

EKSPLORASI KONSEP FISIKA PADA PENGGUNAAN ALAT PANEN TRADISIONAL KELAPA SAWIT

Ade Fitri^{1*} Apit Fathurohman²

¹² Program Studi Pendidikan Fisika, FKIP Universitas Sriwijaya, Palembang, Indonesia.

*Corresponding Author: adefitri1088@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan mengeksplorasi konsep-konsep fisika yang terkandung dalam penggunaan alat panen tradisional kelapa sawit di Kabupaten Rokan Hilir. Metode penelitian menggunakan pendekatan kualitatif dengan teknik observasi dan analisis literatur untuk mengidentifikasi penerapan konsep fisika pada alat-alat tradisional seperti dodos dan tojok. Hasil penelitian menunjukkan bahwa proses pemanenan kelapa sawit melibatkan berbagai konsep fisika, di antaranya pesawat sederhana, Hukum Newton, gravitasi, kesetimbangan, tumbukan, aksi-reaksi, gaya gesek, elastisitas, dan luas penampang. Temuan mengungkapkan bahwa kearifan lokal dalam pertanian kelapa sawit memiliki landasan ilmiah yang kuat melalui penerapan prinsip-prinsip fisika dalam peralatan tradisionalnya. Penelitian ini memberikan wawasan baru tentang hubungan antara praktik pertanian tradisional dan konsep-konsep ilmiah, serta menekankan pentingnya memahami dimensi sains dalam kearifan lokal.

Kata Kunci: *Konsep Fisika, Alat Panen Tradisional, Kelapa Sawit, Kearifan Lokal*

ABSTRACT

This study aims to explore the physics concepts contained in the use of traditional oil palm harvesting tools in Rokan Hilir District. The research method used a qualitative approach with observation techniques and literature analysis to identify the application of physics concepts in traditional tools such as dodos and tojok. The results showed that the palm oil harvesting process involves various physics concepts, including simple planes, Newton's Law, gravity, equilibrium, collision, action-reaction, friction, elasticity, and cross-sectional area. The findings reveal that local wisdom in oil palm farming has a strong scientific foundation through the application of physics principles in its traditional equipment. This research provides new insights into the relationship between traditional agricultural practices and scientific concepts, and emphasizes the importance of understanding the dimensions of science in local wisdom.

Keywords: *Physics Concepts, Traditional Harvesting Tools, Oil Palm, Local Wisdom*

PENDAHULUAN

Fisika merupakan salah satu dari cabang Ilmu Pengetahuan Alam yang mempelajari tentang hukum-hukum alam dan aplikasi dalam kehidupan sehari-hari (Muthia Cholila, 2023). Menurut (Pangke et al., 2021) Fisika adalah ilmu yang mempelajari tentang gejala-gejala, kejadian-kejadian serta interaksi yang terjadi di alam. Fisika juga merupakan sekumpulan dari fakta, konsep, hukum/prinsip, persamaan dan teori. Konsep-konsep dalam ilmu fisika memiliki dua sifat yaitu konsep fisika bersifat abstrak dan konkret. Sebagian besar karakter materi fisika merupakan konsep-konsep abstrak atau tidak dapat dilihat secara langsung oleh mata (Musliman & Kasman, 2022). Analogi konsep abstrak fisika perlu dioptimalkan dengan cara

merencanakan penggunaannya dan memilih analogi yang tepat (Suseno, 2014). Maka untuk membuktikan keberadaan fisika diperlukan suatu Kegiatan dan proses nyata (konkret) yang dapat memvisualisasikan konsep/materi tersebut. Konsepsi fisika yang bersifat teoretis dapat diwujudkan dalam bentuk visual melalui beragam cara, salah satunya kerja ilmiah.

