

# SEMINAR NASIONAL IPA XIII

“Kecemerlangan Pendidikan IPA untuk Konservasi Sumber Daya Alam”

---

## STUDI ETNOSAINS KERIS MADURA DALAM PEMBELAJARAN IPA UNTUK MENGEMBANGKAN KARAKTER KONSERVASI CAGAR BUDAYA

Mochammad Yasir<sup>1\*</sup>, Try Hartiningsih<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universitas Trunojoyo Madura, Bangkalan-Madura

\*Email korespondensi: [yasirtrunojoyo@gmail.com](mailto:yasirtrunojoyo@gmail.com)

### ABSTRAK

Lunturnya karakter konservasi cagar budaya Indonesia dikarenakan kurangnya perhatian terhadap lingkungan sosial budaya untuk dikaji secara saintifik. Selain itu, berbagai macam kearifan lokal masih minim diintegrasikan ke dalam suatu pembelajaran IPA sebagai media pembelajaran maupun sumber belajar untuk mengembangkan karakter konservasi cagar budaya. Salah satu kearifan lokal Indonesia yang terkenal memiliki ciri khas, ritual, dan tujuan penggunaan adalah keris Madura. Penelitian ini dimaksudkan untuk mengembangkan karakter konservasi cagar budaya melalui studi etnosains keris Madura dalam pembelajaran IPA. Metode penelitian ini adalah deskriptif kualitatif dengan pengambilan data melalui observasi langsung, kuesioner, dan wawancara. Hasil penelitian menunjukkan bahwa (1) keris Madura dapat dikaji secara saintifik dalam etnosains menggunakan pendekatan STEAM; (2) terdapat keterhubungan hasil studi etnosains keris Madura dengan konsep materi IPA tertentu; (3) perlunya kebutuhan akan keterampilan pendidik dalam merancang program pembelajaran dengan memanfaatkan kearifan lokal daerah masing-masing; (4) penekanan karakter konservasi cagar budaya tidak hanya pada konten dan konteks sesuai indikator, tetapi juga proses pengembangannya; (5) adanya peran kontribusi pengembangan karakter konservasi cagar budaya dari hasil studi etnosains keris Madura dalam mencapai SDGs. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa pengembangan karakter konservasi cagar budaya perlu dilakukan dengan menitikberatkan pada pengintegrasian positif kearifan lokal ke dalam pembelajaran IPA melalui kajian etnosains. Implikasi hasil studi menandakan keberlanjutan warisan sosial dan budaya tergantung pada pengembangan karakter konservasi cagar budaya masyarakat. Studi ini merekomendasikan integrasi dan promosi konservasi cagar budaya ke dalam pembangunan keberlanjutan sebagai cara mencapai keberlanjutan ekonomi dan sosial.

**Kata kunci:** Cagar Budaya; Etnosains; Keris; Konservasi

# SEMINAR NASIONAL IPA XIII

“Kecemerlangan Pendidikan IPA untuk Konservasi Sumber Daya Alam”

---

## PENDAHULUAN

Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) mengkaji gejala alam yang terjadi secara sistematis. Hasil kajian kejadian alam terdiri atas produk, proses, sikap, dan aplikasi sebagai hakikat IPA (Rahmawati *et al.*, 2020; Kurniawan *et al.*, 2019; Tyas *et al.*, 2020). Kajian kejadian alam memiliki kaitan yang sangat erat dengan kearifan lokal suatu daerah/bangsa. Pada kearifan lokal terdapat pengetahuan, keyakinan, pemahaman, atau wawasan serta adat kebiasaan atau etika yang menuntun perilaku masyarakat di suatu tempat tertentu di suatu daerah/bangsa.

Madura adalah pulau yang bentuknya seakan mirip badan sapi, terdiri dari empat Kabupaten, yaitu: Bangkalan, Sampang, Pamekasan, dan Sumenep. Pulau Madura didiami suku Madura yang kental dengan kearifan lokal, baik sosial budaya, bahasa, makanan, maupun dan adat istiadatnya (Yasir, *et al.*, 2020; 2023). Terdapat keunikan dan nilai-nilai kearifan lokal Madura yang dilestarikan hingga kini sehingga menjadi cagar budaya dan daya tarik wisata.

Jenis kearifan lokal Madura yang menjadi cagar budaya dan daya tarik wisata adalah keris. Keris Madura memiliki bentuk, corak, pancor, warangka, wilah, dan pamor tertentu yang estetik (Yuliana, *et al.*, 2022). Dalam pembuatan keris Madura mengandung konsep materi IPA tertentu yang dapat dipelajari di sekolah setiap jenjang. Misalnya, saat penempaan besi memerlukan usaha dan energi, pesawat sederhana untuk memudahkan kerja, dan material sains unsur/senyawa bahan keris, dan lain-lain. Keris Madura sebagai kearifan lokal Madura ini sarat akan kandungan makna sosial, historis, filosofis, mistis, religiusitas masyarakat Madura sehingga dilestarikan dan berkembang sebagai warisan budaya dan wisata.

Secara umum pelestarian dan pengembangan karakter konservasi cagar budaya pada kearifan lokal Madura dilakukan kolektif pada lembaga/pemerintah daerah. Namun, sejumlah permasalahan menghambat pelestarian dan pengembangan karakter konservasi cagar budaya sehingga mengakibatkan luntarnya karakter konservasi cagar budaya Indonesia. Hasil penelitian sebelumnya terdapat kurangnya perhatian terhadap lingkungan sosial budaya untuk dikaji secara saintifik (Rahmatih dkk, 2020) dan kurangnya karakter kebangsaan peserta didik (Wulandari, Yasir, dan Qomaria, 2020), yang ditandai dengan kurangnya kesadaran diri generus milenial (Gen-Z) Madura terhadap pentingnya nilai-nilai kearifan lokal Madura (Subagyo, 2020; Nahak, 2019).

Penyebab permasalahan tersebut adalah penelitian yang dilakukan belum mencirikan *citizen science* sebagai kontributor data penelitian (Yasir, *et al.*, 2020), berbagai macam kearifan lokal masih minim diintegrasikan ke dalam suatu pembelajaran IPA sebagai media pembelajaran maupun sumber belajar untuk mengembangkan karakter konservasi cagar budaya, serta proses pembelajaran IPA yang hanya terfokus pada menghafal konten materi daripada menekankan pada memahami proses dan aplikasi penggunaan IPA dalam memecahkan masalah kehidupan, serta menginternalisasi sikap ilmiah. Selama ini siswa hanya mendengarkan penjelasan transfer ilmu dari guru saja. Guru juga belum mengajak siswa untuk berkreasi ilmiah menggunakan kearifan lokal sebagai konteks pembelajaran, sumber belajar, maupun media pembelajaran. Guru bersama siswa belum pernah mengkaji kearifan lokal secara ilmiah dan menggunakan pendekatan etnosains di dalam pembelajaran IPA.

Sebagai wujud pelestarian dan pengembangan karakter konservasi cagar budaya pada kearifan lokal Madura, maka hendaknya perlu menghadirkan kearifan lokal ke dalam pembelajaran IPA melalui pendidikan. Melalui pendidikan, nilai-nilai moral, dan keunggulan bangsa di masa lalu dapat diperkenalkan kembali, dikembangkan, dan dikaji menjadi budaya masa kini yang dapat diterima (Daryanto, 2014). Pendidikan dalam pembelajaran IPA

# SEMINAR NASIONAL IPA XIII

“Kecemerlangan Pendidikan IPA untuk Konservasi Sumber Daya Alam”

---

dirancang secara komprehensif menggunakan inkuiri dan penemuan berbasis proyek dari berbagai macam bidang kajian fisika, biologi, kimia, dan IPBA.

