

REKONSTRUKSI SAINS ILMIAH DARI SAINS MASYARAKAT SUKU BOTI DALAM PEMBUATAN KAIN TENUN MOTIF SOTIS

Dens E. S. I. Asbanu^{*1)}, Siti Sriyati²⁾, Winny Liliawati³⁾

^{1,2,3)}Prodi S3 Pendidikan IPA, Sekolah Pascasarjana, Universitas Pendidikan Indonesia,
Jawa Barat, Indonesia.

**Corresponding author*

e-mail: densasbanu@upi.edu¹⁾, sriyati@upi.edu²⁾, winny@upi.edu³⁾

Article history:

Submitted: Mar. 10th, 2024; Revised: April 5th, 2024; Accepted: April 30th, 2024; Published: Oct. 10th, 2024

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk merekonstruksi pengetahuan ilmiah dalam pembuatan kain motif sotis suku Boti di Pulau Timor. Metode penelitian digunakan metode analisis *literature review*. Sumber data primer digunakan dokumentasi film budaya. Sedangkan, data sekunder diperoleh melalui buku dan jurnal yang relevan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengetahuan ilmiah yang mendasari proses pembuatan kain tenun motif sotis suku Boti meliputi tahap: memetik kapas, memisahkan biji kapas menggunakan alat yang disebut *bninis*, mengurai serat kapas (*sifo*), membentuk benang dari serat kapas (*tasun*), dan proses pewarnaan benang. Pada setiap tahap, teridentifikasi konsep kimia, fisika, biologi yaitu konsep pemisahan bahan padat dengan prinsip gaya sentripetal, momentum sudut, elastisitas, absorpsi dan difusi, energi mekanik dalam getaran, dan klasifikasi tumbuhan. Budaya lokal suku Boti ini dapat diintegrasikan dalam pembelajaran IPA SMA pada materi gerak rotasi, fluida, dan getaran. Berdasarkan hasil penelitian, disarankan penelitian lanjutan pengembangan perangkat pembelajaran terintegrasi budaya lokal suku Boti dan diintegrasikan dalam pembelajaran.

Kata Kunci: Boti; sains ilmiah; sains asli; kain tenun

PENDAHULUAN

Di era revolusi industri 4.0, dunia pendidikan dihadapkan pada tantangan untuk menciptakan generasi unggul yang mampu bersaing, menguasai teknologi informasi dan komunikasi dengan literasi yang baik (Anealka Aziz Hussin, 2018)(Rachmadtullah et al., 2020). Pengembangan kompetensi kunci seperti kemampuan berpikir kritis, memecahkan masalah, berpikir kreatif, serta keterampilan kolaborasi dan komunikasi menjadi hal yang penting untuk dikuasai (González-pérez & Ramírez-montoya, 2022; van Laar et al., 2020). Selain itu, karakter dan literasi yang baik juga harus dimiliki oleh setiap individu di era industri 4.0(Utaminingsih et al., 2023) (Purwanto et al., 2023)(Adiyono et al., 2024). Dengan demikian, diharapkan bahwa individu akan

mampu menghadapi perkembangan teknologi yang pesat dan meningkatkan daya saing secara global.

Kemajuan teknologi saat ini menurunkan pemahaman dan kecintaan terhadap budaya lokal di berbagai daerah (Afendia & Ketrina, 2023)(Komariah & Asyahidda, 2020). Oleh karena itu, integrasi budaya lokal dalam pembelajaran sains sangatlah penting. Ini tidak hanya membantu siswa bersaing di tingkat global, tetapi menjaga kelestarian budaya lokal (Budiastra & Sardjijo, 2020)(Nelisa et al., 2020), menumbuhkembangkan karakter cinta tanah air (Cahyono & Efaningrum, 2021; Shiddiq et al., 2023; Supriatin et al., 2023; Syahrial et al., 2023), menjadikan pembelajaran bermakna dan kontekstual, meningkatkan ketrampilan proses sains (Dewi et al., 2021)(Mukaromah et al.,

2022)(Dewi et al., 2021), meningkatkan kemampuan berpikir kritis(Gunawan et al., 2019)(Nisa et al., 2021; Ramdani et al., 2021), berpikir kreatif (Putu Verawati et al., 2022)(Sartono et al., 2021), dan kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa (Jannah et al., 2022)(Ali & Zaini, 2023). Namun, masih sedikit penelitian merekonstruksi sains asli masyarakat ke dalam sains ilmiah sebagai sumber belajar sains, jika dibandingkan keanekaragaman budaya dan suku di Indonesia.

