

Pendekatan STEAM–Etnosains dalam Pembelajaran Tanaman Kopi untuk Meningkatkan Literasi Sains

A STEAM–Ethnoscience Approach to Coffee Plant Education for Enhancing Scientific Literacy

Bayu Dwi Maulana¹, Intan Nurhaliza²

^{1,2} Universitas Nusa Cendana

e-mail: bayu_dm00@gmail.com

Received: 05-04-2026

Accepted: 19-04-2026

Published: 26-04-2025

Abstrak

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh rendahnya keterkaitan pembelajaran sains dengan konteks nyata peserta didik, yang berdampak pada rendahnya literasi sains dan keterlibatan belajar. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji efektivitas pendekatan STEAM–ethnoscience dalam pembelajaran tanaman kopi sebagai konteks lokal yang bermakna. Metode yang digunakan adalah penelitian tindakan kelas dengan dua siklus yang meliputi tahap perencanaan, tindakan, observasi, dan refleksi. Subjek penelitian terdiri atas 30 siswa sekolah menengah atas di wilayah penghasil kopi. Data dikumpulkan melalui tes literasi sains, rubrik berpikir kritis–kreatif, lembar observasi, jurnal refleksi, dan wawancara, kemudian dianalisis secara deskriptif dan tematik. Hasil penelitian menunjukkan peningkatan literasi sains dengan nilai N-gain sebesar 0,40 (kategori sedang), serta peningkatan signifikan pada keterampilan berpikir kritis–kreatif dan keterlibatan belajar siswa. Integrasi etnosains dalam konteks tanaman kopi terbukti mampu menghubungkan konsep ilmiah dengan pengetahuan lokal secara kontekstual dan bermakna. Temuan ini menegaskan bahwa pendekatan STEAM–ethnoscience berkontribusi dalam mengembangkan pembelajaran sains yang interdisipliner, kontekstual, dan responsif terhadap budaya serta relevan dengan tantangan keberlanjutan.

Kata Kunci: Pendekatan STEAM–Ethnoscience; Tanaman Kopi; Literasi Sains; Tindakan Kelas

This study is motivated by the limited contextual relevance of science learning, which often leads to low scientific literacy and student engagement. It aims to examine the effectiveness of a STEAM–ethnoscience approach in coffee plant education as a locally meaningful learning context. The study employed a classroom action research design consisting of two cycles, each involving planning, action, observation, and reflection stages. The participants were 30 upper secondary school students in a coffee-producing region. Data were collected through scientific literacy tests, critical–creative thinking rubrics, observation checklists, reflection journals, and semi-structured interviews, and analyzed using descriptive and thematic approaches. The results indicate an improvement in students' scientific literacy with an N-gain score of 0.40 (moderate category), along with significant enhancement in critical and creative thinking skills and learning engagement. The integration of ethnoscience within the coffee plant context enabled students to connect scientific concepts with local knowledge in a meaningful and contextualized manner. These findings suggest that the STEAM–ethnoscience approach contributes to the development of interdisciplinary, culturally responsive, and context-based science learning, addressing the demands of sustainable education in the 21st century.

Keywords: STEAM-Ethnoscience Approach; Coffee Plants; Scientific Literacy; Classroom Action

Corresponding Author: author_corresponding@gmail.com

Maulana, B. D., Nurhaliza, I. (2026). Pendekatan STEAM–Etnosains dalam Pembelajaran Tanaman Kopi untuk Meningkatkan Literasi Sains. *RESET: Review of Education, Science, and Technology*, 1(3), 223-236. <https://doi.org/10.66031/reset.v1i3.261>

Copyright ©2026 to the Author. Published by CV. Ihsan Cahaya Pustaka

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



PENDAHULUAN

Pendidikan sains memiliki peran strategis dalam mengembangkan pemahaman konseptual, penalaran ilmiah, dan sikap inkuiri peserta didik. Dalam pendidikan kontemporer, sains tidak lagi dipandang sebagai kumpulan fakta dan rumus semata, melainkan sebagai proses dinamis konstruksi pengetahuan yang berlandaskan observasi, penalaran berbasis bukti, dan pemecahan masalah. Namun demikian, meskipun reformasi kurikulum terus dilakukan, pembelajaran sains di sekolah masih kerap didominasi oleh teori abstrak dan praktik penyelesaian soal yang bersifat algoritmik, dengan keterkaitan yang terbatas terhadap pengalaman nyata peserta didik. Kondisi ini berdampak pada rendahnya keterlibatan belajar, pemahaman konseptual yang dangkal, serta munculnya persepsi bahwa sains sulit dan kurang relevan dalam kehidupan sehari-hari (Bertrand & Namukasa, 2023; Hughes et al., 2022).

Menjawab tuntutan pendidikan abad ke-21, pembelajaran sains diharapkan bersifat kontekstual, interdisipliner, dan responsif terhadap tantangan dunia nyata. Pendekatan *Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM)* hadir sebagai kerangka integratif untuk mengatasi permasalahan kompleks lintas disiplin. Meskipun demikian, implementasi *STEM* sering kali lebih menekankan kompetensi teknis dan capaian kognitif, dengan perhatian yang relatif terbatas pada aspek kreativitas, relevansi budaya, dan keterlibatan afektif peserta didik (Ariyatun, 2021; Hughes et al., 2022). Oleh karena itu, integrasi unsur seni ke dalam *STEM* yang dikenal sebagai *Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics (STEAM)* berkembang sebagai paradigma yang lebih holistik, memperluas pembelajaran menuju kreativitas, refleksi, dan inovasi tanpa mengurangi ketelitian ilmiah (Bertrand & Namukasa, 2023).