Penggunaan kearifan lokal ke dalam pembelajaran IPA melalui pendidikan ini sejalan dengan penerapan Kurikulum Merdeka. Kurikulum Merdeka (KurMer) mengarahkan siswa untuk mengeksplorasi isu-isu aktual dalam kegiatan proyek pembelajaran terpadu sebagai etnosains dengan mengintegrasikan kearifan lokal sesuai karakteristik daerah ke dalam mata pelajaran. Cara ini digunakan oleh KurMer dalam menguatkan orientasi pengembangan kompetensi dan karakter, salah satunya karakter konservasi cagar budaya sesuai profil pelajar pancasila. Perwujudan profil pelajar pancasila yang berkebhinekaan global akan lebih efektif jika siswa memiliki karakter konservasi cagar budaya.

Pentingnya integrasi kearifan lokal berdasarkan studi etnosains dalam pembelajaran IPA dijelaskan oleh Nieto & Booth (2010) sebagaimana teori konstruktivisme sosial Vygotsky (Sumarni, 2018). Vygotsky menekankan pada konsep sosiokultural yaitu penggunaan konteks sosial dan interaksi siswa dalam belajar. Vygotsky juga yakin bahwa proses belajar siswa tidak hanya di kelas, tetapi juga belajar di tengah-tengah masyarakat. Seorang guru harus mampu memanfaatkan kearifan lokal untuk mengakomodir tuntutan dalam proses pembelajaran (Nieto & Booth, 2010). Integrasi kompetensi budaya dan kearifan lokal daerah pada profesi seseorang yang berbeda akan menjadi kunci penentu pelayanan profesional, termasuk di bidang pendidikan, kompetensi, dan karakter kebangsaan siswa, serta mewujudkan SDGs.

Secara praktis, manfaat penelitian ini adalah: (1) menjadi pedoman pertimbangan dalam kebijakan pendidikan dan pemerhati kearifan lokal, khususnya dalam mengembangkan pendidikan pengajaran dan pembelajaran IPA berbasis kearifan lokal; (2) menjadi rekomendasi bagi pendidik (guru, tutor, widyaiswara, dan dosen) dalam pendidikan dan pembelajaran IPA untuk mengembangkan karakter konservasi cagar budaya; (3) memotivasi peneliti lain untuk melakukan penelitian lebih lanjut tentang pengembangan etnosains berbasis kearifan lokal.

## METODE PENELITIAN

Jenis penelitian ini adalah penelitian kualitatif deskriptif. Fokus penelitian ini meliputi: (a) kajian saintifik dalam etnosains keris Madura, (b) korelasi hasil kajian etnosains dengan konsep materi IPA, (c) rancangan program pembelajaran IPA berbasis kearifan lokal; (d) pengembangan karakter konservasi cagar budaya, (e) kontribusi pengembangan karakter konservasi cagar budaya dari hasil studi etnosains keris Madura dengan SDGs.

Penelitian dilakukan di Desa Aeng Tong Tong Sumenep untuk fokus penelitian a-b. Daerah ini merupakan desa bermayoritas masyarakat pengrajin keris. Penelitian juga dilakukan di Program Studi Pendidikan IPA FIP Universitas Trunojoyo Madura untuk fokus penelitian c-e. Subjek penelitian adalah keris Madura. Subjek sebagai sampel penelitian ini diperoleh menggunakan teknik *nonprobability sampling* dengan *purposive sampling* dengan pertimbangan rata-rata kearifan lokal Madura heterogen. Objeknya adalah peneliti & pengajar di Pendidikan IPA UTM. Penelitian dilakukan bulan Februari - Juni 2023.

Data yang dikumpulkan berupa data primer dan sekunder. Sumber data primer diperoleh secara langsung pada saat berada di lapangan melalui wawancara dengan narasumber dengan cara wawancara mendalam ataupun observasi lapangan dengan tujuan untuk mengetahui segala hal yang berkaitan dengan penelitian. Pihak-pihak yang terlibat pada data primer yaitu empu keris Madura dan pengajar etnosains. Sumber data sekunder diperoleh dari studi kepustakaan atau dokumentasi yang berupa buku, laporan, referensi internet, dan

# SEMINAR NASIONAL IPA XIII

“Kecemerlangan Pendidikan IPA untuk Konservasi Sumber Daya Alam”

lain-lain yang terkait dengan masalah penelitian serta bermanfaat dalam memperkaya sumber data primer. Data sekunder ini berupa peraturan pemerintah tentang pelestarian dan pengembangan keris Madura, dokumen profil Desa Wisata Keris, brosur, dan informasi relevan lainnya.

Teknik pengumpulan data menggunakan observasi, wawancara, dan dokumentasi. Observasi penelitian ini dilakukan untuk mengamati wujud, bahan dan alat/mesin, dan proses pembuatan keris Madura. Wawancara terstruktur digunakan untuk teknik/prosedur pembuatan keris Madura, rancangan program pembelajaran IPA berbasis kearifan lokal, dan kontribusi pengembangan karakter konservasi cagar budaya. Dokumentasi digunakan untuk mendokumentasikan foto dan membuat catatan lapangan hasil observasi dan wawancara yang berhubungan dengan hasil studi etnosains keris Madura dalam pembelajaran IPA untuk mengembangkan karakter konservasi cagar budaya.

Analisis data penelitian menggunakan metode analisis interaktif yang dikemukakan (Miles dan Huberman, 2014). berupa pengumpulan data, kondensasi data, penyajian data, penarikan kesimpulan dan verifikasi. Teknik pemeriksaan data menggunakan derajat kepercayaan/kredibilitas dengan (a) menentukan masa dan jadwal penelitian hingga muncul titik kejenuhan, (b) melakukan observasi secara konsisten, (c) menggunakan metode triangulasi data/sumber untuk menguji kebenaran data yang dikumpulkan dengan cara membandingkan data hasil pengamatan dengan data yang diperoleh melalui wawancara dengan informan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Kajian saintifik dalam etnosains keris Madura

Etnosains merupakan kegiatan mentransfer sains asli atau pengetahuan yang berkembang di masyarakat menjadi suatu konsep sains ilmiah (Arfianawati dkk, 2016). Kearifan lokal dipahami sebagai pengetahuan asli atau kecerdasan lokal suatu masyarakat yang berasal dari nilai luhur tradisi budaya. Pengetahuan sains asli terdiri atas seluruh pengetahuan yang menyinggung mengenai fakta masyarakat. Pengetahuan tersebut berasal dari kepercayaan yang diturunkan dari generasi – ke generasi atau kepercayaan turun menurun dari pendahulu (Ahmadi, Astuti & Linuwih, 2019). Sains ilmiah dikaji secara teoritis atau ilmiah berdasarkan eksperimen, penelitian, referensi pustaka untuk membuktikan kebenaran pengetahuan asli masyarakat.

Rekonstruksi sains ilmiah dari sains masyarakat dilakukan dengan cara transformasi/ *cross-bordering* melalui validasi dan standarisasi istilah ilmiah, konseptualisasi, deskriptif, dan deklaratif prosedural. Kegiatan mentransformasi antara sains asli dan sains ilmiah melalui *cross-bordering* ini bertujuan untuk mengaitkan fenomena atau pengetahuan asli masyarakat mengenai keris Madura dengan sains ilmiah. Adapun hasil kajian saintifik dalam etnosains keris Madura dicantumkan dalam **Tabel 1**.