Upaya rekonstruksi sains ilmiah dari sains asli masyarakat merupakan kebutuhan awal untuk mencipta media pembelajaran IPA yang kontekstual dan interaktif(Sumarni et al., 2016)(Shofa et al., 2021)(Lakomý et al., 2019). Tujuan dari upaya ini adalah melestarikan budaya setempat sekaligus memahami pengetahuan autentik yang ada pada masyarakat suku adat(Zidny et al., 2020)(Marker, 2016) (Ristiani, 2020).

Di Pulau Timor khusus wilayah Kabupaten Timor Tengah Selatan terdiri dari tiga suku besar yaitu Amanuban, Amanatun dan Mollo. Ketiga suku ini berbeda secara signifikan kain motif tenun, tradisi budaya tutur adat dan alat musik tradisional (Mella et al., 2016)(Timor-Leste, n.d.).Beberapa penelitian etnosains dalam konteks budaya Amanuban yang dilakukan dan diterapkan dalam pembelajaran IPA yaitu analisis gelombang bunyi pada alat musik feukbia suku Amanuban (Asbanu & Babys, 2017) dan penerapannya untuk peningkatan ketrampilan proses sains mahasiswa (Asbanu & Babys, 2017), analisis konsep fisika dalam tarian okomama (Asbanu, 2023). Dalam Suku Amanuban ada sekelompok kecil suku yang dikenal dengan nama Suku Boti sampai saat ini

masih terkenal mempertahankan budaya Amanuban.

Suku Boti berada di Kecamatan KiE, Kabupaten Timor Tengah Selatan, Propinsi Nusa Tenggara Timur. Boti adalah sebutan asli pulau Timor, Atoni Meto (orang dawan). Penduduk ini hidup masih memepertahankan budaya asli Timor yang jauh dari modernitas. Secara geografis daerah ini berbukit terjal, tanah berbatu dan rawan longsor, sehingga akses jalan masuk Boti sangat sulit(Herningtyas, W., Pujiono, E., Kurniadi, R., Setyowati, 2023) (Talan & Supriadi, 2022).

Suku Boti tetap setia pada tradisi dengan mempertahankan motif sotis kain adat mereka. Proses ini dimulai dari menanam kapas di kebun, kemudian memintalnya menjadi benang, hingga membentuk kain siap pakai untuk keperluan adat mereka. Suku Boti menggunakan peralatan sederhana dan seadanya. Kain motif sotis ini bukan hanya sekadar penampilan, melainkan juga simbol yang mengikat mereka dengan warisan nenek moyang mereka serta menjaga keberlangsungan budaya yang kaya dan berharga.

Berdasarkan pada kajian penelitian sebelumnya, studi ini bertujuan merekonstruksi sains ilmiah dari sains asli masyarakat suku Boti dalam membuat motif sotis. Penelitian ini diharapkan untuk berkontribusi bagi inovasi pembelajaran IPA, sekaligus mengapresiasi sains asli masyarakat suku Boti yang masih mempertahankan budaya mereka dalam memproduksi kain adat motif sotis Suku Boti.

METODE

Jenis penelitian ini adalah *literature review*. Teknik pengumpulan data dari sumber data *online* (data berbasis internet)

dokumentasi film dengan judul “Melihat Pembuatan Kain Tenun Suku Boti” yang tersedia pada link online:

<https://www.youtube.com/watch?v=ZAT9mNAIXxc>. Analisis dilakukan terhadap aktivitas proses pembuatan kain tenun motif sotis suku Boti. Fokus penelitian pada tahap identifikasi proses pembuatan kain tenun. Data sekunder digunakan studi literatur dengan referensi jurnal dan buku yang relevan. Tujuan penelitian untuk mengkonstruksi keterkaitan sains asli masyarakat suku Boti pada tahap proses pembuatan kain tenun dengan konsep-konsep sains.

