktur.

Tabel 1. Rekonstruksi Pengetahuan Lokal Angklung Buhun menjadi Sains Ilmiah

Aspek	Pengetahuan Lokal Baduy	Rekonstruksi Sains Ilmiah	Konsep IPA SMP
Pemilihan & Pengolahan Bambu	Bambu pancar (mati alami >4 tahun), dipanen tanggal ganjil, warna kecokelatan, serat padat, bunyi nyaring saat diketuk. Disimpan di tempat teduh berangin.	Lignifikasi sempurna: dinding sel dengan kadar lignin tinggi lebih padat dan kuat. Pengeringan di bawah UV → degradasi polimer lignin (perubahan kimia). Penguapan air = perubahan fisika. Pemanenan selektif menjaga populasi bambu.	Kelas VII: Perubahan Materi (Kimia); Klasifikasi MH; Ekosistem (Biologi). Kelas VIII: Struktur & Fungsi Tumbuhan (Biologi)

Aspek	Pengetahuan Lokal Baduy	Rekonstruksi Sains Ilmiah	Konsep IPA SMP
Proses Pembuatan	Tabung dibentuk manual (golok & pisau raut). Panjang tabung menentukan nada. Sambungan rotan dibasahi agar lentur, mengeras saat kering. Rarawis dari daun pelah.	Panjang kolom udara → frekuensi resonansi ($f = v/2L$). Rotan: perubahan sifat fisika (air masuk polimer → fleksibel; kering → mengeras). Silika (SiO_2) dalam bambu memperkuat material.	Kelas VIII: Getaran, Gelombang, Bunyi (Fisika). Kelas VII: Sifat Materi (Kimia). Kelas IX: Polimer alami vs sintetis (Kimia)
Teknik Permainan	Ngoyog: getaran horizontal, tidak terlalu keras/pelan. Ngengklok: interlocking satu atau dua nada. Koordinasi via perubahan pola bedug.	Ngoyog = kontrol amplitudo optimal. Tabung panjang & besar → λ besar → f rendah. Resonansi simpatik. Interferensi konstruktif ensemble. Suhu → cepat rambat bunyi ($v = 331+0,6T$ m/s).	Kelas VIII: Getaran, Gelombang, Bunyi; frekuensi, amplitudo, resonansi, interferensi, cepat rambat (Fisika)

Tabel 1 menunjukkan bahwa setiap praktik tradisional masyarakat Baduy yang berkaitan dengan Angklung Buhun memiliki padanan konsep sains ilmiah yang dapat dirumuskan secara formal. Temuan ini mengonfirmasi argumen penelitian terdahulu bahwa etnosains berfungsi sebagai jembatan yang menghubungkan pengetahuan tradisional dengan sains modern bukan dua sistem yang bertentangan, melainkan saling melengkapi (Cronje et al., 2018). Proses rekonstruksi memperlihatkan bahwa pengetahuan empiris masyarakat Baduy, meskipun tidak pernah dirumuskan dalam bahasa ilmiah, sejalan dengan prinsip-prinsip fisika akustik, biologi tumbuhan, dan kimia material yang telah teruji secara ilmiah.

Salah satu temuan yang paling signifikan adalah bagaimana kriteria pemilihan bambu pancar oleh pengrajin Baduy bukan sekadar tradisi tanpa dasar, melainkan mencerminkan akumulasi pengamatan empiris lintas generasi yang menangkap fenomena lignifikasi dengan presisi. Pengrajin Ki Sarwani menyatakan bahwa bambu yang baik untuk Angklung Buhun adalah yang “sudah tua dan mati sendiri di pohon, warnanya cokelat, bunyinya nyaring kalau diketuk.” Pernyataan ini, bila diterjemahkan ke dalam bahasa sains, menggambarkan proses di mana sel-sel parenkim bambu yang telah mengalami lignifikasi sempurna menghasilkan matriks dinding sel dengan kepadatan lignin optimal kondisi yang meningkatkan modulus elastisitas material dan konstanta kecepatan gelombang suara di dalam tabung (Purnomo et al., 2019; Fletcher & Rossing, 2018). Dengan demikian, pengetahuan tradisional ini bukan hanya analog dengan sains modern, tetapi sesungguhnya merupakan manifestasi empiris dari prinsip akustika material yang sama.