**Tabel 1.** Hasil Kajian Saintifik Dalam Etnosains Keris Madura

Tinjauan Topik Kajian	<i>Indigenous Knowledge</i>	<i>Scientific Knowledge</i>	Ket.
Science	Keris Madura terdiri dari dua jenis yaitu keris ageman dan keris <i>souvenir</i> .	Keris Madura dibuat sesuai tujuan peruntukannya. Keris ageman untuk senjata/peringatan tertentu, dan keris <i>souvenir</i> untuk oleh-oleh/perhiasan <sup>[1]</sup> .	<sup>[1]</sup> Pamungkas (2021)
	Bahan utama keris terdiri dari tiga unsur besi yakni baja (besi kausani), besi meteorit (besi rakijan), besi biasa lunak (besi	Keris terdiri dari beberapa logam mulia yang berasal dari langit (meteor) dan besi baja dari lautan atau dalam tanah. Meteor sebagai bahan pembuatan pamor keris	<sup>[1]</sup> Kusumatatwa, dkk (2021) <sup>[2]</sup> Damanhuri, <i>et al.</i> (2022)

# SEMINAR NASIONAL IPA XIII

“Kecemerlangan Pendidikan IPA untuk Konservasi Sumber Daya Alam”

	malelo), dan arang pohon mantabe/jambu air. Besi meteorit bisa diganti dengan besi nikel. Tiga unsur besi tersebut harus dilebur disatukan untuk menghasilkan sebuah pamor dari sebuah keris itu. Kalau pakai arang sembarangan besinya akan terbakar oleh api tersebut.	diyakini menimbulkan karakter fisik. Ketiga bahan tersebut memberikan daya magis atau tuah secara alami pada keris <sup>[1]</sup> . Keris yang baik harus dibuat dan ditempa dari tiga macam logam, minimal dua, yakni besi, baja dan bahan pamor <sup>[2]</sup> . Bahan selanjutnya ada arang yang tidak sembarangan. Titik nyala dari arang merupakan filosofi pada bahan arang untuk proses pembakaran keris bahwa api yang menyala bukan berarti harus membakar dan memusnahkan, namun api sebagai cahaya yang selalu menyala dan menyinari setiap langkah kehidupan <sup>[3]</sup> .	<sup>[3]</sup> Harmawan dan Darmojo, (2018)
	Besi logam yang digunakan tidak bisa diganti dengan jenis logam lainnya	Bahan keris utama yang dapat memunculkan pamor ini ada dua macam. Pertama, batu meteorit/batu bintang yang mengandung unsur titanium. Bahan pamor lainnya adalah nikel <sup>[1]</sup> . Kedua jenis besi tersebut tidak dapat tergantikan karena sebagai pembentuk pamor (pola) dan bentuk suatu keris Madura. Hasil akhir keris yang sebenarnya itu warnanya hitam dan putih.	<sup>[1]</sup> Purnama dan Anggapuspa (2021) <sup>[2]</sup> Tini (2019)
<i>Technology</i>	Proses pembuatan keris Madura meliputi: (1) proses ritual pengambilan besi dan pemasangan dengan pemilik (2) pembakaran (3) penempaan (4) pelipatan (5) pengamplasan	Pengrajin (empu) keris melakukan ritual sebelum melakukan proses pengerjaan membuat keris untuk menjaga sebuah aturan yang telah dilakukan oleh sesepuh-sesepuh terdahulu <sup>[1]</sup> . Proses pembakaran besi dengan suhu tinggi pada paron untuk memurnikan logam <sup>[2]</sup> dan melakukan peleburan dari 3 jenis besi menjadi satu <sup>[3]</sup> sehingga mempermudah penempaan. Pada saat penempaan, besi ditempa sesuai jenis, bentuk, dan bagian keris yang diinginkan yang akan mengalami penyusutan setelah melalui pendinginan <sup>[4]</sup> . Pelipatan dilakukan pada suhu tinggi untuk membentuk keris Madura yang diinginkan <sup>[4]</sup> . Pengamplasan menggunakan gaya gesek untuk memunculkan pamor keris Madura <sup>[4]</sup> .	<sup>[1]</sup> Pamungkas (2021) <sup>[2]</sup> Hadilla, Asyura, dan Nurmasiyah, (2023). <sup>[3]</sup> Sofian, (2021) <sup>[4]</sup> Pramesti, (2019)
<i>Engineering</i>	Alat pembuatan keris Madura berupa: (1) tungku paron, (2) capit, (3) wungkal, (4) palu, (5) pahat yang sekarang diganti pakai gerinda, (6) blower/krebusan.	Paron merupakan besi sebagai landasan tempa terletak di bawah, statis, sebagian tertanam di tanah yang melambangkan bumi/ibu. Bilah keris ditempa di atas paron dengan palu, yang selalu bergerak sebagai lambang angkasa atau laki-laki <sup>[1]</sup> . Capit untuk menjepit keris agar mudah dikerjakan. Wungkal untuk mengasah bilah dan menghaluskan bilah keris <sup>[2]</sup> . Palu digunakan untuk menyatukan besi dan logam menjadi pamor dalam penempaan <sup>[2]</sup> . Pahat/gerinda sebagai alat untuk membuat pola di keris dan meratakan bagian keris <sup>[3]</sup> . Blower untuk memberikan tekanan udara dalam pengapian memanfaatkan udara dengan gaya sentrifugal <sup>[4]</sup> .	<sup>[1]</sup> Resmiyanto (2022) <sup>[2]</sup> Purwaningsih, dkk (2017) <sup>[3]</sup> Pratama dan Wibisono (2019) <sup>[4]</sup> Siregar dan Lubis (2020)
<i>Arts</i>	Ciri khas keris Madura terletak pada pamornya yang nyekak, timbul, dan besinya halus melambangkan karakter kehidupan orang Sumenep yang	Ciri bentuk keris ala Sumenep adalah tidak simetris, melebar di bagian pangkal, bilahnya sering kali berkelok-kelok dan memiliki banyak pamor berserat dengan lapisan logam cerah pada helai bilah <sup>[1]</sup> .	<sup>[1]</sup> Damanhuri, <i>et al.</i> (2022) <sup>[2]</sup> Purnama dan Anggapuspa (2021)

# SEMINAR NASIONAL IPA XIII

“Kecemerlangan Pendidikan IPA untuk Konservasi Sumber Daya Alam”

	berpendirian sangat kuat, tetapi hatinya sangat lembut. Berbeda dengan keris Jawa berbentuk pendek, simetris, dan pamor halus.	Keris Sumenep memiliki perabot yang cenderung berukir pada seluruh permukaan hulu dan warangka keris. Bentuk dan ragam hias khas Sumenep-Madura yakni, <i>hulu dunoriko</i> , <i>warangka dhang-ondhangan</i> , dan sebagainya. <sup>[2]</sup> .	
	Kekhasan keris Madura juga pada jenis ricikan (bagian-bagian keris), yaitu grendeng, sogokan, tikel alis, kembang kacang, klambi gajah, pijitan (cekungan), sor-soran, guingan, ada gonjo, dan sila cecak.	Keris memiliki nama di setiap bagiannya yang disebut dengan ricikan yang jenisnya digunakan untuk menentukan dhapur suatu keris. Tiap dhapur keris memiliki beberapa jenis ricikan. Bentuk ricikan juga menentukan penangguhan dari masa pembuatan keris <sup>[1]</sup> . Grendeng merupakan perlambangan dari dada yang terdapat beberapa bentuk ornament berbentuk aksara awa dha. Sogokan berbentuk alur yang mengarah ke atas seakan mendesak bilah. Hal ini melambangkan manusia hendaknya selalu berusaha untuk mencari tahu tentang ilmu. Tikel alis berarti alis yang bertemu sebagai suatu pertanda orang yang sedang berpikir atau sedang keheranan. Hal ini bermakna bahwa manusia harus selalu bersikap penuh tanda tanya terhadap segala sesuatu <sup>[2]</sup>	<sup>[1]</sup> Afifah (2021) <sup>[2]</sup> Anekawati, dkk (2021)
Mathematics	Keris terbuat dari 3 bahan unsur utama; yakni ada besi tempa berkisar 1,5-8 kg, baja 800 gr, dan nikel 125 gr dan arang pohon jambu air.	Sebilah keris memerlukan besi 15 kg, nikel kurang lebih 1 ons, baja 1 kg, dan arang 3 sampai 4 kuintal <sup>[1]</sup> . Takaran ini diperlukan untuk menentukan pamor keris Madura.	<sup>[1]</sup> Afifah (2021)
	Suhu yang diperlukan saat pembakaran dan penempaan adalah 1.500 <sup>o</sup> C.	Proses penempaan besi akan lebih mudah jika telah dibakar mencapai suhu tinggi. Ketiga jenis bahan besi keris Madura dapat melebur pada suhu 1.535 <sup>o</sup> C. Suhu ini dapat dihasilkan dengan bergantung pada rasio bahan bakar dan bijih besi, lokasi, suhu tungku, dan lingkungan selama peleburan <sup>[1]</sup> . Dan Energi yang dihasilkan sebagai alat penempa terjadi karena adanya beban palu akibat gravitasi bumi. besar kecilnya beban kejut yang dihasilkan saat nempa bergantung pada ketinggian posisi palu dan beban palu tersebut. Energi yang diberikan oleh tumbukan sama dengan energi potensial berat penumbuk pada tinggi jatuh tertentu <sup>[2]</sup> .	<sup>[1]</sup> Sofian (2021) <sup>[2]</sup> Antonius (2022)
	Lapisan keris Madura yang dibuat saat proses pelipatan sebanyak 64 lapis.	Besi dan pamor ditempa berulang-ulang dan dibuat berlapis-lapis pada saat pelipatan, setidaknya 64 lapisan untuk membuat keris yang paling sederhana dan sekitar 2000 lapisan untuk keris yang berkualitas bagus <sup>[1]</sup> . Saat dilakukan penempaan pada besi terjadi penyusutan yang ditandai berkurangnya volume dan panjang keris akibat menurunnya suhu. Hal ini dikarenakan besi sensitif terhadap perubahan suhu yang dapat mengubah kristal besi bila dipanaskan	<sup>[1]</sup> Pramesti, (2019)