Konteks negara berkembang seperti Indonesia menuntut implementasi *STEAM* yang relevan dengan kondisi lokal. Dalam hal ini, etnosains menjadi landasan yang signifikan untuk mengontekstualisasikan pembelajaran sains. Etnosains merujuk pada sistem pengetahuan lokal dan tradisional yang berkembang melalui interaksi panjang antara masyarakat dan lingkungannya. Pengetahuan tersebut terwujud dalam praktik budaya, teknologi tradisional, serta nilai sosial-ekologis. Integrasi etnosains dalam pembelajaran sains memungkinkan peserta didik menafsirkan konsep ilmiah modern melalui pengalaman budaya yang akrab, sehingga pembelajaran menjadi lebih bermakna dan mudah dipahami. Sejumlah penelitian menunjukkan bahwa pendekatan berbasis etnosains mampu meningkatkan literasi sains, pemahaman konseptual, serta sikap positif terhadap sains melalui konteks yang relevan secara budaya (Herlinawati & Suhartini, 2025; Sumarni et al., 2025).

Perkembangan riset terkini menunjukkan meningkatnya perhatian terhadap integrasi etnosains dalam pembelajaran berbasis *STEAM*. Pendekatan *Ethno-STEAM* terbukti mendukung pengembangan keterampilan berpikir kritis, kreativitas, dan pemecahan masalah, sekaligus memperkuat identitas budaya peserta didik (Ariyatun, 2021; Sumarni et al., 2025). Tinjauan sistematis oleh Arti et al. (2025) menegaskan bahwa pembelajaran *Ethno-STEAM* mendorong pemahaman interdisipliner dan relevansi kontekstual. Namun demikian, sebagian besar penelitian masih berfokus pada artefak budaya seperti alat tradisional, permainan, atau kerajinan, sementara komoditas pertanian yang memiliki nilai ilmiah, ekonomi, dan budaya belum banyak dikaji. Keterbatasan ini menunjukkan perlunya

eksplorasi konteks etnosains alternatif yang berakar pada mata pencaharian masyarakat dan keberlanjutan lingkungan.

Tanaman kopi merupakan salah satu potensi lokal yang relevan untuk pengembangan pembelajaran sains berbasis *Ethno-STEAM*. Indonesia dikenal sebagai salah satu produsen kopi utama dunia dengan keragaman varietas serta kekayaan pengetahuan lokal terkait budidaya, pengolahan pascapanen, dan praktik konsumsi. Kajian ilmiah dalam bidang pertanian dan ilmu pangan menunjukkan bahwa tanaman kopi mengandung dimensi ilmiah yang kompleks, mulai dari genetika dan fisiologi tanaman hingga interaksi ekologis dan teknologi pascapanen (Akpertey et al., 2022; Córdoba et al., 2020; Hasni et al., 2023). Kompleksitas ini menjadikan tanaman kopi sebagai konteks autentik dan multidimensional untuk mengintegrasikan sains, teknologi, rekayasa, matematika, dan seni dalam kerangka pembelajaran yang terpadu.

Perspektif ilmiah terhadap tanaman kopi membuka peluang eksplorasi berbagai konsep biologi seperti morfologi, fisiologi, fotosintesis, dan metabolisme sekunder, termasuk senyawa antioksidan pada berbagai organ tanaman (Acidri et al., 2020; Asrina et al., 2021). Aspek teknologi dan rekayasa tercermin dalam teknik budidaya, pengolahan pascapanen, fermentasi, penyangraian, serta metode penyeduhan yang memengaruhi karakteristik fisikokimia dan sensoris kopi (Sunarharum & Farhan, 2020; Córdoba et al., 2021). Kompetensi matematika dapat dikembangkan melalui pengumpulan data, pengukuran, analisis statistik, serta interpretasi parameter pertumbuhan dan kualitas. Integrasi seni dapat diwujudkan melalui desain produk, estetika kemasan, visualisasi data, serta representasi artistik lanskap dan narasi budaya kopi. Sinergi berbagai komponen tersebut membentuk lingkungan belajar *STEAM* yang komprehensif dan bermakna secara kontekstual.

Implementasi pendekatan *Ethno-STEAM* melalui konteks tanaman kopi selaras dengan strategi pembelajaran berbasis proyek. Kegiatan autentik seperti observasi lapangan, eksperimen sederhana, wawancara dengan petani kopi, serta perancangan produk memungkinkan peserta didik terlibat aktif dalam proses inkuiri sambil mengaitkan konsep ilmiah dengan praktik nyata. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis proyek berorientasi *STEAM* mampu meningkatkan keterampilan berpikir kritis, kreativitas, kolaborasi, serta literasi sains peserta didik (Fatqurhohman et al., 2025a; Fatqurhohman et al., 2025b). Pengalaman belajar semacam ini juga berperan dalam menjembatani kesenjangan antara sains sekolah dan sistem pengetahuan masyarakat.

Pengembangan pembelajaran berbasis *Ethno-STEAM* pada tanaman kopi tidak hanya berdampak pada konteks kelas, tetapi juga berpotensi memberdayakan masyarakat lokal. Integrasi pengetahuan tradisional petani dengan perspektif ilmiah mendorong pertukaran pengetahuan yang bersifat timbal balik serta mendukung praktik pertanian berkelanjutan (Piato et al., 2020; Andini et al., 2021). Sekolah dalam hal ini berfungsi tidak hanya sebagai institusi pendidikan formal, tetapi juga sebagai mediator antara ilmu pengetahuan modern dan kearifan lokal, yang berkontribusi terhadap pembangunan berkelanjutan dan ketahanan masyarakat.

Kajian mengenai *STEAM* dan etnosains terus berkembang, namun penelitian yang secara eksplisit mengintegrasikan keduanya dalam konteks pendidikan tanaman kopi masih terbatas. Penelitian tentang kopi umumnya berfokus pada aspek agronomi, teknologi

pascapanen, atau evaluasi sensoris, dengan perhatian yang minim terhadap potensi pedagogisnya dalam pembelajaran sains terpadu (Fadhil et al., 2021; Setiawan et al., 2023). Kesenjangan ini menunjukkan perlunya kerangka konseptual yang sistematis untuk memposisikan tanaman kopi sebagai konteks pembelajaran *Ethno-STEAM*.

Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi dan merumuskan pendekatan etnosains berbasis *STEAM* dalam pendidikan tanaman kopi. Secara khusus, penelitian ini bertujuan untuk: (1) mengidentifikasi konsep-konsep ilmiah yang terkandung dalam budidaya dan pengolahan kopi berbasis pengetahuan lokal; (2) menganalisis potensi integrasi *Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics* dalam konteks tanaman kopi; serta (3) merumuskan kerangka konseptual pembelajaran sains berbasis *Ethno-STEAM* yang kontekstual, responsif terhadap budaya, dan selaras dengan tuntutan kurikulum. Kebaruan penelitian ini terletak pada penempatan tanaman kopi sebagai konteks autentik *Ethno-STEAM* yang mengintegrasikan dimensi ilmiah, budaya, dan keberlanjutan. Hasil penelitian diharapkan memberikan kontribusi teoretis dalam pengembangan model pembelajaran *Ethno-STEAM* serta kontribusi praktis dalam merancang pembelajaran sains yang bermakna, kontekstual, dan relevan dengan tantangan abad ke-21.

METODE

Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan desain penelitian tindakan kelas (*classroom-based action research*) untuk mengembangkan dan mengkaji pendekatan *STEAM–ethnoscience* dalam pembelajaran tanaman kopi. Pendekatan ini dipilih karena memungkinkan perbaikan praktik pembelajaran secara sistematis melalui siklus berulang sekaligus menghasilkan temuan pedagogis yang kontekstual. Penelitian dilaksanakan dalam dua siklus tindakan, masing-masing terdiri atas empat tahap, yaitu perencanaan, tindakan, observasi, dan refleksi. Proses siklik ini memungkinkan penyempurnaan berkelanjutan terhadap desain pembelajaran berdasarkan bukti empiris yang diperoleh di kelas.

Tabel 1. Struktur Siklus Penelitian Tindakan

Siklus	Tahap	Kegiatan yang Dilakukan	Luaran
Siklus I	Perencanaan	Pemetaan konsep ilmiah pada tanaman kopi; perancangan proyek berbasis STEAM; penyusunan instrumen	Rencana pembelajaran awal dan instrumen asesmen
	Tindakan	Implementasi pembelajaran berbasis proyek (observasi lapangan, eksperimen sederhana, pencatatan data, desain produk)	Draf proyek siswa dan temuan awal
	Observasi	Pemantauan keterlibatan, kolaborasi, dan proses inkuiri	Catatan observasi dan data formatif
	Refleksi	Evaluasi hasil belajar dan kendala pembelajaran	Rencana revisi untuk Siklus II
Siklus II	Perencanaan	Penyempurnaan desain pembelajaran	Rencana pembelajaran yang diperbaiki
	Tindakan	Implementasi ulang dengan scaffolding yang ditingkatkan	Proyek akhir siswa
	Observasi	Dokumentasi peningkatan hasil dan proses belajar	Data observasi komparatif
	Refleksi	Evaluasi keseluruhan efektivitas pembelajaran	Laporan evaluasi akhir

Konteks dan Partisipan Penelitian

Penelitian dilaksanakan di sebuah sekolah menengah atas yang berada di wilayah penghasil kopi, di mana budidaya kopi merupakan aktivitas sosial-ekonomi utama masyarakat. Subjek penelitian adalah satu kelas utuh siswa tingkat atas (usia 16–17 tahun) yang dipilih secara purposif berdasarkan kesesuaian materi kurikulum dengan topik biologi tumbuhan. Guru mata pelajaran berperan sebagai kolaborator sekaligus *co-researcher* untuk memastikan kesesuaian konteks lokal dan kelayakan implementasi pembelajaran.

Desain Intervensi Pembelajaran

Intervensi pembelajaran dirancang menggunakan kerangka pembelajaran berbasis proyek yang mengintegrasikan *Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics* dalam konteks etnosains tanaman kopi. Konsep-konsep ilmiah diselaraskan dengan standar kurikulum, sementara pengetahuan lokal diintegrasikan melalui observasi lapangan dan diskusi dengan petani kopi. Integrasi komponen *STEAM* dalam konteks tanaman kopi dirangkum pada Tabel 2.

Tabel 2. Integrasi Komponen STEAM dalam Pembelajaran Tanaman Kopi

Komponen	Konteks Tanaman Kopi	Aktivitas Pembelajaran	Keterampilan
Sains	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Morfologi tanaman ▪ Fotosintesis ▪ Senyawa antioksidan 	Observasi dan analisis faktor pertumbuhan tanaman	Literasi sains
Teknologi	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Pengolahan pascapanen ▪ Fermentasi ▪ Penyangraian 	Demonstrasi teknik pengolahan	Literasi teknologi
Rekayasa	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Desain penyeduhan ▪ Perencanaan budidaya 	Perancangan eksperimen sederhana	Pemecahan masalah
Seni	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Desain kemasan ▪ Visualisasi data 	Pembuatan label produk dan laporan	Kreativitas
Matematika	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Pengukuran pertumbuhan ▪ Analisis skor sensoris 	Tabulasi data dan interpretasi grafik	Penalaran kuantitatif

Integrasi etnosains dilakukan melalui observasi lapangan, wawancara informal dengan petani kopi lokal, serta diskusi mengenai pengetahuan tradisional dalam budidaya dan pengolahan kopi. Intervensi dilaksanakan selama enam minggu, dengan setiap siklus diakhiri melalui kegiatan refleksi dan revisi pembelajaran.

Pengumpulan dan Analisis Data

Pengumpulan data dilakukan menggunakan berbagai instrumen untuk menunjukkan hasil dan proses pembelajaran secara komprehensif.