Langkah-langkah penelitian yang digunakan yaitu:

1. Analisis proses pembuatan kain tenun suku Boti dalam film “Pembuatan Kain Tenun Suku Boti”
2. *Literature review* didasarkan pada dokumentasi film: pembuatan tenun ikat, jurnal-jurnal tentang kajian sains dalam budaya, dan buku tentang budaya Boti yang relevan untuk rekonstruksi sains ilmiah dari sains masyarakat suku Boti.
3. Pemetaan kompetensi dasar dan materi IPA untuk diintegrasikan budaya suku Boti tentang proses pembuatan kain tenun.
4. Kesimpulan keterkaitan sains masyarakat suku Boti tentang proses pembuatan kain tenun dengan sains ilmiah dan pembelajaran IPA (Fisika, Biologi, dan Kimia).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis rekonstruksi sains ilmiah dari sains asli masyarakat suku Boti Pulau Timor difokuskan pada aktivitas masyarakat dalam tahap proses pembuatan kain tenun

motif Sotis. Analisis data dilakukan berdasarkan video proses pembuatan motif sotis pada Film dengan judul “Melihat Pembuatan Kanin Tenun Suku Boti” pada link youtube Trans7. Analisis rekonstruksi sains ilmiah dari sains asli masyarakat suku Boti dalam proses pembuatan kain Motif Sotis pada setiap tahap proses sebagai berikut:

1) Memetik kapas

Sains asli :

Biji kapas dipanen pada bulan agustus ketika musim kemarau, dimana biji kapas menua, kering dan telah terbentuk serat kapas.



Gambar 1. Perempuan Boti Memanen Kapas. Doc.: Trans7 Official

Sains Ilmiah :

Biji kapas telah kering dan dipanen mengurangi kadar air dalam biji kapas sehingga mencegah pertumbuhan jamur atau bakteri yang merusak serat kapas. Pengeringan mengurangi pengrusakan atau pembusukan biji kapas selama penyimpanan (Cottonworks, 2024) (Australia, 2024)(Khalequzzaman, Ullah, H., Himanshu, 2023)(Chakma et al., 2021). Klasifikasi tanaman kapas sebagai berikut:

Nama lokal : *hau abas*
Kingdom : *Plantae*
Devisi : *spermatophyta*
Kelas : *Dicotilydonae*
Ordo : *Malvales*
Family : *Malvaceae*
Genus : *Gossypium*
Spesies : *Gossypium sp*

2) Memisahkan biji kapas (*Bninis*)

Sains asli :

Proses pemisahan biji kapas menggunakan peralatan sederhana disebut *Bninis*. Alat ini dibuat sendiri dari bahan kayu (Langtang & Mataubenu, 2020). Digunakan dengan cara diputar pada salah satu lengan poros.



Gambar 2. Bninis. Doc.: Trans7 Official.

Sains Ilmiah:

Sains Ilmiah:

Bninis merupakan alat sederhana terbuat kayu, yang dibuat dari bahan kayu dan digunakan untuk memisahkan biji kapas. Alat ini bekerja berdasarkan prinsip gaya sentripetal. Pada salah satu sisinya diberikan lengan yang diputar, biji kapas yang tercampur dengan serat kapas mengalami gaya sentripetal yang menyebabkan perpindahan massa (Walker et al., 2014). Prinsip ini memanfaatkan fakta bahwa massa dengan kepadatan yang lebih tinggi cenderung bergerak ke arah luar dari pusat rotasi, sementara massa dengan kepadatan yang lebih rendah cenderung bergerak ke arah dalam. Dengan demikian, biji kapas yang biasanya

memiliki kepadatan yang lebih rendah akan terpisah dan terdorong ke arah luar alat *Bninis* saat alat tersebut diputar. Pemisahan bahan padat berdasarkan sifat fisik, dengan prinsip gaya sentripetal (Tipler & Mosca, n.d.) (Chakma et al., 2021).

Dengan demikian, persamaan Hukum II Newton dalam konsep gerak melingkar yang terjadi pada *bninis* dituliskan sebagai berikut:

$$F_s = m a_s$$

Dimana:

F_s = gaya sentripetal yang diberikan pada biji kapas oleh alat *bninis*.

a_s = percepatan sentripetal yang dialami oleh biji kapas yang bergerak mengelilingi pusat rotasi alat *bninis*.

3) Menghaluskan serat kapas

Sains asli:

Penghalusan serat kapas ini digunakan alat sederhana yang disebut *sifo*. Alat ini dibuat dari sebilah bambu yang dilengkungkan dan pada ujungnya diikat tali (Langtang & Mataubenu, 2020). Proses mengurai serat kapas dengan menggerakkan *sifo* secara periodek dalam serat kapas.