Pada **Tabel 1** di atas terlihat topik kajian berupa Keris Madura ditinjau dari STEAM (*Science, Technology, Engineering, Art, and Mathematics*) untuk memfokuskan kajian etnosainnya. Kajian topik ditinjau dari *Science*, pembahasan ini mengenai bahan yang

# SEMINAR NASIONAL IPA XIII

“Kecemerlangan Pendidikan IPA untuk Konservasi Sumber Daya Alam”

---

digunakan dalam pembuatan Keris Madura. Hasil *Cross Bordering* diperoleh hubungan antara pengetahuan asli masyarakat dengan sains ilmiah terdapat kecocokan. Masyarakat memiliki pengetahuan berdasarkan pengalaman secara turun temurun dalam pembuatan Keris Madura apabila ditinjau dengan sains ilmiah memiliki keasamaan sehingga sains ilmiah ini menguatkan pengetahuan asli masyarakat.

Kajian topik ditinjau dari *Technology*, pembahasan ini mengenai teknik pembuatan Keris Madura. Hasil *Cross Bordering* diperoleh hubungan antara pengetahuan asli masyarakat dengan sains ilmiah terdapat kecocokan. Hal ini juga didukung dengan tahapan dalam pembuatan keris Desa Aeng Tong-Tong pada salah satu tahapan masyarakat beranggapan bahwa tahapan yang pertama dalam pembuatan Keris Madura adalah tahap persiapan dengan mempersiapkan bahan yang akan digunakan dalam pembuatan keris, seperti besi baja, besi lunak, besi meteorit, arang, dan perlengkapan lainnya. Tahapan yang kedua dalam pembuatan keris aeng tong-tong adalah pembakaran. Proses pembakaran dilakukan diatas tungku pembakaran. Hal tersebut sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Yudo (2006); Ariyanto (2022); Hadilla, Asyura, dan Nurmasiyah (2023); Sofian (2021).

Kajian Topik ditinjau dari *Engineering*, pembahasan ini mengenai pemilihan bahan dan alat. Hasil *Cross Bordering* diperoleh hubungan antara pengetahuan asli masyarakat dengan sains ilmiah terdapat kecocokan. Hal ini juga didukung dengan alat yang digunakan dalam pembuatan Keris. Masyarakat beranggapan dari segi pembuatan keris saat ini tidak jauh berbeda dengan pembuatan keris pada zaman dahulu, yaitu masih menggunakan alat tradisional seperti gerinda, dan alat-alat modern lainnya. Hal ini diperkuat dengan sains ilmiah yang menyatakan bahwa alat yang diperlukan meliputi blower/krebusen, palu, supit, alat pelubang besi, gerinda alat kikir, tungku dan paron. Alat-alat lainnya yang perlu disiapkan meliputi peralatan tempa (tungku pembakaran, *blower*, *supit*, *cakarawa*, *ciblon*, sekop, arang, ayakan, paron, palu tempa, *susruk*, *impun-impun*, *blak keris dhapur bethok*, *drip* segi empat), peralatan tinatah (pahat, palu, *tanggem*) dan peralatan pembentukan ricikan (bor *tuner*, kikir, *tanggem*, dan jangka sorong) dalam penelitian yang dilakukan Yoga dan Yuwono (2019)

Kajian topik ditinjau dari *Art*, pembahasan ini mengenai seni pengolahan dan penampakan luar Keris Madura. Hasil *Cross Bordering* diperoleh hubungan antara pengetahuan asli masyarakat dengan sains ilmiah terdapat kecocokan. Masyarakat dalam seni memilih bahan, pengolahan didasarkan pada pengalaman pembuatan Keris secara turun temurun. Hal ini juga didukung dengan pengetahuan asli masyarakat menggunakan bahan logam nikel dan besi meteorit yang dipakai tadi, jika bahannya salah nanti tidak bisa muncul pamor atau pola dalam kerisnya. Berdasarkan sains ilmiah melalui kajian literasi disebutkan bahwa pamor yang bagus dan indah diperoleh dari bahan pamor yang mengandung nikel dan dilapiskan pada besi. Besi dan pamor ditempa berulang-ulang dan dibuat berlapis-lapis diperlukan setidaknya 64 lapisan untuk membuat Keris yang paling sederhana dan sekitar 2000 lapisan untuk keris yang berkualitas bagus dalam penelitian yang dilakukan Wijayatno dan Sudrajat (2011).

Kajian topik ditinjau dari *Mathematics*, pembahasan ini mengenai takaran, konsentrasi atau ukuran yang digunakan dalam pembuatan Keris. Hasil *Cross Bordering* diperoleh hubungan antara pengetahuan asli masyarakat dengan sains ilmiah terdapat kecocokan. Selain itu juga didukung dengan pengetahuan masyarakat dalam membuat Keris takaran besi meteorit dan nikel sangat mempengaruhi bentuk pamor. Berdasarkan sains ilmiah melalui kajian literasi ditunjukkan bahwa sebilah Keris memerlukan besi 15 kg, nikel kurang lebih 1 ons, serta baja 1 kg. Untuk menyelesaikan sebilah Keris menghabiskan arang 3 sampai 4 kuintal (Afifah (2021).

# SEMINAR NASIONAL IPA XIII

“Kecemerlangan Pendidikan IPA untuk Konservasi Sumber Daya Alam”

Hasil Kaitan *indigenous knowledge* atau pengetahuan asli masyarakat dan *scientific knowledge* atau sains ilmiah pada topik Keris Madura ditinjau dari STEAM (*Science, Technology, Engineering, Art, and Mathematics*) memiliki kecocokan. Pengetahuan asli masyarakat berdasarkan hasil observasi dan wawancara kepada sumber tentang Keris Madura setelah diperkuat dengan sains ilmiah melalui kajian literatur dan beberapa penelitian terdahulu memiliki kecocokan atau keterkaitan ditinjau dari STEAM (*Science, Technology, Engineering, Art, and Mathematics*). Pengetahuan masyarakat apabila ditinjau dengan sains asli memang ada kecocokan tapi terdapat kurangnya pengetahuan masyarakat bahwa dalam, ritual-ritual dalam pembuatan Keris belum dapat dijelaskan secara ilmiah, khususnya dalam konsep IPA. Masyarakat hanya mendapat pengetahuan berdasarkan pengalaman dan pengetahuan turun temurun saja. Sehingga pengetahuan asli hanya menjelaskan apa yang diketahui berdasarkan dua faktor tersebut. Sains ilmiah memperkuat pengetahuan asli mengenai kajian topik Keris Madura.

## Korelasi hasil kajian etnosains dengan konsep materi IPA

Pada hasil kajian etnosains Keris Madura terdapat kearifan lokal yang menunjukkan muatan lokal daerah setempat. Keris Madura dikaji dari segi wujud/penampakan muatan lokal dan bahan-bahan penyusunnya (*science*), alat-alat/mesin yang digunakan dalam membuat muatan lokal (*engineering*), prosedur cara pembuatan muatan lokal lengkap (*technology*) dengan ukuran/takaran/konsentrasi setiap bahan (*mathematic*), dan kekhasan dari muatan lokal yang membedakan dengan muatan lokal lainnya (*art*). Isi kajian muatan lokal Jawa-Madura tersebut menandakan ciri *Science, Technology, Engineering, Art, dan Mathematics* (STEAM).