Tabel 3. Instrumen dan Indikator Pengumpulan Data

Instrumen	Jenis Data	Indikator yang Diukur	Tujuan
Tes literasi sains	Kuantitatif	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Pemahaman konseptual ▪ Interpretasi data 	Peningkatan kognitif
Rubrik berpikir kritis-kreatif	Campuran	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Orisinalitas ▪ Penalaran ▪ Integrasi interdisipliner 	Kualitas proyek
Lembar observasi	Kualitatif	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Keterlibatan ▪ Kolaborasi ▪ Perilaku inkuiri 	Proses pembelajaran

Jurnal refleksi	Kualitatif	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Persepsi relevansi ▪ Pemahaman konseptual 	Perspektif siswa
Wawancara semi-terstruktur	Kualitatif	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Kedalaman pemahaman ▪ Relevansi budaya 	Memvalidasi temuan

Analisis data kuantitatif dilakukan secara deskriptif untuk mengidentifikasi peningkatan hasil belajar antar siklus. Data kualitatif dianalisis menggunakan pendekatan analisis tematik dengan fokus pada integrasi interdisipliner, perkembangan konseptual, dan relevansi budaya. Triangulasi data digunakan untuk meningkatkan kredibilitas dan keabsahan temuan penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Bagian ini menyajikan hasil penelitian tindakan kelas yang dilaksanakan melalui dua siklus iteratif. Temuan menunjukkan adanya peningkatan literasi sains, keterampilan berpikir kritis, kreatif, dan keterlibatan belajar siswa setelah implementasi pendekatan *STEAM–ethnoscience* pada pembelajaran tanaman kopi. Data diperoleh dari 30 siswa yang berpartisipasi secara konsisten pada kedua siklus.

1. Peningkatan Literasi Sains Antar Siklus

Literasi sains siswa diukur menggunakan tes berbasis kurikulum yang terdiri atas 20 butir soal dengan skor dikonversi ke skala 0–100. Analisis deskriptif digunakan untuk membandingkan kinerja antara Siklus I dan Siklus II.

Tabel 4. Perbandingan Skor Literasi Sains Siklus I dan Siklus II

Siklus	Rata-rata	Standar Deviasi	Gain Score	N-Gain
Siklus I	64,20	7,85	–	–
Siklus II	78,60	6,90	14,40	Sedang (0,40)

Hasil menunjukkan adanya peningkatan yang jelas pada literasi sains siswa setelah penyempurnaan desain pembelajaran pada Siklus II. Nilai N-gain sebesar 0,40 termasuk kategori sedang, yang mengindikasikan bahwa pendekatan *STEAM–ethnoscience* efektif dalam meningkatkan pemahaman konsep ilmiah terkait pertumbuhan, pengolahan, dan keberlanjutan tanaman kopi.

2. Pengembangan Keterampilan Berpikir Kritis dan Kreatif

Keterampilan berpikir kritis dan kreatif diukur melalui tugas berbasis proyek dengan rubrik analitik skala empat poin (1 = rendah, 4 = tinggi) yang mencakup identifikasi masalah, integrasi interdisipliner, kreativitas, dan penalaran ilmiah.

Tabel 5. Rata-rata Skor Keterampilan Berpikir Kritis dan Kreatif

Indikator	Siklus I	Siklus II	Peningkatan
Identifikasi Masalah	2,8	3,5	Meningkat
Penalaran Ilmiah	2,9	3,6	Meningkat
Kreativitas dan Orisinalitas	2,7	3,7	Meningkat
Integrasi STEAM	2,6	3,6	Meningkat
Rata-rata	2,6	3,6	Meningkat

Temuan menunjukkan peningkatan konsisten pada seluruh indikator di Siklus II. Peningkatan paling signifikan terjadi pada aspek kreativitas dan integrasi interdisipliner, yang menunjukkan kemampuan siswa dalam menghubungkan konsep sains dengan proses teknologi, desain rekayasa, representasi artistik, dan analisis matematis dalam konteks tanaman kopi.

3. Keterlibatan Belajar dan Proses Inkuiri

Keterlibatan dan perilaku inkuiri siswa diamati melalui lembar observasi terstruktur selama kegiatan kelas dan lapangan.

Tabel 6. Ringkasan Keterlibatan Belajar Siswa

Aspek yang Diamati	Siklus I	Siklus II
Partisipasi siswa	Sedang	Tinggi
Kolaborasi	Sedang	Tinggi
Inkuiri dan pertanyaan	Terbatas	Aktif
Penyelesaian tugas	Tidak konsisten	Konsisten

Data observasi menunjukkan peningkatan keterlibatan yang signifikan pada Siklus II, terutama dalam diskusi berbasis inkuiri dan pemecahan masalah secara kolaboratif selama kegiatan lapangan dan proyek.

Analisis kualitatif dari jurnal refleksi dan wawancara semi-terstruktur menunjukkan persepsi positif siswa terhadap pembelajaran. Siswa melaporkan bahwa integrasi konteks tanaman kopi membantu mereka memahami konsep sains secara lebih konkret dan bermakna. Apresiasi terhadap pengetahuan lokal serta kesadaran terhadap isu keberlanjutan lingkungan juga meningkat.

Temuan secara keseluruhan menunjukkan bahwa penyempurnaan berulang melalui siklus tindakan menghasilkan peningkatan bermakna dalam literasi sains, keterampilan berpikir kritis-kreatif, dan keterlibatan belajar siswa. Perbandingan antara Siklus I dan Siklus II menegaskan efektivitas pendekatan *STEAM-ethnoscience* dalam mendukung pembelajaran sains yang kontekstual, interdisipliner, dan responsif budaya.

Pembahasan

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji keefektifan pendekatan *STEAM-ethnoscience* dalam pendidikan tanaman kopi melalui desain penelitian tindakan. Temuan penelitian menunjukkan bahwa penyempurnaan berulang terhadap desain pembelajaran di setiap siklus menghasilkan peningkatan yang terukur dalam literasi sains, keterampilan berpikir kritis dan kreatif, serta keterlibatan belajar siswa. Hasil ini menegaskan bahwa mengkontekstualisasikan pembelajaran *STEAM* melalui konten etnosains yang berakar pada lokalitas merupakan cara yang bermakna untuk meningkatkan pendidikan sains.