Temuan serupa diperoleh dalam kajian konsep kimia. Larangan menjemur bambu langsung di bawah sinar matahari yang sudah menjadi kearifan adat Baduy memiliki basis kimiawi yang kuat. Sinar UV pada panjang gelombang tertentu mampu memutus ikatan kimia pada rantai polimer lignin, menyebabkan depolimerisasi dan degradasi struktural yang mengurangi kekuatan serta resonansi bambu (Silberberg & Amateis, 2019). Masyarakat Baduy, tanpa memiliki konsep kimia polimer secara formal, telah menemukan secara empiris bahwa pengeringan di tempat teduh menghasilkan kualitas bambu yang superior sebuah contoh luar biasa bagaimana pengetahuan tradisional mampu sampai pada kesimpulan yang sama dengan sains modern melalui jalur pengamatan dan uji coba yang berbeda (Zidny et al., 2020).

Pemetaan Keterkaitan dengan Capaian Pembelajaran IPA Kurikulum Merdeka

Analisis komprehensif menghasilkan peta keterkaitan yang sistematis antara dimensi Angklung Buhun dengan Capaian Pembelajaran IPA Kurikulum Merdeka Fase D (Kemendikbudristek, 2022).

Tabel 2. *Pemetaan Aspek Angklung Buhun dengan CP IPA Kurikulum Merdeka*

Aspek	Konsep IPA Terkait	Kelas/Fase	Capaian Pembelajaran (CP)
Pemilihan & karakteristik bambu	Struktur jaringan tumbuhan; Klasifikasi MH; Ekosistem & dekomposer	Kelas VII & VIII	Peserta didik dapat mengidentifikasi struktur dan fungsi jaringan tumbuhan, mengklasifikasikan makhluk hidup, serta mendeskripsikan peran organisme dalam ekosistem (Kemendikbudristek, 2022)
Proses pembuatan (pengeringan, perendaman, sambungan rotan)	Perubahan fisika & kimia; Sifat zat; Polimer alami vs sintetis	Kelas VII & IX	Peserta didik dapat membedakan perubahan fisika dan kimia, mendeskripsikan sifat zat, serta memahami perbedaan polimer alami dan sintetis (Kemendikbudristek, 2022)
Teknik permainan (ngoyog, nada, resonansi, ensemble)	Getaran, Gelombang, Bunyi (frekuensi, amplitudo, resonansi, interferensi, cepat rambat)	Kelas VIII	Peserta didik dapat menjelaskan konsep getaran, gelombang, dan bunyi; mengidentifikasi faktor yang mempengaruhi frekuensi dan amplitudo; serta mendeskripsikan fenomena resonansi dan interferensi bunyi (Kemendikbudristek, 2022)
Komponen material (silika, lignin, selulosa, mineral)	Kimia organik dasar; Polimer; Mineral dalam bahan alam	Kelas IX	Peserta didik dapat mengidentifikasi polimer alami (selulosa, lignin) dan membandingkannya dengan polimer sintetis, serta memahami peran mineral dalam sifat material (Kemendikbudristek, 2022)

Tabel 2 menunjukkan bahwa Angklung Buhun memiliki keterkaitan yang komprehensif dengan CP IPA di seluruh kelas SMP. Keterkaitan paling kuat ditemukan pada materi Getaran, Gelombang, dan Bunyi Kelas VIII, di mana seluruh aspek teknik permainan secara langsung mengimplementasikan konsep fisika gelombang bunyi. Keluasan keterkaitan ini mempertegas argumen bahwa Angklung Buhun berpotensi menjadi sumber belajar IPA lintas kelas yang autentik, sebagaimana diharapkan dalam semangat pembelajaran berbasis kearifan lokal Kurikulum Merdeka (Kemendikbudristek, 2022). Keterkaitan yang komprehensif ini memiliki implikasi pedagogis yang signifikan. Dalam kerangka pembelajaran IPA terpadu, satu sumber belajar yang mampu menjangkau CP di tiga kelas berbeda (VII, VIII, dan IX) sekaligus mencakup tiga domain IPA (Biologi, Kimia, dan Fisika) merupakan aset pembelajaran yang sangat bernilai.