Keris Madura yang dikaji dalam etnosains juga dapat dijadikan sebagai sumber belajar dan media pembelajaran materi/konsep suatu mata pelajaran, salah satunya IPA. Kajian etnosains Keris Madura yang menitikberatkan pada STEAM akan memunculkan materi pembelajaran IPA melalui proses rekonstruksi sains ilmiah (konsep, hukum, teori IPA) dari sains masyarakat (pendapat, persepsi, kebiasaan masyarakat). Hal ini dikarenakan beberapa kearifan lokal mengandung konsep-konsep IPA ditinjau dari STEAM (*Science, Technology, Engineering, Art, and Mathematics*). Adapun korelasi hasil kajian etnosains Keris Madura dengan konsep materi IPA dicantumkan dalam **Tabel 2**.

**Tabel 2.** Korelasi Hasil Kajian Etnosains Keris Madura Dengan Konsep Materi IPA

Tinjauan Topik Kajian	<i>Indigenous Knowledge</i>	<i>Scientific Knowledge</i>	Konsep Materi IPA
Science	Keris Madura terdiri dari dua jenis yaitu keris ageman dan keris <i>souvenir</i> .	Keris Madura dibuat sesuai tujuan peruntukannya. Keris ageman untuk senjata/peringatan tertentu, dan keris <i>souvenir</i> untuk oleh-oleh/perhiasan <sup>[1]</sup> .	<sup>[1]</sup> Klasifikasi materi dan perubahannya
	Bahan utama keris terdiri dari tiga unsur besi yakni baja (besi kausani), besi meteorit (besi rakijan), besi biasa lunak (besi malelo), dan arang pohon mantabe/jambu air.	Keris terdiri dari beberapa logam mulia yang berasal dari langit (meteor) dan besi baja dari lautan atau dalam tanah. Meteor sebagai bahan pembuatan pamor keris diyakini menimbulkan karakter fisik. Ketiga bahan tersebut memberikan daya magis atau tuah secara alami pada keris. Keris yang baik harus dibuat dan ditempa dari tiga macam logam, minimal dua, yakni besi, baja dan bahan pamor <sup>[1]</sup> . Bahan selanjutnya ada arang yang tidak sembarangan <sup>[2]</sup> .	<sup>[1]</sup> Unsur, senyawa, dan campuran <sup>[2]</sup> Perubahan kimia
	Besi logam yang digunakan tidak bisa	Bahan keris utama yang dapat memunculkan pamor ini ada dua macam. Pertama, batu	<sup>[1]</sup> Klasifikasi materi dan perubahannya

# SEMINAR NASIONAL IPA XIII

“Kecemerlangan Pendidikan IPA untuk Konservasi Sumber Daya Alam”

	diganti dengan jenis logam lainnya	meteorit/batu bintang yang mengandung unsur titanium. Bahan pamor lainnya adalah nikel <sup>[1]</sup> . Kedua jenis besi tersebut tidak dapat tergantikan karena sebagai pembentuk pamor (pola) dan bentuk suatu keris Madura. Hasil akhir keris yang sebenarnya itu warnanya hitam dan putih.	
<i>Technology</i>	Proses pembuatan keris Madura meliputi: (6) proses ritual pengambilan besi dan pemasangan dengan pemilik (7) pembakaran (8) penempaan (9) pelipatan (10) pengamplasan	Pengrajin (empu) keris melakukan ritual sebelum melakukan proses pengerjaan membuat keris untuk menjaga sebuah aturan yang telah dilakukan oleh sesepuh-sesepuh terdahulu <sup>[1]</sup> . Proses pembakaran besi dengan suhu tinggi pada paron untuk memurnikan logam <sup>[2]</sup> dan melakukan peleburan dari 3 jenis besi menjadi satu sehingga mempermudah penempaan. Pada saat penempaan, besi ditempa sesuai jenis, bentuk, dan bagian keris yang diinginkan yang akan mengalami penyusutan setelah melalui pendinginan. Pelipatan dilakukan pada suhu tinggi untuk membentuk keris Madura yang diinginkan <sup>[3]</sup> . Pengamplasan menggunakan gaya gesek untuk memunculkan pamor keris Madura <sup>[4]</sup> .	<sup>[1]</sup> Sistem regulasi tubuh <sup>[2]</sup> Suhu, kalor, dan perubahan wujud; usaha dan energi <sup>[3]</sup> Tekanan zat padat dan perpindahan kalor <sup>[4]</sup> Gaya gesek
<i>Engineering</i>	Alat pembuatan keris Madura berupa: (1) tungku paron, (2) capit, (3) wungkal, (4) palu, (5) pahat yang sekarang diganti pakai gerinda, (6) blower/ krebusan.	Paron merupakan besi sebagai landasan tempa terletak di bawah, statis, sebagian tertanam di tanah yang melambangkan bumi/ibu. Bilah keris ditempa di atas paron dengan palu, yang selalu bergerak sebagai lambang angkasa atau laki-laki <sup>[1]</sup> . Capit untuk menjepit keris agar mudah dikerjakan. Wungkal untuk mengasah bilah dan menghaluskan bilah keris <sup>[2]</sup> . Palu digunakan untuk menyatukan besi dan logam menjadi pamor dalam penempaan <sup>[2]</sup> . Pahat/gerinda sebagai alat untuk membuat pola di keris dan meratakan bagian keris <sup>[3]</sup> . Blower untuk memberikan tekanan udara dalam pengapian memanfaatkan udara dengan gaya sentrifugal <sup>[4]</sup> .	<sup>[1]</sup> Klasifikasi materi dan perubahannya <sup>[2]</sup> <sup>[3]</sup> Pesawat sederhana <sup>[4]</sup> Getaran dan gerak benda
<i>Arts</i>	Ciri khas keris Madura terletak pada pamornya yang nyekak, timbul, dan besinya halus melambangkan karakter kehidupan orang Sumenep yang berpendirian sangat kuat, tetapi hatinya sangat lembut. Berbeda dengan keris Jawa berbentuk pendek, simetris, dan pamor halus.	Ciri bentuk keris ala Sumenep adalah tidak simetris, melebar di bagian pangkal, bilahnya sering kali berkelok-kelok dan memiliki banyak pamor berserat dengan lapisan logam cerah pada helai bilah <sup>[1]</sup> . Keris Sumenep memiliki perabot yang cenderung berukir pada seluruh permukaan hulu dan warangka keris. Bentuk dan ragam hias khas Sumenep-Madura yakni, <i>hulu dumoriko</i> , <i>warangka dhang-ondhangan</i> , dan sebagainya. <sup>[2]</sup> .	<sup>[1]</sup> <sup>[2]</sup> Klasifikasi materi dan perubahannya
	Kekhasan keris Madura juga pada jenis ricikan (bagian-bagian keris), yaitu grendeng, sogokan, tikel alis, kembang kacang, klambi gajah, pijitan (cekungan), sororan, guingan, ada gonjo, dan sila cecak.	Keris memiliki nama di setiap bagiannya yang disebut dengan ricikan yang jenisnya digunakan untuk menentukan dhapur suatu keris. Tiap dhapur keris memiliki beberapa jenis ricikan. Bentuk ricikan juga menentukan penanggungan dari masa pembuatan keris <sup>[1]</sup> . Grendeng merupakan perlambangan dari dada yang terdapat beberapa bentuk ornament berbentuk aksara awa dha. Sogokan berbentuk alur yang mengarah ke atas seakan mendesak bilah. Hal ini melambangkan manusia hendaknya selalu berusaha untuk mencari tahu tentang ilmu. Tikel alis berarti alis yang bertemu sebagai suatu pertanda orang yang sedang berpikir atau sedang keheranan. Hal ini bermakna bahwa manusia harus selalu bersikap penuh tanda tanya terhadap segala sesuatu <sup>[2]</sup>	<sup>[1]</sup> <sup>[2]</sup> Klasifikasi materi dan perubahannya