1. Pendekatan *STEAM-Ethnoscience* dan Peningkatan Literasi Sains

Nilai *N-gain* kategori sedang (0,40) menunjukkan bahwa intervensi *STEAM-ethnoscience* menghasilkan pertumbuhan konseptual yang substansial, bukan sekadar efek pembelajaran sementara. Peningkatan ini mencerminkan proses belajar di mana siswa secara aktif merekonstruksi pemahaman ilmiah dengan mengaitkan konsep baru pada pengetahuan awal yang tertanam dalam budaya. Dalam perspektif konstruktivisme, etnosains berfungsi

sebagai jembatan kognitif yang mengaitkan prinsip ilmiah abstrak dengan praktik sosial-budaya yang familiar, sehingga memfasilitasi asimilasi konseptual yang lebih mendalam (Herlinawati & Suhartini, 2025). Dalam kerangka ini, literasi sains tidak dipahami sebagai akumulasi fakta terpisah, melainkan sebagai kemampuan terpadu untuk menafsirkan fenomena, mengevaluasi bukti, dan menerapkan penalaran ilmiah dalam konteks nyata.

Kontekstualisasi pembelajaran melalui tanaman kopi menghadirkan lingkungan belajar yang sekaligus ketat secara ilmiah dan autentik secara kontekstual. Siswa terlibat langsung dalam eksplorasi konsep fisiologi tanaman, senyawa antioksidan, dan pengolahan pascapanen yang telah mapan dalam literatur sains kopi (Acidri et al., 2020; Córdoba et al., 2020; Córdoba et al., 2021). Pengintegrasian konsep-konsep tersebut ke dalam praktik yang dapat diamati, seperti pemantauan pertumbuhan, fermentasi, dan evaluasi sensoris, memungkinkan siswa menghubungkan penjelasan ilmiah dengan fenomena nyata sehingga memperkuat koherensi konseptual (Sunarharum & Farhan, 2020; Fadhil et al., 2021).

Peran desain penelitian tindakan menjadi krusial dalam menguatkan capaian tersebut. Refleksi pada Siklus I menunjukkan bahwa siswa cenderung melakukan tugas secara prosedural dengan integrasi konseptual yang terbatas. Perbaikan pada Siklus II menekankan keterkaitan eksplisit antara inkuiri ilmiah, aplikasi teknologi, desain rekayasa, dan analisis matematis. Penyempurnaan ini menggeser orientasi pembelajaran dari sekadar penyelesaian tugas menuju konstruksi pengetahuan. Sejalan dengan temuan sebelumnya dalam penelitian *STEM* dan pembelajaran digital, kualitas desain pembelajaran menentukan keberhasilan aktivitas interdisipliner dalam menghasilkan pemahaman mendalam (Fatqurhohman et al., 2025). Secara keseluruhan, temuan ini menegaskan bahwa literasi sains berkembang optimal ketika pembelajaran *STEAM* berlandaskan budaya, terintegrasi secara epistemik, dan disempurnakan melalui refleksi berkelanjutan.

2. Pengembangan Berpikir Kritis dan Kreatif melalui Pembelajaran Berbasis Proyek *STEAM*

Peningkatan signifikan pada keterampilan berpikir kritis dan kreatif menunjukkan kekuatan epistemik *STEAM* sebagai paradigma pembelajaran integratif, bukan sekadar agregasi disiplin. Pembelajaran *STEAM* menuntut fleksibilitas epistemik yang mendorong siswa untuk mensintesis, mengevaluasi, dan mentransformasikan pengetahuan lintas disiplin (Bertrand & Namukasa, 2023). Dalam penelitian ini, pembelajaran berbasis proyek berfungsi sebagai katalis utama dengan menempatkan siswa sebagai pemecah masalah aktif.

Kegiatan yang melibatkan analisis pertumbuhan tanaman kopi, desain pengolahan pascapanen, interpretasi data sensoris, serta visualisasi produk mendorong keterlibatan simultan dalam penalaran ilmiah, prinsip rekayasa, analisis matematis, dan representasi artistik. Keterlibatan multidimensional ini menjelaskan peningkatan yang signifikan pada kreativitas dan integrasi interdisipliner. Integrasi etnosains memperkuat proses kognitif dengan menempatkan proyek dalam praktik budaya yang bermakna. Sejalan dengan penelitian *Ethno-STEAM*, kreativitas berkembang ketika siswa menafsirkan konsep ilmiah melalui konteks lokal tanpa mengurangi ketelitian ilmiah (Sumarni et al., 2025).

Dimensi etnosains juga mendorong refleksi kritis terhadap sistem pengetahuan lokal. Siswa mengevaluasi praktik tradisional budidaya dan pengolahan kopi menggunakan kerangka ilmiah terkait komposisi kimia, dinamika penyangraian, dan kualitas sensoris

(Abubakar et al., 2020; Kinasih et al., 2021; Setiawan et al., 2023). Interaksi dialogis ini membentuk kemampuan penilaian evaluatif dan mencegah penerimaan pengetahuan secara tidak kritis. Sejalan dengan penelitian kolaborasi digital *STEM*, berpikir kritis dan kreatif tidak muncul secara otomatis dari paparan interdisipliner (Fatqurhohman et al., 2025), melainkan berkembang melalui desain pembelajaran yang terstruktur, koneksi konseptual yang eksplisit, dan penyempurnaan berulang.

3. Keterlibatan dan Penyelidikan Siswa dalam Pembelajaran Berbasis Etnosains

Keterlibatan Siswa dan Proses Inkuiri dalam Pembelajaran Berbasis Etnosains Perkembangan keterlibatan siswa dari kategori sedang pada Siklus I menjadi tinggi pada Siklus II menunjukkan nilai pedagogis integrasi konteks etnosains dalam pembelajaran STEAM. Peningkatan ini menunjukkan bahwa keterlibatan tidak semata dipicu oleh kebaruan metode, melainkan oleh relevansi dan keautentikan aktivitas pembelajaran. Keterkaitan langsung antara konsep ilmiah dan praktik budidaya kopi lokal mendorong inisiatif inkuiri, kolaborasi yang berkelanjutan, serta komitmen dalam penyelesaian tugas (Hughes et al., 2022; Sumarni et al., 2025).