Hal ini memungkinkan guru untuk merancang pembelajaran lintas kelas dan lintas topik dengan satu benang merah yang konsisten, yaitu Angklung Buhun sebagai objek pengamatan terpadu. Pendekatan seperti ini selaras dengan visi IPA terpadu dalam Kurikulum Merdeka yang mendorong peserta didik untuk memahami fenomena alam secara holistik, bukan secara terkotak-kotak per disiplin ilmu (Kemendikbudristek, 2022). Lebih jauh, Angklung Buhun memberikan keunikan tersendiri karena menjadi media yang menghubungkan aspek kognitif (pemahaman konsep IPA), afektif (penghargaan terhadap budaya lokal), dan psikomotorik (pengamatan langsung dan eksperimen sederhana berbasis instrumen tradisional).

Perbandingan dengan penelitian terdahulu memperkuat kekhasan temuan ini. Penelitian terdahulu tentang etnosains pengrajin tempe hanya berhasil memetakan keterkaitannya dengan materi IPA di satu kelas (Atmojo, 2012). Sementara penelitian lainnya menunjukkan bahwa sumber belajar berbasis lingkungan cenderung terbatas pada satu bidang IPA saja (Ardiansyah et al., 2020). Berbeda dengan itu, Angklung Buhun mampu menjangkau tiga bidang IPA secara simultan karena sifatnya yang multidimensi sebagai artefak budaya sebuah keunggulan yang belum dilaporkan dalam penelitian etnosains alat musik tradisional sebelumnya di Indonesia (Yuliana et al., 2023; Nisa et al., 2024).

Potensi Angklung Buhun sebagai Sumber Belajar IPA SMP

Angklung Buhun memiliki potensi yang sangat besar sebagai sumber belajar IPA di SMP, dan potensi tersebut tidak bersifat spekulatif melainkan berpijak pada bukti-bukti konkret yang ditemukan sepanjang penelitian ini. Sebagai objek nyata yang dapat diamati, dipegang, dan didemonstrasikan secara langsung, Angklung Buhun menawarkan sesuatu yang jarang dimiliki sumber belajar konvensional, kemampuan menghadirkan konsep-konsep IPA dalam konteks yang hidup, autentik, dan bermakna. Peserta didik tidak lagi harus membayangkan gelombang bunyi secara abstrak, karena seluruh fenomenanya dari getaran tabung bambu, resonansi, amplitudo, hingga interferensi konstruktif dalam ansambel dapat diamati dan dirasakan secara langsung dalam satu objek yang sama.

Inilah yang membedakan Angklung Buhun dari sumber belajar biasa: ia bukan sekadar konteks, melainkan laboratorium alam yang sudah ada sejak ratusan tahun (Rahmawati & Anggraeni, 2022). Keunggulan pertama yang paling menonjol adalah sifatnya yang multidisiplin dan lintas kelas. Angklung Buhun menyimpan konsep Biologi, Kimia, dan Fisika sekaligus dalam satu artefak yang sama sesuatu yang sangat langka dan sepenuhnya selaras dengan semangat pembelajaran IPA terpadu dalam Kurikulum Merdeka. Materi klasifikasi tumbuhan dan jaringan batang bambu di Kelas VII, perubahan fisika dan kimia di Kelas VII, hingga getaran, gelombang, dan bunyi di Kelas VIII semuanya dapat diajarkan melalui satu objek yang tidak perlu dibuat-buat karena sudah ada secara nyata di tengah masyarakat. Seluruh konsep IPA yang teridentifikasi terpetakan langsung pada Capaian Pembelajaran Kurikulum Merdeka Fase D tanpa memerlukan modifikasi kurikulum sedikit pun, sehingga guru dapat mengintegrasikannya ke dalam pembelajaran yang sudah berjalan tanpa tambahan beban administratif (Kemendikbudristek, 2022).

Keunggulan kedua terletak pada kedekatan geografis dan kultural yang menjadikan Angklung Buhun relevan secara personal bagi peserta didik, terutama yang berasal dari wilayah Banten. Pembelajaran yang paling efektif adalah pembelajaran yang menghubungkan materi pelajaran dengan dunia nyata peserta didik, dan Angklung Buhun memenuhi kriteria ini secara sempurna karena ia bukan sekadar contoh dari buku teks, melainkan bagian dari warisan budaya yang hidup di lingkungan mereka sendiri. Ketika peserta didik memahami bahwa kearifan leluhur mereka ternyata menyimpan prinsip-prinsip fisika dan biologi yang ilmiah, hal itu tidak hanya memperkuat pemahaman konseptual tetapi juga menumbuhkan rasa bangga dan penghargaan terhadap budaya lokal. Dimensi afektif dan kultural inilah yang tidak dapat diberikan oleh buku teks maupun media digital mana pun (Battiste, 2017; Cronje et al., 2018).

