

Identifikasi Konsep Fisika pada Arang Briket Limbah Tebu untuk Pembelajaran Fisika Berbasis Lingkungan

Tata Oktarina¹, Saparini^{2*}

^{1,2} Program Studi Pendidikan Fisika, Universitas Sriwijaya, Palembang, Indonesia

*E-mail: saparini@fkip.unsri.ac.id

Abstrak

Limbah tebu atau yang dikenal dengan sebutan Blotong merupakan sisa pengolahan tebu yang diambil sarinya untuk gula. Blotong umumnya kurang dimanfaatkan sehingga berpotensi mencemari lingkungan. Dengan pengolahan yang tepat, Blotong memiliki potensi menjadi energi alternatif dengan mengolahnya menjadi briket. Dalam pengolahan briket Blotong nyataannya menerapkan prinsip-prinsip fisika. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi prinsip-prinsip fisika dalam proses pembuatan briket Blotong, sebagai salah satu sumber alternatif belajar fisika berbasis lingkungan. Metode penelitian ini menggunakan kajian literatur dan observasi langsung untuk mengeksplorasi keterkaitan konsep fisika dalam proses pembuatan briket Blotong melalui pendekatan kualitatif. Data yang diperoleh selanjutnya dianalisis untuk memperoleh pemahaman mengenai integrasi konsep fisika pada pengolahan briket Blotong. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat konsep fisika pada proses pembuatan briket Blotong antara lain perpindahan kalor, momentum, tekanan, gaya gesek, pemisahan campuran dan kerapatan zat. Oleh sebab itu integrasi proses pembuatan briket Blotong dalam pembelajaran dapat menjadi salah satu alternatif sumber belajar berbasis lingkungan.

Kata kunci: prinsip fisika, limbah, briket, energi alternatif, pembelajaran berbasis lingkungan.

Abstract

Sugarcane waste, or "Blotong," is a by-product of sugarcane processing after juice extraction for sugar production. Blotong is typically underutilized and can lead to environmental pollution. However, with appropriate processing, Blotong has the potential to become an alternative energy source by being converted into briquettes. This process inherently involves physics principles, which makes it valuable as an environmental-based physics learning resource. This study aims to identify the physics principles in Blotong briquette production, such as heat transfer, momentum, pressure, frictional force, mixture separation, and material density. Using literature review and direct observation, the research explores the correlation between these concepts and the briquette-making process through a qualitative approach. Findings show that integrating the physics concepts from this process into education can serve as an alternative, environmentally-focused learning resource, promoting awareness of waste utilization and renewable energy.

Keywords: physics principles, waste, briquette, alternative energy, environmentally-based learning

Article History: Received: 16 November 2024
Accepted: 31 January 2025

Revised: 13 January 2025
Published: 30 April 2025

How to cite: Oktarina, T., & Saparini. (2024) *Identifikasi Konsep Fisika pada Arang Briket Limbah Tebu untuk Pembelajaran Fisika Berbasis Lingkungan*, Jurnal Literasi Pendidikan Fisika, 6 (1). pp 1-9.
<https://doi.org/10.30872/jlpf.v6i1.4307>

Copyright © April 2025, Jurnal Literasi Pendidikan Fisika

PENDAHULUAN

Pendidikan di Indonesia perlu ditingkatkan untuk menumbuhkan kesadaran manusia akan kepedulian lingkungan, dimulai dari pendidikan karakter, sikap peduli lingkungan, dengan pembelajaran berbasis lingkungan (Nurmasitoh, 2017). Dengan tujuan untuk menyelamatkan lingkungan akibat eksploitasi berlebihan oleh manusia. Pembelajaran berbasis lingkungan merupakan pembelajaran yang berfokus pada lingkungan sebagai media belajar atau sumber belajar, jadi lingkungan dapat menjadi sarana belajar yang, lingkungan secara alamiah menyediakan bahan-bahan yang tidak perlu dibeli seperti cahaya matahari, udara, pohon-pohon, air, rumput-rumput, dan lain sebagainya. Yang dapat menjadi tempat belajar yang ekonomis (Wuryastuti & Ni'mah, 2016).

Penemuan sumber energi alternatif menjadi sangat penting di era modern saat ini sebagai upaya menjaga keseimbangan lingkungan. Seiring dengan kebutuhan akan minyak tanah yang semakin meningkat namun pasokan minyak dan bahan bakar akan menjadi semakin langka dan habis seiring berjalannya waktu. Oleh karena itu, perlu adanya pembuatan bahan bakar alternatif yang murah, mudah diproduksi, serta memiliki nilai kalor yang tinggi. Merupakan salah satu solusi yang diharapkan dapat mengatasi masalah kelangkaan energi, salah satunya bisa dengan menggunakan biomassa sebagai energi alternatif (Tarigan dkk., 2023).