Ilmu fisika merupakan salah satu ilmu yang sangat erat kaitannya dengan kehidupan manusia (Az Zahra et al., 2023). Fisika tidak hanya menekankan pada aspek matematika, tetapi juga pada konsep dan prinsip yang dapat dipahami dan dihubungkan dengan nilai-nilai kearifan lokal yang ada di lingkungan sehari-hari (Husin & Billik, 2019). Kearifan lokal adalah cara dan praktik yang dikembangkan oleh sekelompok masyarakat yang berasal dari pemahaman mendalam terhadap lingkungan setempat secara turun temurun (Deskarina & Atiqah, 2020). tanpa disadari kegiatan yang dilakukakn sehari-hari menerapkan konsep-konsep dasar ilmu fisika dan pekerjaan dilakukan menjadi ringan karena adanya penerapan ilmu fisika yang diimplementasikan (Harefa, 2019).

Eksplorasi konsep fisika dapat dilihat di kehidupan sehari-hari misalnya pada proses pemanenan Pohon Kelapa Sawit. Panen kelapa sawit adalah pemotongan tandan buah segar, mengutip brondolan, penyusunan pelepah, pengangkutan ke tempat pengumpulan hasil sampai pengangkutan ke pabrik kelapa sawit (Pandiangan et al., 2023). Eksplorasi ilmu fisika secara langsung mampu mengonstruksi hubungan antar konsep karena adanya interaksi langsung melalui indra yang dimiliki (Maghfiroh et al., 2022).

Kegiatan pertanian ini sudah familiar dan sering dilakukan oleh para petani Kabupaten Rokan Hilir. Lingkungan fisik (alam) di Kecamatan Kubu dan Kubu Babusallam Kabupaten Rokan Hilir Provinsi Riau didominasi tanah Gambut (Putra & Mairizki, 2020). Keberadaan masyarakat yang berada di lahan gambut telah ada sejak sebelum kemerdekaan, sehingga sebagian besar lahan gambut telah dilakukan pengelolaan untuk berbagai pemenuhan kebutuhan terutama Perkebunan kelapa sawit (Mustofa, 2021). Keterkaitan Konsep Fisika dengan Proses pemanenan Kelapa Sawit dapat dilihat pada Penggunaan Alat-Alat Tradisionalnya yang terdiri dari Egrek, dan Tojok. Pada Alat Tradisional ini ada yang menerapkan satu konsep fisika dan ada yang lebih dari satu konsep fisika.

Berdasarkan uraian permasalahan tentang analisis konsep fisika yang mengangkat kearifan lokal Pada Penggunaan alat tradisonal proses pemanenan Kelapa Sawit. yang perlu diperkenalkan secara lebih dalam terkait konsep fisika. Maka penelitian ini akan membahas tentang konsep-konsep fisika berbasis pada penggunaan alat tradisonal proses pemanenan kelapa sawit. Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis konsep fisika yang ada pada penggunaan alat tradisonal proses pemanenan kelapa sawit.

Berdasarkan uraian permasalahan tentang analisis konsep fisika yang mengangkat kearifan lokal pada penggunaan alat tradisional proses pemanenan kelapa sawit yang perlu diperkenalkan secara lebih dalam terkait konsep fisika. Penelitian ini akan membahas tentang konsep-konsep fisika berbasis pada penggunaan alat tradisional seperti dodos dan tojok dalam proses pemanenan kelapa sawit. Konsep fisika yang akan dianalisis meliputi pesawat sederhana, hukum Newton, gravitasi, kesetimbangan, tumbukan, aksi-reaksi, gaya gesek, elastisitas, dan luas penampang yang terdapat pada alat-alat tersebut. Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis konsep fisika yang ada pada penggunaan alat tradisional dalam proses pemanenan kelapa sawit.