# SEMINAR NASIONAL IPA XIII

“Kecemerlangan Pendidikan IPA untuk Konservasi Sumber Daya Alam”

<i>Mathematics</i>	Keris terbuat dari 3 bahan unsur utama; yakni ada besi tempa berkisar 1,5-8 kg, baja 800 gr, dan nikel 125 gr dan arang pohon jambu air.	Sebilah keris memerlukan besi 15 kg, nikel kurang lebih 1 ons, baja 1 kg, dan arang 3 sampai 4 kuintal <sup>[1]</sup> . Takaran ini diperlukan untuk menentukan pamor keris Madura.	<sup>[1]</sup> Unsur, senyawa, dan campuran
	Suhu yang diperlukan saat pembakaran dan penempaan adalah 1.500°C.	Proses penempaan besi akan lebih mudah jika telah dibakar mencapai suhu tinggi. Ketiga jenis bahan besi keris Madura dapat melebur pada suhu 1.535°C. Suhu ini dapat dihasilkan dengan bergantung pada rasio bahan bakar dan bijih besi, lokasi, suhu tungku, dan lingkungan selama peleburan <sup>[1]</sup> . Dan Energi yang dihasilkan sebagai alat penempa terjadi karena adanya beban palu akibat gravitasi bumi. besar kecilnya beban kejut yang dihasilkan saat nempa bergantung pada ketinggian posisi palu dan beban palu tersebut. Energi yang diberikan oleh tumbukan sama dengan energi potensial berat penumbuk pada tinggi jatuh tertentu <sup>[2]</sup> .	<sup>[1]</sup> Suhu, kalor, dan perubahan wujud <sup>[2]</sup> Usaha dan energi
	Lapisan keris Madura yang dibuat saat proses pelipatan sebanyak 64 lapis.	Besi dan pamor ditempa berulang-ulang dan dibuat berlapis-lapis pada saat pelipatan, setidaknya 64 lapisan untuk membuat keris yang paling sederhana dan sekitar 2000 lapisan untuk keris yang berkualitas bagus <sup>[1]</sup> . Saat dilakukan penempaan pada besi terjadi penyusutan yang ditandai berkurangnya volume dan panjang keris akibat menurunnya suhu. Hal ini dikarenakan besi sensitif terhadap perubahan suhu yang dapat mengubah kristal besi bila dipanaskan	<sup>[1]</sup> Unsur, senyawa, dan campuran

Pada **Tabel 2** di atas dari hasil kajian etnosains keris Madura terdapat berbagai macam konsep materi IPA. Konsep materi IPA yang terkandung di dalam kajian etnosains keris Madura, meliputi: klasifikasi materi dan perubahannya; unsur, senyawa, campuran; perubahan kimia; sistem regulasi tubuh; suhu, kalor, dan perubahan wujud; usaha dan energi; tekanan zat dan perpindahan kalor; gaya; pesawat sederhana; getaran dan gerak benda. Kesemua konsep materi IPA tersebut terdapat dalam Kompetensi Dasar (KD) pada Kurikulum 2013 maupun Capaian Pembelajaran (CP) pada Kurikulum Merdeka di setiap jenjang pendidikan, mulai SD hingga SMA/SMK.

Konsep materi IPA dari keris Madura menandakan hasil kajian etnosains Keris Madura sebetulnya dapat diintegrasikan ke dalam pembelajaran IPA. Fungsi etnosains akan memudahkan siswa untuk menggali fakta dan fenomena yang ada di masyarakat dan terintegrasi dengan pengetahuan ilmiah (Melyasari dkk, 2018). Integrasi hasil kajian etnosains keris Madura ke dalam pembelajaran IPA dapat membantu mereka dalam memahami lingkungan sekitar dan apa yang mereka pelajari di sekolah sesuai capaian dan tujuan pembelajaran yang ditentukan berdasarkan pengalaman kontekstual (Sudarmin, 2014). Sehingga integrasi ini akan memberikan stimulus motivasi bagi siswa untuk menonstruksi pengetahuannya dengan memanfaatkan budaya lokal untuk mengakomodir tuntutan dan kebutuhan dalam proses pembelajaran (Nieto & Booth, 2010).

## Rancangan program pembelajaran IPA berbasis kearifan lokal

Konsep-konsep IPA diperoleh dari suatu kearifan lokal tertentu yang dikaji dapat diintegrasikan ke dalam pembelajaran IPA. Integrasi dapat dilakukan dengan cara mengedukasi *scientific knowledge* hasil pembuktian kepada masyarakat, salah satunya kepada siswa sebagai bagian dari masyarakat dan akan kembali kepada masyarakat (*cross bordering*

# SEMINAR NASIONAL IPA XIII

“Kecemerlangan Pendidikan IPA untuk Konservasi Sumber Daya Alam”

---

*scientific knowledge to indigenous knowledge*). Edukasi hasil pembuktian benar atau tidaknya peristiwa suatu kearifan lokal tertentu pada siswa dilakukan dengan menggunakan peristiwa suatu kearifan lokal tertentu ini sebagai konteks pembelajaran IPA. Konteks suatu kearifan lokal tertentu pada pembelajaran IPA dikaji secara detail materi/konsep IPA yang dipelajari. Hal ini dilakukan supaya siswa dapat memahami materi/konsep IPA yang dipelajari menggunakan hal, fenomena, peristiwa yang dekat atau dikenal oleh siswa. Prinsip inilah yang disebut *Zone of Proximal Development* (ZPD) dan *Scaffolding*.

*Zone of Proximal Development* (ZPD) merupakan jarak antara tingkat perkembangan sesungguhnya yang didefinisikan sebagai kemampuan pemecahan masalah secara mandiri dan tingkat perkembangan potensial yang didefinisikan sebagai kemampuan pemecahan masalah di bawah bimbingan orang dewasa atau melalui kerjasama dengan teman sejawat yang lebih mampu. *Scaffolding* merupakan pemberian sejumlah bantuan kepada peserta didik selama tahap-tahap awal pembelajaran, kemudian mengurangi bantuan dan memberikan kesempatan untuk mengambil alih tanggung jawab yang semakin besar setelah siswa dapat melakukannya. *Scaffolding* merupakan bantuan yang diberikan kepada peserta didik untuk belajar dan memecahkan masalah. Bantuan tersebut dapat berupa petunjuk, dorongan, peringatan, menguraikan masalah ke dalam langkah-langkah pemecahan, memberikan contoh, dan tindakan-tindakan lain yang memungkinkan peserta didik itu belajar mandiri.

Transfer *scientific knowledge to indigenous knowledge* kepada siswa dan integrasinya pada pembelajaran IPA di sekolah *rural area* dibuat dalam bentuk rancangan program pembelajaran IPA berbasis kearifan lokal. Cara yang dapat dilakukan adalah membuat narasi seperti membuat sinopsis cerita *film* mengenai proses transfer *scientific knowledge to indigenous knowledge* kepada siswa dan integrasinya pada pembelajaran IPA di sekolah *rural area*, dengan menjabarkan langkah-langkah kegiatan pembelajaran mulai dari pembuka/pendahuluan, inti, penutup tertulis secara singkat, padat, dan jelas dan memasukkan unsur *indigenous knowledge* dan *scientific knowledge* sesuai tinjauan topik kajian etnosains (STEAM) di dalam kegiatan pendahuluan, inti, dan penutup pada pembelajaran IPA.