Temuan ini sejalan dengan teori *situated learning* yang menekankan pentingnya konteks autentik dalam proses belajar. Melalui observasi lapangan, dialog dengan pelaku pengetahuan lokal, dan eksperimen langsung, siswa diposisikan sebagai partisipan aktif dalam komunitas praktik. Kondisi ini mengurangi jarak epistemik antara sains akademik dan kehidupan sehari-hari serta memperkuat agensi belajar siswa (Hughes et al., 2022). Dalam konteks ini, etnosains berfungsi sebagai mediator yang mentransformasikan inkuiri ilmiah abstrak menjadi pemecahan masalah yang bersifat sosial dan kontekstual (Herlinawati & Suhartini, 2025).

Peningkatan keterlibatan juga selaras dengan temuan penelitian berbasis komunitas yang menekankan pentingnya kolaborasi, kesadaran etis, dan tanggung jawab sosial dalam mendorong partisipasi berkelanjutan (Cindy et al., 2026; Hidayati et al., 2025). Integrasi tujuan ilmiah dengan relevansi budaya pada Siklus II memperkuat komitmen epistemik siswa dalam aktivitas inkuiri. Hal ini menegaskan bahwa keterlibatan siswa tidak hanya bersifat afektif, tetapi merupakan kondisi epistemik penting bagi pemahaman konseptual yang mendalam (Fatqurhohman et al., 2025).

4. Keberlanjutan Pendidikan dan Pemberdayaan Masyarakat

Temuan penelitian menunjukkan bahwa pembelajaran *STEAM-ethnoscience* berbasis tanaman kopi berkontribusi tidak hanya pada capaian kognitif, tetapi juga pada keberlanjutan pendidikan dan relevansi sosial. Konteks tanaman kopi berfungsi sebagai titik masuk untuk memahami isu keberlanjutan pertanian, pelestarian lingkungan, dan ketahanan ekonomi lokal. Perspektif ini sejalan dengan pandangan bahwa pendidikan di era *Society 5.0* harus mengintegrasikan dimensi etis, budaya, dan sosial dalam proses pembelajaran (Saidi et al., 2025).

Integrasi pengetahuan etnosains dari praktik petani kopi mencerminkan model ko-produksi pengetahuan yang bersifat dialogis. Pengetahuan ilmiah dan lokal diposisikan secara komplementer, sehingga siswa mampu mengevaluasi praktik lokal melalui kerangka ilmiah sekaligus memahami nilai ekologis dan budayanya. Pendekatan ini sejalan dengan penelitian pendidikan berbasis komunitas yang menunjukkan bahwa pemanfaatan potensi

lokal meningkatkan relevansi dan dampak sosial pembelajaran (Wijayanti et al., 2026). Dalam konteks ini, kelas berfungsi sebagai perpanjangan ekosistem pengetahuan lokal.

Validitas ilmiah konteks pembelajaran berbasis kopi diperkuat oleh berbagai studi empiris yang menyoroti relevansinya terhadap konservasi biodiversitas, kualitas produk, dan praktik pertanian berkelanjutan (Andini et al., 2021; Akpertey et al., 2022; Mulyani et al., 2025). Secara teoretis, penelitian ini memperluas kajian *Ethno-STEAM* dengan menempatkan komoditas pertanian sebagai konteks epistemik yang kaya. Secara pedagogis, pembelajaran sains yang berkelanjutan tercapai ketika integrasi budaya, ketelitian ilmiah, dan refleksi dilakukan secara sistematis melalui penelitian tindakan berbasis komunitas.

Kontribusi dan Implikasi

Penelitian ini memberikan kontribusi pada pengembangan kajian *STEAM* dan etnosains melalui model integrasi berbasis pendidikan sains pertanian. Tanaman kopi terbukti sebagai konteks yang kaya secara ilmiah dan kuat secara pedagogis untuk pembelajaran interdisipliner. Integrasi perspektif biologi, kimia, teknologi, rekayasa, seni, dan matematika berlangsung dalam lingkungan belajar yang autentik dan berorientasi keberlanjutan.

Kontribusi teoretis penelitian ini terletak pada penguatan posisi *Ethno-STEAM* sebagai ruang interaksi dialogis antara pengetahuan ilmiah dan lokal. Keterlibatan siswa dalam analisis kritis praktik budidaya dan pengolahan kopi memperkuat agensi epistemik, koherensi konseptual, serta transfer pengetahuan kontekstual. Secara pedagogis, penelitian ini menawarkan kerangka implementatif berbasis penelitian tindakan yang dapat direplikasi dalam pembelajaran formal. Temuan menunjukkan bahwa efektivitas pembelajaran ditentukan oleh penyempurnaan iteratif, integrasi konseptual lintas domain *STEAM*, serta kontekstualisasi yang autentik. Implikasi ini memberikan panduan praktis bagi pendidik dan pengembang kurikulum dalam merancang pembelajaran sains yang responsif terhadap konteks, interdisipliner, dan relevan dengan keberlanjutan serta kebutuhan masyarakat.

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa pendekatan *STEAM–ethnoscience* pada pembelajaran tanaman kopi efektif dalam meningkatkan literasi sains, keterampilan berpikir kritis dan kreatif, dan keterlibatan siswa ketika diimplementasikan melalui desain penelitian tindakan yang reflektif. Integrasi pembelajaran *STEAM* yang bersifat interdisipliner dengan konteks etnosains yang berakar pada lingkungan lokal mampu menggeser pembelajaran sains dari sekadar konseptualisasi abstrak menuju konstruksi pengetahuan yang bermakna dan kontekstual. Penyempurnaan pembelajaran secara iteratif antar siklus terbukti berperan penting dalam mengubah keterlibatan awal yang bersifat prosedural menjadi partisipasi epistemik yang lebih mendalam, sehingga menegaskan bahwa kualitas desain pembelajaran dan relevansi konteks merupakan faktor kunci dalam efektivitas pembelajaran interdisipliner.