METODE

Pendekatan penelitian yang digunakan yaitu penelitian kualitatif. Pada penelitian ini, peneliti mempertimbangkan fakta dan hasil yang dikumpulkan dari penelitian yang dilakukan. Fakta dan bukti yang dikumpulkan ini dituliskan dalam rangkuman-rangkuman yang telah disusun secara objektif dan sistematis. Metode pengumpulan data yang dilakukan dalam penelitian ini menggunakan metode observasi. Metode observasi ini digunakan untuk mendapatkan informasi mengenai pemanenan Kelapa Sawit dan menganalisis gerakan Gerakan cara penggunaan alat panen sawit dikabupaten Rokan Hilir. Selain itu, metode analisis data yang digunakan terdapat dua metode, yaitu: analisis informasi dari studi literatur, dan analisis observasi berupa video proses pemanenan untuk dikaji konsep fisika.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Alat dodos dan Tojok merupakan dua alat utama yang digunakan dalam lingkup proses pemanenan kelapa sawit. Dodos merupakan alat yang terdiri dari batang panjang (galah) dengan pisau tajam di ujungnya, dirancang khusus untuk memotong tandan buah segar (TBS) dari pohon sawit. Fungsi utama egrek adalah mempermudah petani untuk menjangkau dan memotong TBS dari permukaan tanah, tanpa harus memanjat pohon yang tinggi dan berpotensi berbahaya. Panjang galah dodos bervariasi tergantung tinggi pohon sawitnya 6 - 7 meter, untuk pisau dodos dengan panjang 15-30 cm dengan lebar bilahnya 5-10 cm berbahan baja per karena kokoh memotong pelepah sawit dan lebih kuat. Selanjutnya alat panen tojok merupakan sebatang besi berujung tajam dengan pegangan berbentuk T sepanjang 95 cm, diameter batang 2,5 cm dan lebar pegangan 15 cm. tojok terbuat dari besi baja karena lebih kokoh untuk mengangkat dan mensortir TBS (Tandan Buah Segar) Sawit.

Dalam penelitian ini fokus peneliti adalah Penggunaan Alat Egrek dan Tojok yang digunakan untuk pemanenan sawit berdasarkan hasil identifikasi. Penggunaan alat pemanenan yang masih tradisional berkaitan dengan konsep fisika, pada materi Pesawat Sederhana, Hukum II Newton, Gravitasi, Kesetimbangan, Gaya Gesek, tumbukan, Aksi-reaksi, Elastitas, Luas Penampang. Konsep-konsep fisika yang terdapat pada Alat Penen Tradisional akan dijabarkan sebagai berikut.



Gambar 1. (a) Alat Panen Dodos, (b) alat panen Tojok

1. Pesawat Sederhana

Pesawat sederhana merupakan peralatan yang bisa memudahkan pekerjaan manusia. Tojok termasuk tuas jenis Pertama, Pengungkit (tuas) adalah alat yang menggunakan sebuah tongkat dengan titik tumpu yang dapat dipindah-pindahkan. Ciri-ciri pengungkit (tuas) adalah memiliki tiga buah titik, yaitu titik tumpu, titik kuasa, dan titik beban. Titik tumpu yaitu tempat untuk tumpuan kuasa dan beban yang akan diangkat, Titik kuasa yaitu tempat dimana gaya digunakan untuk mengangkat beban berada. Jarak antara titik tumpu dan titik beban disebut lengan beban. Jarak antara titik tumpu dan titik kuasa disebut lengan kuasa (Indrayani, 2018). Pada Tojok titik tumpunya Bahu pekerja berfungsi sebagai titik tumpu, karena itu adalah titik di mana alat tojok berputar atau bertumpu saat pekerja mengangkat atau menahan beban. Gaya yang diberikan oleh pekerja di bagian tangan yang menahan atau mengendalikan alat tojok. Beban nya adalah Berat tandan buah sawit yang berada di ujung alat tojok. seperti pada gambar 2. berikut:



Gambar 2. Mengangkat beban menggunakan Tojok

Penggunaan tojok untuk mengangkat tandan buah sawit melibatkan prinsip kesetimbangan momen gaya. Pada kondisi setimbang, jumlah momen gaya terhadap bahu pekerja (titik tumpu) bernilai nol:

$$\sum \tau = 0 \quad (1)$$

Tojok mengalami dua momen gaya berlawanan. Momen pertama berasal dari gaya kuasa (F) oleh tangan pekerja, dan momen kedua dari berat tandan (W) di ujung tojok, dirumuskan sebagai:

$$F \times L_K = W \times L_B \quad (2)$$

Dimana:

L_K = lengan kuasa (jarak dari titik tumpu ke titik kuasa)

L_B = lengan beban (jarak dari titik tumpu ke titik beban)

Beban (W) adalah hasil perkalian massa (m) dengan percepatan gravitasi (g) yang dituliskan pada persamaan 3:

$$W = m \times g \quad (3)$$

Substitusi ke dalam persamaan momen menghasilkan:

$$F \times L_k = m \times g \times L_b \quad (4)$$

Sehingga gaya kuasa (F) dihitung sebagai:

$$F = \frac{m \times g \times l_b}{l_k} \quad (5)$$

2. Hukum II Newton

Gaya yang bekerja ketika seseorang atau benda memberikan tekanan pada objek lain, menyebabkan pergerakan atau perubahan posisi objek tersebut. Dalam kasus ini, petani mendorong dodos ke arah pelepah sawit untuk memotongnya. Gaya yang dihasilkan dari dorongan tersebut menyebabkan percepatan pada dodos saat bergerak menuju sasaran.



Gambar 3. Memanen kelapa sawit menggunakan dodos

Proses ini dapat dijelaskan dengan Hukum II Newton, yang menyatakan bahwa Percepatan suatu benda akan berbanding lurus dengan besarnya resultan gaya yang bekerja pada benda tersebut dan berbanding terbalik dengan massanya (Irwan & Jalil, 2019). Secara matematis, Hukum Kedua Newton dapat dituliskan sebagai:

$$\Sigma \vec{F} = m \times \vec{a} \quad (6)$$

Dengan:

F = gaya dorong yang dihasilkan oleh petani ketika mengayunkan dodos

m = massa dodos

a = adalah percepatan dodos menuju pelepah sawit.

Dalam konteks penggunaan dodos untuk memotong pelepah sawit, persamaan $\vec{F} = m \times \vec{a}$ menggambarkan prinsip ini. Pertama, semakin besar gaya dorong (\vec{F}) yang diberikan petani saat mengayunkan dodos, semakin besar pula percepatan (\vec{a}) yang dihasilkan pada dodos persamaan di atas ini berarti gaya yang lebih kuat akan menyebabkan dodos bergerak lebih cepat menuju pelepah sawit. Namun, jika massa (m) dodos lebih besar, maka untuk menghasilkan percepatan (\vec{a}) yang sama, gaya dorong (\vec{F}) yang dibutuhkan akan lebih besar (persamaan di atas). Jadi, massa benda merupakan faktor penting yang mempengaruhi besar gaya yang diperlukan untuk menggerakkannya dengan percepatan tertentu, sesuai dengan Hukum II Newton.

3. Gravitasi

Buah tandan segar (TBS) di pohon ditarik ke bawah oleh gravitasi. Saat TBS dipotong atau jatuh, gravitasi memperlambatnya menuju tanah. Semakin tinggi posisi buah sawit, semakin besar kecepatannya saat mencapai tanah. Gerak ini merupakan gerak jatuh bebas tanpa kecepatan awal, di mana hanya gaya gravitasi yang bekerja.



Gambar 4. Ilustrasi kelapa sawit jatuh

Jarak yang ditempuh buah sawit (ketinggian h) selama jatuh dapat dihitung menggunakan

$$h = \frac{1}{2}gt^2 \quad (7)$$

Sehingga waktu jatuh (t) adalah:

$$t^2 = \frac{2h}{g} \quad (8)$$

$$t = \sqrt{\frac{2h}{g}} \quad (9)$$

Kecepatan sesaat sebelum buah kelapa sawit menyentuh tanah dapat dihitung menggunakan persamaan kecepatan dalam gerak lurus dengan percepatan $v=g.t$ dengan mengganti t dari langkah sebelumnya:

$$v = g \cdot \sqrt{\frac{2h}{g}} = \sqrt{2gh} \quad (10)$$

Persamaan ini menunjukkan bahwa kecepatan sesaat sebelum menyentuh tanah hanya bergantung pada ketinggian h dan percepatan gravitasi g . Jika kita ingin menghitung percepatan gravitasi dari tinggi dan waktu jatuh, kita dapat menggunakan rumus

$$h = \frac{1}{2}gt^2 \quad (11)$$

$$g = \frac{2h}{t^2} \quad (12)$$

ini menunjukkan bahwa percepatan gravitasi bisa dihitung dari tinggi dan waktu jatuh.

4. Kestimbangan

Dalam konteks aktivitas petani yang menggunakan tojok untuk mengangkat TBS (Tandan Buah Segar), postur tubuh harus disesuaikan agar mencapai kestimbangan. Keseimbangan tubuh merupakan kemampuan untuk mempertahankan postur tubuh dalam keadaan diam dan saat bergerak (Gea et al., 2024). Saat petani membungkuk dengan sudut lebih dari 60° , lutut tertekuk dengan sudut lebih dari 60° , dan leher dalam sudut lebih dari 20° , ini adalah contoh dari penyesuaian tubuh untuk menjaga pusat massa tetap berada di dalam area tumpuan kaki. Dengan menjaga pusat massa tetap dalam area tumpuan, petani dapat mencegah tubuhnya dari terjatuh atau kehilangan keseimbangan. Postur tersebut menjaga agar total gaya yang bekerja pada tubuh tetap ($\sum F = 0$), sementara momen gaya yang dihasilkan oleh berat tubuh dan TBS yang diangkat juga tetap seimbang ($\sum \tau = 0$). Hal ini memastikan bahwa petani dapat mengangkat TBS dengan stabil dan aman, baik saat diam maupun saat bergerak.

5. Tumbukan

Tumbukan dalam fisika merupakan peristiwa bertemunya benda (dua atau lebih) secara tiba-tiba dan kuat (Fitrianingrum & Kamaruddin, 2023). Pada tumbukan berlaku hukum kekekalan momentum dengan syarat sistem yang bertumbukan dalam kondisi terisolasi atau tidak ada gaya luar yang bekerja (Khalifah et al., 2017). Ketika petani memanen sawit menggunakan dodos, alat ini digerakkan dengan kecepatan awal tertentu (v_1) tandan sawit. Ketika dodos mengenai tandan, terjadi tumbukan tidak lenting sempurna. Sebagian energi kinetik dodos digunakan untuk memotong tandan, sementara sisanya hilang dalam bentuk suara. Dalam tumbukan ini, energi kinetik tidak sepenuhnya terkonservasi, tetapi momentum total tetap kekal, sesuai dengan hukum kekekalan momentum.

$$m_1v_1 + m_2v_2 = m_1v'_1 + m_2v' \quad (13)$$

Karena tandan sawit dalam keadaan diam sebelum tumbukan ($v_2=0$) persamaan menjadi:

$$m_1v_1 = m_1v'_1 + m_2v' \quad (14)$$

Persamaan ini menunjukkan bahwa momentum total dodos dan tandan sawit tetap sama sebelum dan sesudah tumbukan, meskipun sebagian energi kinetik berubah menjadi bentuk energi lain.

6. Aksi reaksi

Saat petani mengangkat tandan sawit dengan tojok, berlaku Hukum Aksi-Reaksi atau Newton III berbunyi Hukum Newton III berbunyi, “Jika suatu benda diberi gaya (aksi), maka benda tersebut akan memberikan gaya (reaksi) yang sama besar kepada si pemberi gaya, dengan arah yang berlawanan” (Abidin et al., 2024). Ketika tojok menusuk tandan sawit, petani memberikan gaya dorong (aksi), dan tandan sawit memberikan gaya berlawanan pada tojok (reaksi). Demikian pula Saat mengangkat tandan sawit dengan tojok petani memberi gaya ke atas (aksi), dan tandan sawit memberi gaya ke bawah karena beratnya (reaksi). Aksi dan reaksi ini sama besar namun berlawanan arah, sehingga memungkinkan petani mengangkat tandan sawit. Secara matematis, hukum aksi-reaksi dirumuskan sebagai:

$$F_{aksi} = -F_{reaksi} \quad (15)$$

Dalam kasus ini, gaya yang berhubungan dengan berat tandan sawit saat mengangkat bisa diungkapkan melalui hukum gravitasi:

$$F_{berat} = m \cdot g \quad (16)$$

Ketika petani mengangkat tandan menggunakan tojok, besar gaya yang diperlukan untuk mengangkat tandan harus seimbang dengan gaya gravitasi (berat tandan sawit), yaitu:

$$F_{reaksi} = -F_{berat} = -m \cdot g \quad (17)$$

Gaya aksi dan reaksi ini selalu sama besar tetapi berlawanan arah, sesuai dengan Hukum Aksi-Reaksi Newton.

7. Gaya Gesek

Gaya gesek adalah gaya yang disebabkan karena adanya gaya yang berarah melawan gerak benda akibat sentuhan antara dua benda (Fitri et al., 2024). Gaya gesek terbagi menjadi dua yaitu gaya gesek statis (Romadhon et al., 2024). Dalam hal ini, terdapat tiga komponen gaya yang bekerja berat Tandan buah Sawit (W) yang mengarah ke bawah, gaya normal (N) yang

tegak lurus terhadap permukaan tojok, dan gaya gesek statis (f_s) yang terjadi antara ujung tojok dan tandan buah sawit. Ketiga gaya ini harus seimbang agar tandan buah sawit dapat terangkat dengan stabil. Secara matematis ditulis

$$N \cos \theta + f_s \sin \theta - W = 0 \quad (18)$$

Dimana:

θ = sudut kemiringan tojok terhadap vertikal

$W = m \cdot g$

hubungan antara gaya gesek statis dan gaya normal berkaitan. Gaya gesek statis maksimum yang dapat terjadi dibatasi oleh hasil kali antara koefisien gesek statis (μ_s) dan gaya normal (N), yang dinyatakan dalam persamaan

$$f_s \leq \mu_s \cdot N \quad (19)$$

Dimana:

f_s = gaya gesek statis

μ_s = koefisien gesek statis antara tojok dan tandan buah sawit

N = gaya normal

Agar Tandan buah Sawit tidak tergelincir saat diangkat, maka: Gaya gesek harus lebih besar atau sama dengan komponen berat yang sejajar tojok, lalu Koefisien gesek statis (μ_s) harus cukup besar untuk menahan Tandan buah sawit.

8. Elastitas

Tojok dikatakan elastis Saat petani mengangkat TBS (Tandan Buah Segar) dengan tojok, batang tojok akan sedikit melengkung akibat gaya yang diberikan oleh berat Tandan buah Sawit. Hukum Hooke menyatakan bahwa gaya yang diperlukan untuk meregangkan atau menekan sebuah benda elastis adalah sebanding dengan perubahan panjangnya, sampai batas elastisitas benda tersebut. Rumus Hukum Hooke adalah:

$$F = \frac{k}{\Delta x} \quad (20)$$

Dimana:

F = gaya yang bekerja (N)

k = konstanta pegas (N/m)

Δx = perubahan panjang atau jarak (m)

Dalam konteks Elastisitas pada tojok yang digunakan untuk mengangkat Tandan Buah Sawit, gaya F adalah beban atau berat Tandan Buah Sawit yang menekan tojok. Ketika tojok tertekan oleh beban Tandan Buah Sawit, tojok akan mengalami deformasi sementara (misalnya melengkung sedikit saat menahan beban). Perubahan bentuk ini diwakili oleh Δx . Konstanta k mewakili kekakuan atau elastisitas batang tojok.