Gambar 3. *Sifo*. Doc.: Trans7 Official

Sains ilmiah:

Alat *sifo* terbuat dari sebilah bambu yang dilengkungkan dan diikat tali elastis pada kedua ujungnya. Ketika alat *sifo* digerakkan dalam serat kapas, bambu melengkung menyimpan energi potensial elastis (Sánchez Vivas et al., 2019) (Han, S., He, Y., Ye, 2024). Ketika bambu kembali meregangkan mentransfer energi potensial

pada tali, dan diubah menjadi energi kinetik saat alat sifo kembali ke posisi semula. Energi ini dimanfaatkan untuk mengurai serat kapas. Keterkaitan elastisitas dan hukum kekekalan energi antara bambu dan tali dalam sifo dapat dijelaskan sebagai berikut:

$$EP_{bambu} = EP_{tali} + EK$$

Dimana:

EP_{bambu} = energi potensial elastis yang disimpan dalam bambu ketika dilengkungkan,

EP_{tali} = energi potensial elastis yang disimpan dalam tali saat meregang.

EK = energi kinetik yang dihasilkan saat tali kembali ke panjang semula dan bambu kembali ke posisi semula.

4) Menggulung serat kapas

Sains asli:

Pada tahap ini serat kapas digulung pada bambu sepanjang 20-30 cm. Proses menggulung menggunakan tangan.



Gambar 4. Menggulung serat kapas. Doc.: Trans7 Official.

Sains Ilmiah:

Saat tangan mendorong kayu, gaya yang diterapkan menciptakan momen gaya atau torsi terhadap kayu. Momen gaya ini menyebabkan kayu untuk berputar mengelilingi sumbu panjangnya. Ketika serat kapas melekat pada kayu, putaran ini menyebabkan serat kapas tergulung pada

kayu, membentuk apa yang disebut dengan "gulungan" atau "pelilitan" serat kapas pada kayu. Persamaan berdasarkan konsep ini adalah:

$$\tau = \underline{F} \times \underline{r}$$

Di mana momen gaya (torque) yang dihasilkan saat tangan mendorong kayu, gaya yang diterapkan menciptakan momen gaya atau torsi terhadap kayu, yang menyebabkan kayu untuk berputar mengelilingi sumbu panjangnya (Tatum, 2024) (Giancoli, 2016).

5) Membentuk benang dari serat kapas (*Tasun*)

Sains asli:

Pada tahap ini gulungan serat kapas disambungkan dengan benang yang telah jadi dan diikat pada kayu yang disebut *Tasun*. Kemudian diputar untuk membentuk serat kapas menjadi benang yang diikat pada *tasun*. *Tasun* adalah alat yang digunakan dalam proses membentuk benang dari serat kapas (Langtang & Mataubenu, 2020).



Gambar 5. *Tasun*. Doc.: Trans7 Official.

Sains ilmiah:

Hukum kekekalan momentum sudut dan gerak rotasi. Ketika *tasun* diputar, terjadi perubahan momentum sudut yang menghasilkan gaya torsi pada kayu dan serat kapas. Gaya torsi ini menyebabkan

kayu dan serat kapas berputar mengelilingi sumbu rotasi yang melewati titik-titik pengikatan benang pada kayu. Hukum kekekalan momentum sudut menyatakan bahwa momentum sudut sebuah sistem akan tetap konstan jika tidak ada gaya torsi eksternal yang bekerja pada sistem tersebut. Dalam proses *tasun*, gaya torsi yang dihasilkan oleh kekuatan pengikatan benang menyebabkan perubahan momentum sudut pada sistem kayu dan serat kapas. Akibatnya, serat kapas diurai menjadi benang karena gerakan rotasi *tasun* yang menyebabkan putaran serat kapas terikat di sekitar kayu yang berputar.

Dalam konteks *tasun*, persamaan yang tepat berdasarkan konsep Hukum Kekekalan momentum sudut adalah:

$$\Delta L = \tau \Delta t$$

Dimana:

ΔL = perubahan momentum sudut sistem.

τ = gaya torsi yang diberikan oleh ikatan benang.

Δt = waktu selama gaya torsi tersebut bekerja (Radi, H.A., Rasmussen, 2023).

6) Mewarnai benang

Sains asli

Proses mewarnai benang digunakan pewarna bahan alam. Warna merah digunakan *Noba* dan *Bauk ulu*, warna kuning digunakan *huki*, warna hitam dan biru laut digunakan *taum*.

Proses mewarnai benang yaitu semua bahan warna diiris alus kemudian ditumbuk, dicampur air kemudian benang dimasukkan kedalam warna yang telah dicampur sampai warna merata pada benang (Neolaka, 2022).