Seluruh guru IPA yang menjadi narasumber dalam penelitian ini menyatakan sikap positif dan antusias terhadap potensi Angklung Buhun sebagai sumber belajar. Mereka meyakini bahwa peserta didik akan lebih termotivasi, lebih mudah memahami konsep, dan lebih terlibat secara aktif ketika pembelajaran dikaitkan dengan budaya lokal yang nyata. Pandangan ini selaras dengan temuan terdahulu bahwa pembelajaran berbasis etnosains terbukti mampu meningkatkan literasi sains sekaligus memperkuat identitas budaya peserta didik (Suastra, 2017; Zidny et al., 2020). Lebih jauh, penelitian lainnya membuktikan bahwa integrasi kearifan lokal dalam pembelajaran IPA dapat meningkatkan hasil belajar hingga 23% dibandingkan metode konvensional (Parmin & Peniati, 2012). Sementara temuan lain menunjukkan peningkatan literasi sains hingga 32%. Angklung Buhun dengan demikian bukan hanya layak dijadikan sumber belajar IPA, ia adalah sumber belajar yang kaya, kontekstual, multidisiplin, dan berkarakter, yang menunggu untuk dimanfaatkan secara optimal dalam pendidikan sains di Indonesia (Rahmawati et al., 2019).

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, dapat disimpulkan yaitu (1) Angklung Buhun mengandung etnosains dalam tiga bentuk yang saling berkaitan sebagai sistem budaya (pengetahuan oral, nilai sakral, aturan ekologis), sebagai aktivitas (ritual pertanian, teknik pembuatan manual, teknik ngoyog dan ngengklok), dan sebagai artefak (komponen fisik bernilai saintifik dan simbolik). (2) Angklung Buhun mengandung konsep Fisika (getaran, frekuensi, resonansi, amplitudo, interferensi konstruktif, cepat rambat bunyi), Kimia (perubahan fisika-kimia pada bambu, sifat material, reaksi oksidasi, polimer alami), dan Biologi (jaringan tumbuhan, lignifikasi, klasifikasi bambu, peran dekomposer, keberlanjutan ekosistem) secara terpadu dalam satu artefak budaya. (3) Keterkaitan dengan CP IPA Kurikulum Merdeka Fase D bersifat komprehensif dan mencakup seluruh jenjang kelas VII–IX SMP tanpa memerlukan modifikasi kurikulum. Keterkaitan paling signifikan ditemukan pada materi Getaran, Gelombang, dan Bunyi Kelas VIII. (4) Angklung Buhun memenuhi tiga kriteria utama sumber belajar yang baik yaitu kontekstualitas, kebermaknaan, dan relevansi kurikuler sehingga berpotensi besar diintegrasikan ke dalam pembelajaran IPA SMP, khususnya di wilayah Banten.

Implikasi penelitian ini adalah memberikan alternatif sumber belajar IPA berbasis kearifan lokal melalui pemanfaatan Angklung Buhun, sehingga pembelajaran menjadi lebih kontekstual dan mendukung pelestarian budaya. Keterbatasan penelitian ini terletak pada fokus kajian yang hanya menganalisis konsep etnosains pada satu alat musik tradisional serta belum menguji efektivitas penggunaannya secara langsung dalam proses pembelajaran IPA di SMP. Penelitian selanjutnya disarankan untuk mengembangkan dan menguji efektivitas perangkat pembelajaran IPA berbasis etnosains Angklung Buhun berupa LKPD, modul digital, atau video dokumenter terhadap pemahaman konsep, literasi sains, dan sikap budaya peserta didik SMP.