Temuan penelitian juga menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis tanaman kopi menyediakan konteks yang sah secara ilmiah sekaligus kaya secara pedagogis untuk mengintegrasikan biologi, kimia, teknologi, rekayasa, seni, dan matematika secara terpadu. Etnosains berfungsi sebagai jembatan kognitif dan kultural yang memungkinkan siswa

menghubungkan konsep ilmiah formal dengan sistem pengetahuan lokal secara kritis. Dampak pembelajaran tidak hanya terbatas pada peningkatan kognitif, tetapi juga mencakup penguatan perilaku inkuiri, kemampuan kolaborasi, serta kesadaran terhadap isu keberlanjutan.

Temuan secara keseluruhan menegaskan bahwa pembelajaran sains yang bermakna muncul ketika pendekatan *STEAM* dikembangkan secara kontekstual, berakar pada budaya lokal, dan disempurnakan secara sistematis melalui praktik reflektif. Penelitian selanjutnya dapat memperluas penerapan kerangka ini pada konteks pertanian atau ekologi lainnya, mengkaji dampak jangka panjang terhadap disposisi ilmiah peserta didik, serta mengevaluasi skalabilitasnya pada tingkat kurikulum yang lebih luas. Upaya tersebut penting untuk mendorong pengembangan pendidikan sains yang interdisipliner, relevan secara sosial, dan responsif terhadap tantangan keberlanjutan lokal maupun global.

UCAPAN TERIMAKASH

Penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada seluruh siswa dan dosen yang telah berpartisipasi dalam penelitian ini atas waktu, komitmen, dan kerja sama yang diberikan selama proses penelitian berlangsung. Apresiasi juga disampaikan kepada institusi akademik yang telah memfasilitasi pengumpulan data serta mendukung pelaksanaan penelitian ini. Penulis turut mengucapkan terima kasih kepada rekan sejawat dan penelaah (*reviewer*) atas masukan konstruktif dan saran yang berharga dalam penyempurnaan kualitas dan ketelitian naskah ini. Penelitian ini sepenuhnya didanai secara mandiri oleh penulis tanpa dukungan finansial dari institusi maupun lembaga pendanaan eksternal.

DAFTAR PUSTAKA

- Abubakar, Y., Gemasih, T., Muzaifa, M., Hasni, D., & Sulaiman, M. I. (2020). Effect of blend percentage and roasting degree on sensory quality of Arabica–Robusta coffee blend. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 425(1), 012081. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/425/1/012081>
- Acidri, R., Sawai, Y., Sugimoto, Y., Handa, T., Sasagawa, D., Masunaga, T., Yamamoto, S., & Nishihara, E. (2020). Phytochemical profile and antioxidant capacity of coffee plant organs compared to green and roasted coffee beans. *Antioxidants*, 9(2), 93. <https://doi.org/10.3390/antiox9020093>
- Akpertey, A., Anim-Kwapong, E., Adu-Gyamfi, P. K. K., & Ofori, A. (2022). Genetic variability for vigor and yield of Robusta coffee (*Coffea canephora*) clones in Ghana. *Heliyon*, 8(8), e10094. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e10094>
- Andini, R., Muzaifa, M., & Marlina, L. (2021). Making biodiversity work for coffee production: A case study of Gayo Arabica coffee in Indonesia. *MOJ Ecology and Environmental Science*, 6(4), 156–162. <https://doi.org/10.15406/mojes.2021.06.00205>

- Ariyatun. (2021). Analysis of project based-learning integrated with ethno-STEM on students' critical and creative thinking skills. *Journal of Educational Chemistry (JEC)*, 3(1), 35-44. <https://doi.org/10.21580/jec.2021.3.1.6574>.
- Arti, Y., Widowati, A., & Krautharot, A. (2025). A Literature Review on the Integration of Ethno-STEAM in Science Learning through Local Potential: The Case of 'Mi Lethek Bantul'. *IJIS Edu: Indonesian Journal of Integrated Science Education*, 7(2). <http://dx.doi.org/10.29300/ijisedu.v7i2.7708>
- Asrina, R., Zulfiah, Z., Kamal, S. E., Roosevelt, A., Patandung, G., Murniati, M., Amiruddin, A., Djajanti, A. D., & Rusli, R. (2021). Aktivitas antioksidan pada kopi Arabika (*Coffea arabica* L.) yang diolah dengan mesin espresso dan manual brew pour over V60. *Media Farmasi*, 17(2), 204–210. <https://doi.org/10.12928/mf.v17i2.3768>
- Bertrand, M. G., & Namukasa, I. K. (2023). A pedagogical model for STEAM education. *Journal of Research in Innovative Teaching & Learning*, 16(2), 169-191. <https://doi.org/10.1108/JRIT-12-20210081>.
- Cindy, A. H., Pattipeilohy, P., Mirsa, N. R. P., Hakim, P. R., & Falenciah, A. N. (2026). Digitalisasi berbasis nilai: Pelatihan kreativitas dan etika digital bagi komunitas sekolah di era Industri 5.0. *JUPAMU: Jurnal Pengabdian Masyarakat Multidisiplin*, 1(2), 137–148. <https://doi.org/10.66031/jupamu.v1i2.54>
- Córdoba, N., Fernandez-Alduenda, M., Moreno, F. L., & Ruiz, Y. (2020). Coffee extraction: Parameters and influence on physicochemical characteristics and flavor. *Trends in Food Science & Technology*, 96, 45–60. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.12.011>
- Córdoba, N., Moreno, F. L., Osorio, C., Velásquez, S., & Ruiz, Y. (2021). Chemical and sensory evaluation of cold brew coffees using different roasting profiles and brewing methods. *Food Research International*, 141, 110141. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.110141>
- Fadhil, R., Nurba, D., & Sukmawati, E. (2021). Sensory assessment of Gayo Arabica coffee taste based on various varieties and manual brewing devices. *Coffee Science*, 16, e161918. <https://doi.org/10.25186/cs.v16i.1619>
- Fatqurhohman, F., Damayanti, N. W., & Chen, X. (2025). Innovation digital and virtual reality based instructional design for high school students. *JINEA: Journal of Innovation in Education and Learning*, 1(2), 63–74. <https://doi.org/10.66031/jinea.v1i2.10>
- Fatqurhohman, F., Syam, H., Puspasari, R., Niam, F., & Surur, A. M. (2025). STEM digital collaboration to enhance critical thinking skills of secondary school students: A literature review. *JINEA: Journal of Innovation in Education and Learning*, 1(1), 37–50. <https://doi.org/10.66031/jinea.112025.8>
- Hasni, D., Hidayanti, N. A., Rahmany, M., Widayat, H. P., Muzaifa, M., & Rahmad, D. (2024). Quality and consumer preferences on Gayo Arabica coffee brew. *Jurnal Teknologi & Industri Hasil Pertanian*, 30(1), 1–11. <https://doi.org/10.6066/jtihp.30.1.1>
- Hasni, D., Muzaifa, M., Widayat, H. P., Ariska, N., Maulidar, & Rahmad, D. (2023). Physiochemical properties and cupping quality of Gayo espresso coffee. *International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology*, 13(4), 1378–1386. <https://doi.org/10.18517/ijaseit.13.4.17020>