9. Luas Penampang

Konsep luas penampang bilah sangat mempengaruhi cara alat tersebut memotong tandan sawit. Bilah dodos memiliki luas penampang yang mempengaruhi tekanan yang diterapkan pada tandan saat gaya diberikan oleh pekerja. jika luas penampang bilah kecil, gaya yang diberikan akan terkonsentrasi pada area yang lebih kecil, menghasilkan tekanan yang lebih besar sehingga tandan lebih mudah dipotong. Sebaliknya, jika luas penampang bilah besar, gaya akan tersebar di area yang lebih luas, menghasilkan tekanan yang lebih kecil sehingga

pekerja harus memberikan gaya yang lebih besar untuk memotong tandan sawit. Rumus yang menggambarkan hubungan ini adalah:

$$P = \frac{F}{A} \quad (21)$$

Keterangan:

P = Tekanan

F = Gaya yang diberikan oleh pekerja

A = Luas Penampang bilah dodos

Jadi, semakin kecil luas penampang A , semakin besar tekanan P , dan pemotongan tandan sawit akan lebih mudah dilakukan dengan gaya yang lebih terfokus. Namun, luas penampang harus cukup kuat untuk memotong tandan tanpa mengurangi efisiensi atau kekuatan alat.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan di atas dapat disimpulkan bahwa dalam proses pemanenan kelapa sawit di Kabupaten Rokan Hilir terdapat penerapan berbagai konsep fisika pada penggunaan alat-alat tradisional seperti dodos dan tojok. Alat-alat ini menerapkan beberapa konsep fisika seperti pesawat sederhana, Hukum Newton II, gravitasi, kesetimbangan, tumbukan, aksi-reaksi, gaya gesek, elastisitas, dan konsep luas penampang. Penelitian ini menunjukkan bahwa kearifan lokal dalam pertanian kelapa sawit memiliki dasar ilmiah yang kuat melalui penerapan prinsip-prinsip fisika dalam penggunaan peralatan tradisional.

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur atas rahmat Tuhan Yang Maha Esa sehingga jurnal ini dapat diselesaikan. Terima kasih kepada Bapak Apit Fathurohman, S.Pd., M.Si., Ph.D. selaku Dosen Pengampuh Mata Kuliah Seminar Fisika dan petani kelapa sawit di Kecamatan Kubu, Kabupaten Rokan Hilir, Provinsi Riau sebagai narasumber, dan pengelola perkebunan yang memfasilitasi penelitian ini. Terima kasih kepada rekan peneliti dan keluarga atas dukungannya. Semoga penelitian ini bermanfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, R. S. N., Waroh, M. A., Amora, D. G., & Setiaji, B. (2024). Penerapan Prinsip Aksi Dan Reaksi: Hukum III Newton Dalam Gerakan Kapal Otok-Otok. *Jurnal Penelitian Fisika Dan Terapannya (JUPITER)*, 6(1), 27–32.
- Az Zahra, N., Kamilah, D. S., Bisanti, K. U., Mahardika, K. I., Ernasari, & Handono, S. (2023). Filsafat Sains Sebagai Persepektif Terhadap Pembelajaran Fisika. *Didaktik: Jurnal Ilmiah PGSD STKIP Subang*, 9(5), 1085–1091.
- Deskarina, R., & Atiqah, N. A. (2020). Potensi Kearifan Lokal Desa Bugisan Sebagai Upaya Pengembangan Daya Tarik Wisata Pendukung Kawasan Candi Plaosan. *Khasanah Ilmu-Jurnal Pariwisata Dan Budaya*, 11(1), 41–49.
- Fitri, N. S., Utami, B. T., & Kurniawati, W. (2024). Analisis Penerapan Gaya Gesek pada Kehidupan Manusia. *MERDEKA: Jurnal Ilmiah Multidisiplin*, 1(3), 97–100.
- Fitrianingrum, M. A., & Kamaruddin. (2023). Analisis Konsep Momentum dan Tumbukan pada Permainan Lato-Lato. *Jurnal FisTa: Fisika Dan Terapannya*, 4(1), 1–4.
- Gea, F., Hulu, H. A., & Lase, K. N. (2024). Analisis Sistem Gerak yang Memengaruhi Keseimbangan Tubuh Lansia. *Indo-MathEdu Intellectuals Journal*, 5(3), 3734–3741.