Pada kegiatan pendahuluan guru boleh menggunakan kaitan antara materi/konsep IPA dengan fenomena yang ada di masyarakat sesuai tinjauan topik kajian etnosains maupun materi/konsep IPA sebelumnya. Untuk kegiatan inti maka guru boleh melibatkan siswa untuk mengeksplorasi informasi melalui observasi, percobaan, studi literatur yang berisikan *indigenous knowledge* dan *scientific knowledge* sesuai tinjauan topik kajian etnosains (STEAM) secara individu/kelompok/kolaborasi kemudian mendiskusikan serta mempresentasikan hasil diskusi untuk diberikan umpan balik (*feedback*) “apakah materi/konsep IPA yang dibahas sudah sesuai/benar atukah belum?” Untuk kegiatan penutup maka guru boleh melibatkan siswa untuk membuat rangkuman/kesimpulan dari proses dan hasil pembelajaran yang telah dibahas, kemudian dihantarkan untuk merencanakan tindak lanjutnya kemudian menghubungkan materi/konsep IPA yang dipelajari saat pembelajaran berlangsung dengan materi/konsep IPA yang akan dipelajari saat pembelajaran berikutnya sesuai tinjauan topik kajian etnosains (STEAM).

Penerapan konsep IPA dalam kehidupan masyarakat terkait langsung dengan kearifan lokal. Kearifan lokal merupakan stimulus motivasi bagi siswa untuk mengkonstruksi pengetahuannya. Integrasi kompetensi budaya pada profesi yang berbeda akan menjadi kunci penentu pelayanan profesional, termasuk di bidang pendidikan. Pentingnya integrasi budaya dalam sains sebagai etnosains dijelaskan oleh Nieto & Zoller Booth (2010) sebagaimana konstruktivisme sosial Vygotsky (Sumarni, 2018). Vygotsky lebih menekankan pada konsep sosiokultural, yaitu konteks sosial dan interaksi siswa dalam belajar. Vygotsky juga yakin bahwa proses belajar tidak hanya di sekolah, tetapi juga dapat terjadi ketika siswa melakukan

# SEMINAR NASIONAL IPA XIII

“Kecemerlangan Pendidikan IPA untuk Konservasi Sumber Daya Alam”

---

tugas-tugas yang belum pernah mereka lakukan di sekolah, seperti memecahkan masalah di tengah masyarakat. Oleh karena itu, seorang guru IPA masa depan harus memperoleh pengalaman mengintegrasikan kearifan lokal ke dalam proses pembelajaran IPA.

## **Pengembangan karakter konservasi cagar budaya**

Kajian etnosains Keris Madura sebagai kearifan lokal Madura menitikberatkan pada STEAM akan memunculkan materi pembelajaran IPA melalui proses rekonstruksi sains ilmiah (konsep, hukum, teori IPA) dari sains masyarakat (pendapat, persepsi, kebiasaan masyarakat). Rekonstruksi sains ilmiah dari sains masyarakat melalui penelitian kajian etnosains menunjukkan adanya *citizen science*. *Citizen science* mencirikan peran serta publik, yaitu mahasiswa dan masyarakat sebagai kontributor data penelitian berbasis ilmiah (Jennet, dkk, 2020; Bonter, 2012). Dengan adanya *citizen science* maka nilai-nilai kebangsaan dan pendidikan karakter kebangsaan yang timbul dari nilai-nilai kearifan lokal Madura menjadi tidak akan luntur, salah satunya karakter konservasi cagar budaya. Hal ini dikarenakan timbul rasa kesadaran akan pentingnya menjaga dan melestarikan nilai-nilai kearifan lokal Madura, serta mengkonservasi cagar budaya setempat supaya tidak punah.

Penanaman nilai kebangsaan dan pengembangan karakter konservasi cagar budaya menggunakan *citizen science* dilakukan melalui promosi kebhinnekaan dengan adanya kunjungan museum, situs sosial dan budaya, serta tur wisata (Suyitno, 2020; Ahmed, 2017). Promosi kebhinnekaan seperti itu dapat merefleksikan pengalaman kebhinnekaan dan nilai-nilai kebangsaan dan keberagaman dalam bentuk kegiatan kontribusi sosial (Tim, 2021; Vosinakis, 2020). Selain itu, ada kisah-kisah maupun pengalaman inspiratif dari para tokoh pelestari kearifan lokal Madura, dalam hal ini Keris Madura melalui kegiatan *talksow* inspirasi. Hasil promosi kebhinnekaan dan inspirasi kemudian direnungkan secara aktif dan dinamis melalui kegiatan refleksi untuk didapatkan hikmah, manfaat, pelajaran, pegangan, motivasi hidup, serta toleransi terhadap keberagaman. Kesemua kegiatan penanaman nilai kebangsaan dan pengembangan karakter konservasi cagar budaya menggunakan *citizen science* dikemas sedemikian rupa dalam kegiatan nusantara dalam pembelajaran IPA terpadu.

## **Kontribusi pengembangan karakter konservasi cagar budaya dari hasil studi etnosains keris Madura dengan SDGs**

Sustainable Development Goals (SDGs) merupakan program PBB guna keberlanjutan kehidupan di masa mendatang. Poin tertentu SDGs yang berhubungan dengan pendidikan adalah Educational Sustainable Development (ESD). ESD bertujuan untuk menyiapkan generasi yang memiliki gaya hidup berkelanjutan guna mengatasi berbagai masalah yang akan dihadapinya (Salam et al., 2022). ESD memiliki tiga pilar utama yaitu sosial budaya, lingkungan alam dan ekonomi. Pembelajaran dengan konteks ESD akan mengarahkan siswa untuk belajar mengajukan pertanyaan-pertanyaan kritis, belajar membayangkan masa depan, belajar memahami seseorang tentunya dengan memperhatikan dampak terhadap sosial budaya, lingkungan dan ekonomi. Pembelajaran berbasis ESD mampu meningkatkan kompetensi berpikir kritis siswa (Fauziyah & Hamdu, 2022). ESD dalam pembelajaran banyak diterapkan dengan memasukkan isu-isu yang berkaitan dengan materi misalnya terkait perubahan iklim (Rahmawati et al., 2021). Siswa nantinya akan dituntut untuk memikirkan berbagai dampak perubahan iklim terhadap kehidupan manusia.

Keris Madura sebagai kearifan lokal Madura yang dijadikan sebagai cagar budaya perlu dijaga kelestariannya. Studi kajian etnosains Keris Madura menjadi salah satu alternatif untuk menjaga keberlangsungan Keris Madura tersebut. Keris Madura yang dikaji dalam etnosains akan mendukung secara ilmiah tujuan, penggunaan, pembuatan, dan pelestarian

# SEMINAR NASIONAL IPA XIII

“Kecemerlangan Pendidikan IPA untuk Konservasi Sumber Daya Alam”

---

cagar budaya kepada masyarakat. Hal ini membutuhkan pengembangan karakter konservasi cagar budaya. Sehingga hasil kajian etnosains keris Madura perlu diintegrasikan ke dalam pembelajaran IPA sebagai cara pengembangan karakter konservasi cagar budaya dalam mendukung ESD.

Penerapan ESD sangat penting dilakukan guna meningkatkan kesadaran siswa akan pemberdayaan lingkungan. ESD akan mampu membuat siswa turut aktif dalam keberlangsungan kehidupan lingkungan sekitar. Siswa akan turut mencari solusi untuk mencari pemecahan masalah tersebut. Hal tersebut tentu akan sangat berguna untuk masa depan siswa. ESD diterapkan dalam lingkungan belajar melalui pelibatan siswa dalam kegiatan pembelajaran dengan tema alam dan kearifan lokal tertentu demi keberlangsungan kehidupan.

## KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan adalah pengembangan karakter konservasi cagar budaya perlu dilakukan dengan menitikberatkan pada pengintegrasian positif kearifan lokal ke dalam pembelajaran IPA melalui kajian etnosains. Implikasi hasil studi menandakan keberlanjutan warisan sosial dan budaya tergantung pada pengembangan karakter konservasi cagar budaya masyarakat. Studi ini merekomendasikan integrasi dan promosi konservasi cagar budaya ke dalam pembangunan keberlanjutan sebagai cara mencapai keberlanjutan ekonomi dan sosial..