- Herlinawati, N., & Suhartini, S. (2025). Implementation of ethnoscience-based electronic modules in high school biology learning: A systematic literature review. *JPBI (Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia)*, 11(1), 304314. <https://doi.org/10.22219/jpbi.v11i1.38147>
- Hidayati, N., Fatqurhohman, F., Rusli, M., & Makrus, M. H. (2025). Pemberdayaan guru SMK Muhammadiyah Tegaldlimo dalam mengimplementasikan proyek penguatan profil pelajar Pancasila di era digital. *JUPAMU: Jurnal Pengabdian Masyarakat Multidisiplin*, 1(1), 13–24. <https://doi.org/10.66031/jupamu.v1i1.26>
- Hughes, B. S., Corrigan, M. W., Grove, D., Andersen, S. B., & Wong, J. T. (2022). Integrating arts with STEM and leading with STEAM to increase science learning with equity for emerging bilingual learners in the United States. *International Journal of STEM Education*, 9(1). <https://doi.org/10.1186/s40594-022-00375-7>
- Juwita, E., Sunyono, & Rosidin, U. (2023). The developing of e-module flip pdf professional based on napai ethnoscience to improve science literacy on biotechnology materials. Atlantis Press SARL. https://doi.org/10.2991/978-2-38476-060-2_15
- Kinasih, A., Winarsih, S., & Saati, E. A. (2021). Karakteristik sensori kopi Arabika dan Robusta menggunakan teknik brewing berbeda. *Jurnal Teknologi Pangan dan Hasil Pertanian*, 16(2), 12–22. <https://doi.org/10.21107/jtp.v16i2.13115>
- Koto, I., Yusnia, Y., Agusdianita, N., Kurniawan, A., Heryanto, D., & Fitriani, D. (2025). Pendekatan STEAM berbasis etnosains tanaman kopi Desa Tapak Gedung Kepahiang. *Social, Humanities, and Educational Studies (SHEs): Conference Series*, 8(3), 896–903. <https://doi.org/10.20961/shes.v8i3.107290>
- Mulyani, P., Mahfut, D., Akperthey, A., & Piato, K. (2025). Postharvest processing and characteristics of Ateng Super Arabica coffee cultivar. *RESET: Review of Education, Science, and Technology*, 1(2), 125–142. <https://doi.org/10.66031/reset.v1i2.48>
- Piato, K., et al. (2020). Effects of shade trees on Robusta coffee. *Agronomy for Sustainable Development*, 40, 1–13. <https://doi.org/10.1007/s13593-020-00634-x>
- Pransiska, R., Agustina, R., & Fadhil, R. (2024). Tiga varietas unggul kopi Arabika Gayo. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, 9(4), 393–400. <https://doi.org/10.32528/jimp.v9i4.17204>
- Saidi, S., Suryowati, E., Sholihah, U., & Fatqurhohman, F. (2025). Literature review on the role of school principals in the Society 5.0: Strategies and future challenges. *RESET: Review of Education, Science, and Technology*, 1(1), 55–64. <https://doi.org/10.66031/reset.v1i1.20>
- Setiawan, F., Nilda, C., & Muzaiifa, M. (2023). Profil sensori kopi Gayo menggunakan V60, Aeropress, dan Espresso. *SNHRP*, 5, 1210–1220. <https://doi.org/10.31337/snhrp.v5i0.1501>
- Sumarni, W., Kadarwati, S., & Susilaningsih, E. (2025). Ethno-STEAM science learning to improve prospective teachers' creative thinking and problem-solving skills. *Journal of Turkish Science Education*, 22(3), 488-507. <http://doi.org/10.36681/tused.2025.025>
- Sunarharum, W. B., & Farhan, M. (2020). Effect of manual brewing techniques on sensory profiles of Arabica coffees. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 454(1), 012099. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/454/1/012099>

- Tari, W., Safrizal, S., & Fadhil, R. (2022). Evaluasi sensori kopi Arabika Gayo berbagai varietas. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, 7(2), 601–611. <https://doi.org/10.17969/jimfp.v7i2.20115>
- Wijayanti, E. T., Herawati, E., Aizah, S., Shaninnabila, N., Isna, A. M. N., & Azizah, D. N. (2026). Edukasi dan pelatihan pemanfaatan tanaman lokal berpotensi antiseptik sebagai upaya peningkatan pengetahuan anggota Karang Taruna Cipta Karsa Desa Banjaran Kota Kediri. *JUPAMU: Jurnal Pengabdian Masyarakat Multidisiplin*, 1(2), 203–210. <https://doi.org/10.66031/jupamu.v1i2.150>.