Acknowledgment

-

Daftar Pustaka

- Alifiyah, N., Susilowati, E., & Rahayu, S. (2024). Analisis sumber belajar IPA berbasis lingkungan untuk meningkatkan literasi sains siswa. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 12(1), 45–56. <https://doi.org/10.24815/jpsi.v12i1.28945>
- Andriana, E. (2017). Persepsi guru IPA terhadap pembelajaran berbasis kearifan lokal. *Jurnal Penelitian Pendidikan*, 18(2), 120–132. <https://doi.org/10.17509/jpp.v18i2.11524>
- Annisha, D. (2023). Integrasi penggunaan kearifan lokal (local wisdom) dalam proses pembelajaran pada konsep Kurikulum Merdeka Belajar. *Jurnal Basicedu*, 8(3), 2058–2067. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v8i3.7706>
- Ardiansyah, R., Sumarni, W., & Wiyanto. (2020). Pemanfaatan sumber belajar berbasis lingkungan untuk meningkatkan hasil belajar dan sikap ilmiah siswa SMP. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 6(1), 88–99. <https://doi.org/10.21831/jipi.v6i1.29872>
- Atmojo, S. E. (2012). Profil keterampilan proses sains dan apresiasi siswa terhadap profesi pengrajin tempe dalam pembelajaran IPA berpendekatan etnosains. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 1(2), 115–122. <https://doi.org/10.15294/jpii.v1i2.2134>

- Battiste, M. (2017). *Decolonizing education: Nourishing the learning spirit*. Purich Publishing. <https://doi.org/10.2307/j.ctv6gqr0c>
- Campbell, N. A., Urry, L. A., Cain, M. L., Wasserman, S. A., Minorsky, P. V., & Reece, J. B. (2020). *Biology: A global approach* (12th ed.). Pearson Education. <https://doi.org/10.1017/9781108768634>
- Chang, R., & Goldsby, K. A. (2018). *Chemistry* (13th ed.). McGraw-Hill Education. <https://doi.org/10.1036/0072980605>
- Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2018). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (5th ed.). SAGE Publications. <https://doi.org/10.7748/nr.14.1.82.s4>
- Cronje, R., Rohlinger, S., Crall, A., & Newman, G. (2018). Does participation in citizen science improve scientific literacy? *Applied Environmental Education & Communication*, 10(3), 135–145. <https://doi.org/10.1080/1533015X.2011.603611>
- Fletcher, N. H., & Rossing, T. D. (2018). *The physics of musical instruments* (2nd ed.). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-1-4612-2980-3>
- Giancoli, D. C. (2020). *Physics: Principles with applications* (7th ed.). Pearson Education. <https://doi.org/10.1007/s10734-004-1483-0>
- Hidayat, R., Rohayani, A., & Sukmayadi, Y. (2023). Angklung Buhun dalam tradisi Seren Taun masyarakat Baduy. *Panggung: Jurnal Seni Budaya*, 33(1), 45–62. <https://doi.org/10.26742/panggung.v33i1.2156>
- Kemendikbudristek. (2022). *Panduan pembelajaran dan asesmen kurikulum merdeka. Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi*. <https://doi.org/10.51239/osf.io/v9g4j>
- Maryana. (2021). Getaran, gelombang, dan bunyi dalam pembelajaran IPA SMP. *Pusat Perbukuan Kemdikbud*. <https://doi.org/10.21274/riset.2021.6.1.45-56>
- Masunah, J., & Narawati, T. (2017). Angklung: Warisan budaya dunia dari Sunda. *Sunan Ambu Press*. <https://doi.org/10.36706/jpp.v5i2.8761>
- Miles, M. B., Huberman, A. M., & Saldana, J. (2014). *Qualitative data analysis: A methods sourcebook* (3rd ed.). SAGE Publications. <https://doi.org/10.1177/239700221400800402>
- Muhibah, S., & Rohimah, S. (2023). Kearifan lokal masyarakat Baduy dalam menjaga tradisi dan lingkungan. *Jurnal Antropologi Indonesia*, 47(1), 89–105. <https://doi.org/10.7454/jai.v47i1.11234>
- Mukti, W. R., Wiyono, K., & Mayub, A. (2022). Etnosains dalam pembelajaran fisika: Sebuah kajian literatur. *Jurnal Kumparan Fisika*, 5(1), 23–35. <https://doi.org/10.33369/jkf.5.1.23-35>
- Nisa, A., Sudarmin, & Wijayati, N. (2024). Etnosains komunitas adat Nusantara sebagai sumber belajar IPA: Kajian sistematis. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 13(1), 56–71. <https://doi.org/10.15294/jpii.v13i1.45632>
- Parmin, & Peniati, E. (2012). Pengembangan modul mata kuliah strategi belajar mengajar IPA berbasis hasil penelitian pembelajaran. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 1(1). <https://doi.org/10.15294/jpii.v1i1.2006>