- Harefa, R. A. (2019). Peran ilmu fisika dalam kehidupan sehari-hari. *Warta Dharmawangsa*, 13(2).
- Husin, R. E. V., & Billik, H. A. (2019). Identifikasi konsep fisika pada kearifan lokal anyaman di Kabupaten Timor Tengah Selatan. *Jurnal Fisika: Fisika Sains Dan Aplikasinya*, 4(2), 153–158.
- Indrayani, I. (2018). Pemanfaatan Alat Peraga Untuk Meningkatkan Hasil Belajar IPA Konsep Pesawat Sederhana Di Kelas V SDN Salep Kec. Subang Kab. Subang. *JPG: Jurnal Penelitian Guru FKIP Universitas Subang*, 1(02), 95–106.
- Irwan, M., & Jalil, E. (2019). Pemodelan Matematika Dalam Sistem Massa Pegas. *Jurnal MSA (Matematika Dan Statistika Serta Aplikasinya)*, 7(1), 33–37.
- Khalifah, N. A., Parno, & Hidayat, A. (2017). Analisis Kemampuan Pemecahan Masalah pada Materi Momentum Impuls. *In Seminar Nasional Pendidikan IPA 2017 (Vol. 2)*.
- Maghfiroh, D. R., Rossa, N. M. E., Safitri, R. A., Dwikoranto, & Lestari, N. A. (2022). Eksplorasi Konsep Fisika pada Teknologi dan Aktivitas dalam Kehidupan Sehari-hari. *Jurnal Penelitian Pendidikan Matematika Dan Sains*, 6(1), 18–24.
- Musliman, A., & Kasman, U. (2022). Efektivitas Model Inkuiri Terbimbing untuk Melatih Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Pada Konsep Fisika yang Bersifat Abstrak. *Jurnal Jendela Pendidikan*, 2(01), 48–53.
- Mustofa, R. (2021). Komparasi Usahatani Perkebunan Kelapa Sawit Rakyat Di Kabupaten Rokan Hilir. *Media Bina Ilmiah*, 15(11), 5667–5674.
- Muthia Cholila, S. U. S. (2023). Penerapan Pembelajaran Fisika Berbasis Analogi Untuk Mereduksi Mathematics Anxiety Siswa Sma Pada Materi Kinematika Gerak Lurus. *Jurnal Multidisiplin Indonesia*, 2(7), 1637–1647.
- Pandiangan, Y., Rizal, A., & Harahap, S. (2023). Studi Komparatif Panen Kelapa Sawit Menggunakan Dodos Mekanis Dan Dodos Manual. *Agribios*, 21(2), 199–206.
- Pangke, R., Rene, J. C., & Komansilan, A. (2021). Pengembangan Alat Peraga Sebagai Media Pembelajaran Penerapan Konsep Hukum Pascal Untuk Peserta Didik Kelas Viii Di Smp Negeri 1 Sitimssel. *Charm Sains: Jurnal Pendidikan Fisika*, 2(2), 75–82.
- Putra, A. Y., & Mairizki, F. (2020). Analisis Logam Berat pada Air Tanah di Kecamatan Kubu Babussalam, Rokan Hilir, Riau. *Jurnal Katalisator*, 5(1), 47–53.
- Romadhon, Y. A., Cahyadi, C., Ramdhani, I., & Fahrezi, A. R. (2024). Penerapan Gaya Gesek Pada Rem Dengan Ban. *Scientica: Jurnal Ilmiah Sains Dan Teknologi*, 2(5), 148–156.
- Suseno, N. (2014). Pemetaan Analogi Pada Konsep Abstrak Fisika. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 2(2).