## DAFTAR PUSTAKA

- Ahmadi, G.Y. & Linuwih, D.J. (2019). Innovations in Science and Technology Education: A case for Ethnoscience Based Science Classrooms. *International Journal of Scientific and Engineering Research*, 5(1), 52–56.,
- Ahmed, T. S. A. (2017). Assessment of Students' Awareness of the National Heritage (Case Study: The Preparatory Year Students at the University of Hail, Saudi Arabia). *Cogent Social Sciences Taylor and Francis*, 3 (1): 1306202. DOI: 10.1080/23311886.2017.1306202.
- Arfianawati, S., Sudarmin, M., & Sumarni, W. (2016). Model Pembelajaran Kimia Berbasis Etnosains untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa. *Jurnal Pengajaran MIPA*, 21(1), 46–51.
- Bonter, D.N. (2012). Data Validation in Citizen Science: A Case Study From Project Feederwatch. *Front Ecol Environment*, 10 (6): 305–307
- Daryanto. (2014). *Pendekatan Pembelajaran Saintifik Kurikulum 2013*. Yogyakarta: Gava Media
- Fauziyah, S., & Hamdu, G. (2022). Implementasi E-LKPD Berbasis ESD pada Kompetensi Berpikir Kritis di SD. *Attadib: Journal of Elementary Education*, 6(1), 172. <https://doi.org/10.32507/attadib.v6i1.977>
- Jennet, C., Kloetzer, L., Schneider, L., Lacovides, L., Cox, A.L., Gold, M., Fuchs, B., Eveleigh, A., Mathieu, K., Anjani, Z., Talsi, Y. (2020). Motivations, Learning and Creativity in Online Citizen Science. *Journal of Science Communication*, 15 (3): 1-23.
- Kurniawan, D.A., Astalini, Darmaji, Melsayanti, R. (2019). Students' Attitude towards Natural Sciences. *International Journal of Evaluation and Research in Education (IJERE)* Vol. 8, No. 3, September 2019, pp. 455-460. <https://doi.org/10.11591/ijere.v8i3.16395>

# SEMINAR NASIONAL IPA XIII

“Kecemerlangan Pendidikan IPA untuk Konservasi Sumber Daya Alam”

---

- Melyasari, N. S., Sutoyo, S., & Widodo, W. (2018). Scientific Literacy Skill of Junior High School Student Using Ethnoscience Based Learning, *171(Snk)*, 125–128
- Miles, M.B & Huberman, A.M. (2014). *Qualitative Data Analysis, A. Methods Sourcebook, Edition 3*. USA: Sage Publications
- Nahak, H.I. (2019). Upaya Melestarikan Budaya Indonesia Di Era Globalisasi. *Jurnal Sosiologi Nusantara*, 5(1), 65-76. <https://doi.org/10.33369/jsn.5.1.65-76>
- Nieto, C., & Booth, M. (2010). Cultural competence: Its Influence on the Teaching and Learning of International Students. *Journal of Studies in International Education*, 14(4), 406–425
- Rahmawati, Y., Ridwan, A., Faustine, S., Syarah, S., Ibrahim, I., & Mawarni, P. C. (2020). Pengembangan Literasi Sains Dan Identitas Budaya Siswa Melalui Pendekatan Etno-Pedagogi Dalam Pembelajaran Sains. *Jurnal Edusains*, 12(1), 54–63. <https://doi.org/10.15408/es.v12i1.12428>
- Rahmawati, S., Roshayanti, F., Susatyo Nugroho, A., & Saipul Hayat, M. (2021). Potensi implementasi Education for Sustainable Development (ESD) dalam Pembelajaran IPA di MTs Nahdlatul Ulama Mranggen Kabupaten Demak. *Jurnal Kualita Pendidikan*, 2(1), 15–27.
- Salam, A., Hamdu, G., & Nur, L. (2022). Penerapan Education for Sustainable Development (ESD) dalam Media Pembelajaran Elektronik di Kelas V Sekolah Dasar: Perspektif Guru. *PEDADIDAKTIKA: Jurnal Ilmiah Pendidikan Guru Sekolah Dasar*, 9(1), 242–253
- Sternberg, Robert J, Jarvin, Linda, Reznitskaya, Alina, Teaching for Wisdom through History: Infusing Wise Thinking Skills in School Curriculum dalam Ferrari, Michel, Potworowski, Georges, Ed. (2018). *Teaching for Wisdom: Cross-Cultural Perspective on Fostering Wisdom*. Netherland: Springer.
- Sturtevant, W.C. (2018). “Studies in Ethnoscience” dalam *Transcultural Studies in Cognition*, American Anthropologist Special Publication 66 (3). Part.2.
- Subagyo, A. (2020). Implementasi Pancasila dalam Menangkal Intoleransi, Radikalisme dan Terorisme. *Jurnal Rontal Keilmuan PKN*, 6(1), 10-23. <https://doi.org/10.29100/jr.v6i1.1509>
- Sudarmin, E., & Pujiastuti, Rr Sri Endang, M. (2015). Scientific Knowledge-Based Culture and Local Wisdom in Karimunjawa for Growing Soft Skills Conservation. *International Journal of Science and Research (IJSR)*, 4(9), 598–604.
- Sumarni, W. (2018). The Influence of Ethnoscience- Based Learning on Chemistry to the Chemistry’s Literacy Rate of the Prospective Teachers. *Unnes Science Education Journal*, 7(2), 198-205
- Suwantoro, G. (2015). *Dasar-Dasar Pariwisata*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Suyitno. (2020). Kebutuhan Keterampilan Pada Revolusi Industri 4.0 dan Era Society 5.0. *Jurnal Pendidikan Karakter*, 2 (1): 179-186.
- Tim. (2021). *Pertukaran Mahasiswa Merdeka Untuk Perguruan Tinggi dan Dosen*. Jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.
- Tyas, R. A., Wilujeng, I., & Suyanta, S. (2020). Pengaruh pembelajaran IPA berbasis discovery learning terintegrasi jajanan lokal daerah terhadap keterampilan proses sains. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 6(1), 114–125. <https://doi.org/10.21831/jipi.v6i1.28459>
- Vosinakis, S. (2020). The use of digital characters in interactive applications for cultural heritage. *Applying Innovative Technologies in Heritage Science*, 1(1), 18-29. <http://dx.doi.org/10.4018/978-1-7998-2871-6.ch006>
- Wulandari, A.Y.R., Yasir, M., Qomaria, N. (2020). Pengembangan Model Pembelajaran

# SEMINAR NASIONAL IPA XIII

“Kecemerlangan Pendidikan IPA untuk Konservasi Sumber Daya Alam”

---

- Inovatif IPA Berbantuan Buku Ajar Digital Berbasis Madura Local Content dan Augmented Reality Untuk Melatihkan Scientific Reasoning Ability dan Self-Awareness. *Laporan Penelitian Grup Riset*. Bangkalan: LPPM UTM
- Yasir, M., Wulandari, A.Y.R., Qomaria, N., Prahani, B.K., Al Haq, A.T. (2020). The Contribution of Local Wisdom Integrated Science Learning Model to Students' Scientific Communication Skills in Ecology Learning. *Jurnal Bioedukatika*. Vol. 8(3) 2020 | 141 – 156. <https://doi.org/10.26555/bioedukatika.v8i3.15015>.
- Yasir, M & Wulandari, A.Y.R. (2020). Teaching Madura Local Content Literacy on Preservice Science Teacher Using LWIS Model. *Jurnal Pena Sains*. Vol. 7, No. 2, October 2020. <https://doi.org/1921107/jps.v7i2.8445>
- Yasir, M. (2023). Exploration of Madura Local Wisdom as a Support for Ethnoscience Oriented Madura Tourism Database. *Science Education and Application Journal (SEAJ)*, 5(1), 41-55. <https://doi.org/10.30736/seaj.v5i1.737>
- Yuliana, R., Kurniasari, N.D., Subastian, R.M. Keris as Branding Destination Tourism: Indonesian Heritage Daggers from Madura. *Jurnal Komunikator*. Vol. 14. No. 1, Hal. 42-52. <https://doi.org/10.18196/jkm.12818>
- Yunin, H., Yasir, M., Qomaria, N., Fikriyah, A. (2019). *Ethnoscience Kearifan Lokal Madura*. Surakarta: CV. OASE Group. ISBN: 978-602-457-286-0.