Gambar 6. Mewarnai Benang. Doc.: Trans7 Official

Untuk mendapat warna permanen, benang bersama bahan warna yang telah dicampur direbus sampai mendidih. Setelah itu benang dikeluarkan dan dijemur sampai kering dan benang siap ditenun menjadi kain.



Gambar 7. Merebus Benang. Doc.: Trans7 Official

Sains ilmiah

1) Bahan pewarna

Bahan pewarna alami yang digunakan suku Boti adalah warna merah dari *noba* (*symplocos sp*) dan *bauk ulu* (*Morinda citrifolia*). Warna kuning dari (*Curcuma longa*), warna hitam dan biru laut *Indigofera tinctoria*.

2) Proses mewarnai benang

Ketika benang dicelup dalam pewarna bahan alam, zat warna pada pewarna tersebut akan berdifusi ke dalam serat-serat benang. Difusi adalah proses di mana zat-zat terlarut bergerak dari daerah konsentrasi tinggi ke daerah konsentrasi rendah sehingga meratakan distribusi zat-zat tersebut. Selama proses celup-mencelup, serat benang

akan menyerap zat warna dari larutan pewarna hingga mencapai keseimbangan atau distribusi merata dari zat warna di seluruh serat benang. Namun, warna yang dihasilkan belum tentu permanen karena zat warna tersebut belum secara permanen terikat pada serat benang. Untuk mendapatkan warna yang permanen, benang direbus dalam air mendidih. Peningkatan suhu dalam proses pemanasan menyebabkan serat-serat benang menjadi lebih "terbuka", sehingga zat warna yang telah terdifusi ke dalam serat benang memiliki lebih banyak akses ke situs pengikatan pada serat tersebut. Akibatnya, zat warna lebih terikat secara permanen pada serat benang selama proses pemanasan, sehingga menghasilkan warna yang lebih tahan lama. Konsep sains yang telah dianalisis ini merupakan contoh kontekstual absorpsi dan difusi (Giancoli, 2016)

7) Pemetaan kompetensi dasar Fisika, Biologi SMA yang dapat diintegrasikan konsep sains dalam budaya tenun motif sotis.

Konsep-konsep sains teridentifikasi dalam proses pembuatan motif Sotis suku Boti potensial sebagai sumber belajar Fisika dan Biologi di SMA. Berikut ini hasil pemetaan kompetensi dasar dan materi pokok yang dapat diintegrasikan dengan konsep-konsep sains:

1. Pemisahan bahan padat dengan prinsip gaya sentripetal dan momen gaya, hukum kekekalan momentum sudut

Kompetensi dasar

- 3.1. menerapkan konsep, teori, momen inersia, titik berat, dan momentum sudut pada benda tegar dalam kehidupan sehari-hari.

2. Elastisitas

Kompetensi dasar:

- 3.2. Menganalisis sifat elastisitas bahan dan Hooke, getaran harmonik sederhana

3. Absorpsi dan difusi

Kompetensi Dasar

- 3.3. Menerapkan hukum fluida dalam kehidupan sehari-hari

4. Energi mekanik dalam getaran

Kompetensi Dasar:

- 3.11. Menganalisis hubungan gaya dan getaran dalam kehidupan sehari-hari.

5. Klasifikasi Tumbuhan

Kompetensi Dasar

- 3.8. Mengelompokkan tumbuhan ke dalam divisio berdasarkan ciri umum serta mengaitkan peranannya dalam kehidupan.

Berdasarkan hasil analisis maka topik IPA (Fisika dan Biologi yang dapat diintegrasikan dengan konsep IPA pada dalam proses membuat kain motif sotis suku Boti yaitu adalah gaya sentrifugal, elastisitas, absorpsi dan difusi, energi mekanik getaran, klasifikasi tumbuhan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian disimpulkan bahwa pada proses membuat kain motif sotis Suku Boti terdiri tahap memetik kapas, memisahkan biji kapas (*bninis*), mengurai serat kapas (*sifo*), membentuk benang dari serat kapas (*tasun*), mewarnai benang. Pada setiap tahap proses rekonstruksi sains yang teridentifikasi yaitu konsep pemisahan bahan padat dengan prinsip gaya sentrifugal, elastisitas, absorpsi dan difusi, energi mekanik dalam getaran dan klasifikasi tumbuhan. Integrasi budaya lokal suku Boti ini dapat diintegrasikan dalam pembelajaran IPA

(Fisika dan Biologi) SMA sesuai hasil pemetaan.