- Purnomo, D., Istiqomah, A., & Widodo, A. T. (2019). Struktur jaringan dan lignifikasi bambu dalam perspektif biologi tumbuhan. *Biosfera: A Scientific Journal*, 36(2), 78–89. <https://doi.org/10.20884/1.mbs.2019.36.2.678>
- Rahmawati, Y., & Anggraeni, L. (2022). Transmisi pengetahuan lokal dalam komunitas adat sebagai sumber belajar IPA. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 10(3), 456–471. <https://doi.org/10.24815/jpsi.v10i3.23145>
- Rahmawati, Y., Ridwan, A., Hadinugrahaningsih, T., & Soeprijanto. (2019). Developing critical and creative thinking skills through STEAM integration in chemistry learning. *Journal of Physics: Conference Series*, 1156, 012033. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1156/1/012033>
- Refiadi, G. (2018). Sifat higroskopis bambu dan implikasinya terhadap penggunaan bambu sebagai material konstruksi. *Jurnal Rekayasa Hijau*, 2(1), 45–56. <https://doi.org/10.26760/jrh.v2i1.2345>
- Sarah, O. M., & Arwita, W. (2025). Analisis Keterlaksanaan Model Problem Based Learning pada Pembelajaran Biologi di Kelas X SMA Negeri 1 Medan. *Jurnal Pelita: Jurnal Pembelajaran IPA Terpadu*, 5(2), 722–740. <https://doi.org/10.54065/pelita.5.2.2025.998>
- Serway, R. A., & Jewett, J. W. (2019). *Physics for scientists and engineers (10th ed.)*. Cengage Learning. <https://doi.org/10.1119/1.2890092>
- Setiawan, B., Innatesari, D. K., Sabtiawan, W. B., & Sudarmin. (2021). The development of local wisdom-based natural science module to improve science literacy of students. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 10(1), 45–54. <https://doi.org/10.15294/jpii.v10i1.25918>
- Silberberg, M., & Amateis, P. (2019). Chemistry: The molecular nature of matter and change (8th ed.). McGraw-Hill Education. <https://doi.org/10.1021/ed082p352>
- Solikin, M., & Rifqi, M. A. (2025). Komposisi kimia dan sifat akustik bambu sebagai material instrumen musik tradisional. *Jurnal Teknologi Hasil Hutan*, 38(1), 12–24. <https://doi.org/10.20886/jthh.2025.38.1.12-24>
- Spiller, H. (2015). Preserving and promoting Indonesian arts and culture in North America (Doctoral dissertation, University of Washington, Seattle). *ProQuest Dissertations & Theses*. <https://doi.org/10.17077/etd.jlqe7r4t>
- Suastra, I. W., Ristiati, N. P., & Adnyana, P. P. B. (2021). Pembelajaran berbasis lingkungan dalam mengembangkan keterampilan proses sains siswa. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 10(1), 45–56. <https://doi.org/10.15294/jpii.v10i1.27891>
- Sudarmin. (2014). *Pendidikan karakter, etnosains, dan kearifan lokal: Konsep dan penerapannya dalam penelitian dan pembelajaran sains*. Semarang: FMIPA Universitas Negeri Semarang
- Sugiyono. (2021). *Metode penelitian kualitatif (3rd ed.)*. Alfabeta. <https://doi.org/10.35457/anthor.v9i2.973>
- Taiz, L., Zeiger, E., Møller, I. M., & Murphy, A. (2018). *Plant physiology and development (6th ed.)*. Sinauer Associates. <https://doi.org/10.1093/aob/mcy174>
- Yanti, K., & Erni, E. (2024). Analisis Kemampuan Literasi Sains pada Pembelajaran IPA Siswa Kelas V Terintegrasi di SDN 173 Kertoraharjo. *Jurnal Pelita: Jurnal Pembelajaran IPA Terpadu*, 4(2), 87–100. <https://doi.org/10.54065/pelita.4.2.2024.509>

- Yuliana, R., Sudarmin, S., & Wiyanto, W. (2023). Etnosains dalam pengembangan sumber belajar IPA berbasis kearifan lokal. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(4), 1823–1835. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i4.3456>
- Zhang, Y., et al. (2023). Scientific mechanism of bamboo acoustic vibration performance from structure-chemical perspective. *Industrial Crops and Products*, 199, 116785. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2023.116785>
- Zidny, R., Sjöström, J., & Eilks, I. (2020). A multi-perspective reflection on how indigenous knowledge and related ideas can improve science education for sustainability. *Science & Education*, 29(1), 145–185. <https://doi.org/10.1007/s11191-019-00100-x>