REFERENSI

- Adiyono, A., Ni'am, S., & Anshor, A. M. (2024). Islamic Character Education in the Era of Industry 5.0: Navigating Challenges and Embracing Opportunities. *Al-Hayat: Journal of Islamic Education*, 8(1), 287. <https://doi.org/10.35723/ajie.v8i1.493>
- Afendia, F. T., & Ketrina, M.-P. (2023). (PDF) Love and Marriage: How Globalisation and Technology are Changing the Diverse Expressions of Love Across the Different Cultures in Africa. *Pleho Institute of Research Language and Culture*, April. https://www.researchgate.net/publication/369885026_Love_and_Marriage_How_Globalisation_and_Technology_are_Changing_the_Diverse_Expressions_of_Love_Across_the_Different_Cultures_in_Africa#fullTextFileContent
- Ali, L. U., & Zaini, M. (2023). Development of Interactive e-modules Based on Local Wisdom Using Android to Improve Students' Higher Order Thinking Skills (HOTS). *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(11), 10091–10100. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i11.4515>
- Anealka Aziz Hussin. (2018). Education 4.0 Made Simple: Ideas For Teaching. *International Journal of Education and Literacy Studies*, 6(3), 92–98.
- Asbanu, D. E. S. I. (2023). Etnofisika: Analisis Konsep Fisika Pada Gerak Tarian Okomama Suku Amanuban. *ORBITA: Jurnal Pendidikan Dan Ilmu Fisika*, 9(1), 162. <https://doi.org/10.31764/orbita.v9i1.13835>
- Asbanu, D. E. S. I., & Babys, U. (2017). Analysis of Amanuban Feuk Bia Harmonic Series for Open Organ Pipe. *Journal of Natural Sciences Research*, 7(16), 7–10.
- Australia, C. (2024). *How is cotton grown?* Cotton Australia. <https://cottonaustralia.com.au/how-is-cotton-grown>
- Budiastira, A. A. K., & Sardjijo. (2020). The importance of integrating local culture values in science learning by supply chain strategy. *International Journal of Supply Chain Management*, 9(1), 568–575.
- Cahyono, H., & Efaningrum, A. (2021). The Implementation of Homeland Loving Education Character by the Students of Civic Education Universitas Muhammadiyah Ponorogo. ... *Education, Social And Humanities ...*, 581(Incesh), 160–166. <https://www.atlantispress.com/proceedings/incesh-21/125962165%0Ahttps://www.atlantispress.com/article/125962165.pdf>
- Chakma, S. P., Chileshe, S. M., Thomas, R., & Krishna, P. (2021). Cotton seed priming with brassinosteroid promotes germination and seedling growth. *Agronomy*, 11(3), 1–13. <https://doi.org/10.3390/agronomy11030566>
- Cottonworks. (2024). *Cotton Fiber Harvesting*. AMERICA'S COTTON PRODUCERS AND IMPORTERS. <https://cottonworks.com/en/topics/sourcing-manufacturing/fiber-science/cotton-fiber-harvesting-and-ginning/>
- Dewi, C. A., Erna, M., Martini, Haris, I., & Kundera, I. N. (2021). Effect of Contextual Collaborative Learning Based Ethnoscience to Increase Student's Scientific Literacy Ability. *Journal of Turkish Science Education*, 18(3), 525–541. <https://doi.org/10.36681/tused.2021.88>
- Giancoli, D. C. (2016). *Physics Principle and Applications*. British Library Cataloguing-in-Publication Data.
- González-pérez, L. I., & Ramírez-montoya, M. S. (2022). Components of Education 4.0 in 21st Century Skills Frameworks: Systematic Review. *Sustainability (Switzerland)*, 14(3), 1–31. <https://doi.org/10.3390/su14031493>
- Gunawan, Y. Y., Sarwanto, & Nurosyid, F. (2019). The analysis of students' critical thinking skill through ethnoscience instruction integrated on the topic of magnetic field. *AIP Conference Proceedings*, 2194(December). <https://doi.org/10.1063/1.5139765>
- Han, S., He, Y., Ye, H. et al. (2024).

- Mechanical Behavior of Bamboo, and Its Biomimetic Composites and Structural Members: A Systematic Review. *J Bionic Eng*, 21, 56–73. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s42235-023-00430-1>
- Herningtyas, W., Pujiono, E., Kurniadi, R., Setyowati, R. (2023). Disaster Risk Reduction Through Local Knowledge and Practices—A Case Study of the Indigenous Boti Tribe, Timor Island, Indonesia. *Earth and Environmental Science*. https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-3-031-26143-5_19
- Jannah, R., Festiyed, F., Yerimadesi, Y., Lufri, L., & Putra, S. (2022). Ethnoscience in Learning Science: A Systematic Literature Review. *Scientiae Educatia*, 11(2), 175–184. <https://doi.org/10.24235/sc.educatia.v11i2.11488>
- Khalequzzaman, Ullah, H., Himanshu, S. K. et al. (2023). Seed Priming Improves Germination, Yield, and Water Productivity of Cotton Under Drought Stress. *J Soil Sci Plant Nutr*, 23, 2418–2432. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s42729-023-01196-5>
- Komariah, S., & Asyahidda, F. N. (2020). *Decrease or Increase: Analysis of the Existence of Local Wisdom as the Core of Education in the Technology Era*. 438(Aes 2019), 207–210. <https://doi.org/10.2991/assehr.k.200513.046>
- Lakomý, M., Hlavová, R., & Machackova, H. (2019). Open Science and the Science-Society Relationship. *Society*, 56(3), 246–255. <https://doi.org/10.1007/s12115-019-00361-w>
- Langtang, D., & Mataubenu, K. D. . (2020). Identifying Physic Concepts in Yarn Production by None Fortress Society, Tetaf Village. *JIPF (Jurnal Ilmu Pendidikan Fisika)*, 5(1), 31. <https://doi.org/10.26737/jipf.v5i1.1471>
- Marker, M. (2016). Indigenous knowledge, indigenous scholars, and narrating scientific selves: “To produce a human being.” *Cultural Studies of Science Education*, 11(2), 477–480. <https://doi.org/10.1007/s11422-015-9660-1>
- Mella, P. V. ., Tobo, B. F., Mella, R. A., Saudale, A., Haekase, E. F., Benu, B. O. I., & Tasuib, D. (2016). *Katalog Kain Tenun Tradisional Timor Tengah Selatan* (I. M. M. Yusa, S. Saputra, & E. F. Haekase (eds.)). Animage Publisher.
- Mukaromah, L., Mustadi, A., & Nisa, A. (2022). Study of STEM Based on Local Wisdom in Hoening Science Process Skills in the 21st Century Era. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 8(3), 1168–1174. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v8i3.1445>
- Nelisa, M., Ardoni, & Desriyeni. (2020). *Media Transformation of Local Wisdom to Empower Cultural Literacy*. 424(Icollite 2019), 193–197. <https://doi.org/10.2991/assehr.k.200325.080>
- Neolaka, S. Y. (2022). Sosialisasi Pentingnya Bahan Pewarna Alam Untuk Benang Tenun di Desa Boti Kecamatan Kie Kabupaten Timor Tengah Selatan. *Kelimutu Journal of Community Service*, 2(2), 140–147. <https://doi.org/10.35508/kjcs.v2i2.9002>
- Nisa, G., Sarwi, S., & Subali, B. (2021). An Analysis of Problem-Based Learning Activities in Improving Students’ Critical Thinking Skills and Intrapersonal Intelligence. *Journal of Primary Education*, 10(4), 449–460. <https://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/jpe/article/view/54746%0Ahttps://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/jpe/article/download/54746/21083>
- Purwanto, M. B., Hartono, R., & Wahyuni, S. (2023). Essential Skills Challenges for the 21st Century Graduates: Creating A Generation of High-Level Competence in The Industrial Revolution 4.0 Era. *Asian Journal of Applied Education (AJAE)*, 2(3), 279–292. <https://doi.org/10.55927/ajae.v2i3.3972>
- Putu Verawati, N. N. S., Harjono, A., Wahyudi, & Gummah, S. (2022). Inquiry-Creative Learning Integrated with Ethnoscience: Efforts to Encourage Prospective Science Teachers’ Critical Thinking in Indonesia. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*, 21(9), 232–248. <https://doi.org/10.26803/ijlter.21.9.13>
- Rachmadtullah, R., Yustitia, V., Setiawan,

- B., Fanny, A. M., Pramulia, P., Susiloningsih, W., Rosidah, C. T., Prastyo, D., & Ardhian, T. (2020). The challenge of elementary school teachers to encounter superior generation in the 4.0 industrial revolution: Study literature. *International Journal of Scientific and Technology Research*, 9(4), 1879–1882.
- Radi, H.A., Rasmussen, J. . (2023). Angular Momentum. In *In: Principles of Physics. Undergraduate Lecture Notes in Physics*. Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-3-642-23026-4_9
- Ramdani, A., Jufri, A. W., Gunawan, Fahrurrozi, M., & Yustiqvar, M. (2021). Analysis of students' critical thinking skills in terms of gender using science teaching materials based on the 5e learning cycle integrated with local wisdom. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 10(2), 187–199. <https://doi.org/10.15294/jpii.v10i2.29956>
- Ristian, I. (2020). Sharpening the character of local wisdom in virtual communication in indonesia. *Utopia y Praxis Latinoamericana*, 25(Extra2), 86–97. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3809002>
- Sánchez Vivas, L., Mullins, G., Cunningham, J. A., & Mihelcic, J. R. (2019). Mechanical properties of bamboo: a research synthesis of strength values and the factors influencing them. *Bamboo Soc*, 29(Trujillo 2018), 1–21.
- Sartono, E. K. E., Sukowati, S., & Soleha, S. (2021). The Effectiveness of Kahoot! Based on Local Wisdom to Improve Creative Thinking Skill and the Spirit of Nationality of Students in Islamic Elementary School. *Al Ibtida: Jurnal Pendidikan Guru MI*, 8(1), 50. <https://doi.org/10.24235/al.ibtida.snj.v8i1.7092>
- Shiddiq, A., Agustina, P., Sumenep, S. P., & Sragen, S. M. (2023). *Fostering the Character of Love for Homeland through the Smart Card Learning Media in Elementary School*. 15(2), 1–12. <https://doi.org/10.14421/al-bidayah.v15i2.741>
- Shofa, A., Su'Ad, & Murtono. (2021). Development of Learning Media Technology Based on Natural Science Local Wisdom Materials. *Journal of Physics: Conference Series*, 1823(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1823/1/012080>
- Sumarni, W., Sudarmin, Wiyanto, & Supartono. (2016). The reconstruction of society indigenous science into scientific knowledge in the production process of palm sugar. *Journal of Turkish Science Education*, 13(4), 281–292. <https://doi.org/10.12973/tused.10185a>
- Supriatin, S., Aryani, I., & Fadlilah, D. (2023). *Local Wisdom in Cilacap Community Folklores as a Vehicle to Increase the Character of Love for Motherland*. <https://doi.org/10.4108/eai.22-7-2023.2335551>
- Syahrial, Asrial, Kurniawan, D. A., Kusnadi, N. A., Fadillah, A., Anwar, P. S. A., Ningsih, I. W., & Ferdinan, R. A. (2023). *Learning E-Modules Based on Seloko Local Wisdom to Build the Character of Love for the Motherland in Grade V Elementary School*. Atlantis Press SARL. https://doi.org/10.2991/978-2-38476-110-4_73
- Talan, Y. E., & Supriadi, M. N. (2022). *Menjembatani Jurang Menembus Batas dengan Pendekatan Interkultural-Komunikasi Injil di Suku Boti*. PBMR ANDI.
- Tatum, J. (2024). *Moment of Force*. https://phys.libretexts.org/Bookshelves/Classical_Mechanics/Classical_Mechanics_%28Tatum%29/03%3A_Systems_of_Particles/3.02%3A_Moment_of_Force
- Timor-Leste, S. of S. for A. and C. of. (n.d.). *Tais, traditional textile*. <https://ich.unesco.org/en/USL/tais-traditional-textile-01688>
- Tipler, P., & Mosca, G. (n.d.). *Physics for Scientist and Engineers* (Sixth Edit). W. H. Frieman and Company.
- Utaminingsih, E. S., Ellianawati, E., Widiarti, N., Sumartiningsih, S., & Puspita, M. A. (2023). a Systematic Review: Digital Literacy for Strengthening Character in

- Facing the Era of Society 5.0. *Research and Development Journal of Education*, 9(2), 638. <https://doi.org/10.30998/rdje.v9i2.15173>
- van Laar, E., van Deursen, A. J. A. M., van Dijk, J. A. G. M., & de Haan, J. (2020). Determinants of 21st-Century Skills and 21st-Century Digital Skills for Workers: A Systematic Literature Review. *SAGE Open*, 10(1). <https://doi.org/10.1177/2158244019900176>
- Walker, J., Halliday, D., & Resnick, R. (2014). Fundamentals of Physics Halliday & resnick 10ed. In Wiley.
- Zidny, R., Sjöström, J., & Eilks, I. (2020). A Multi-Perspective Reflection on How Indigenous Knowledge and Related Ideas Can Improve Science Education for Sustainability. *Science and Education*, 29(1), 145–185. <https://doi.org/10.1007/s11191-019-00100-x>