Biomassa atau limbah organik yang jumlahnya melimpah dapat dimanfaatkan sebagai energi alternatif. Namun biomassa harus diolah terlebih dahulu, misalnya dengan membuat briket, namun penggunaan biomassa secara langsung dinilai kurang efisien dan dapat menyebabkan pencemaran udara berupa asap hasil pembakaran. Briket merupakan arang dengan bentuk tertentu yang dihasilkan melalui proses pemadatan dengan penambahan bahan perekat tertentu dan dalam jumlah tertentu seperti minyak jelantah (Mahendra & Praswanto, 2022). Minyak jelantah adalah limbah dapur yang berasal dari penggunaan yang minyak goreng secara berulang, serta dapat menghasilkan zat yang bersifat merusak, limbah minyak jelantah yang dibuang secara sembarangan bisa berpotensi merusak lingkungan dan menyebabkan lingkungan sekitar tercemar (Meidayanti dkk., 2024). Menggunakan briket arang sebagai bahan bakar memungkinkan untuk menghasilkan panas dengan asap yang lebih sedikit. Keuntungan dari proses pembriketan adalah dapat memberikan nilai kalor yang lebih tinggi dan meminimalkan produksi asap dibandingkan dengan membakar secara langsung (Mustain dkk., 2021).

Limbah tebu (Blotong) mempunyai potensi untuk dimanfaatkan secara optimal sebagai alternatif. Hal ini sejalan dengan bertambahnya jumlah area perkebunan tebu di Indonesia dari tahun ke tahun. Perlu dilakukan konversi, Blotong menjadi bahan yang lebih ekonomis, untuk mengurangi dampak negatifnya terhadap lingkungan. Blotong ini dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan briket. Blotong merupakan limbah industri gula yang kurang dimanfaatkan secara optimal sehingga menimbulkan permasalahan tersendiri bagi industri gula dan lingkungan karena dianggap limbah (Maulinda dkk., 2020).

Pemanfaatan Blotong sebagai bahan baku briket tidak hanya mendukung prinsip keberlanjutan lingkungan tetapi juga menjadi kesempatan untuk mengintegrasikan ke dalam pembelajaran sains, khususnya fisika. Fisika dalam pembelajaran sains pada dasarnya mempelajari tentang bagaimana memahami alam secara sistematis melalui penemuan serta melalui fakta dan konsep (Pawarangan dkk., 2023). Fisika sangat erat kaitannya dengan peristiwa atau fenomena alam yang terjadi disekitar kita, untuk itu pembelajaran fisika seharusnya dapat diawali dengan kejadian atau contoh-contoh yang ada dalam kehidupan sehari-hari (Suparman, 2016).

Penelitian terkait identifikasi prinsip fisika pada proses pembuatan mainan, makanan, minuman atau yang berbasis kearifan lokal telah dilakukan sebelumnya yaitu pada proses pembuatan sagu putak (Laos & Tefu, 2019), pembuatan jajanan tradisional dawet dan klepon (Elisa dkk., 2022), pembuatan minuman khas timor yang dikenal dengan sebutan Sopi (Asbanu & Kasseh, 2021), dari penelitian sebelumnya yang telah dilakukan masih terbatas pada kearifan lokal. Dalam pembelajaran fisika mengeksplorasi konsep-konsep fisika dalam proses pembuatan arang briket Blotong masih jarang

Identifikasi Konsep Fisika...

dieksplorasi sebagai bagian dari metode pembelajaran yang menarik dan inovatif, sehingga dapat memberikan peluang penelti yang untuk mengkaji lebih lanjut bagaimana penerapan konsep-konsep tersebut dapat meningkatkan pemahaman siswa dan ketertarikan siswa dalam pembelajaran fisika.

Proses pembuatan arang briket Blotong tidak lepas dari konsep fisika mulai dari proses pemisahan limbah sampai ke proses penjemuran arang briket tersebut. Oleh karena itu pada proses pembuatan arang briket Blotong ini bisa dijadikan sebagai sumber belajar fisika berbasis lingkungan. Oleh karena itu tujuan penulisan artikel ini adalah “untuk mengetahui apa saja konsep fisika yang terdapat pada proses pembuatan arang briket Blotong serta mengidentifikasi dan mengeksplorasi konsep-konsep fisika yang ada pada arang briket limbah tebu”.

METODE

Jenis penelitian ini adalah penelitian kualitatif. Yang merupakan studi yang meneliti suatu kualitas hubungan, aktivitas, situasi, atau berbagai material. Dalam penelitian ini, peneliti mempertimbangkan fakta dan hasil yang dikumpulkan dari penelitian yang dilakukan. Metode pengumpulan data menggunakan studi literatur, observasi dan dokumentasi. Teknik pengumpulan data yang dilakukan yaitu melalui observasi tidak terstruktur. Observasi dilakukan dengan peneliti membuat langsung briket Blotong yang kemudian di dokumentasikan, yang dilakukan dari 28 April 2024 sampai 28 Mei 2024. Teknik analisis data dalam penelitian ini adalah deskriptif kualitatif, dimana penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan suatu objek atau fenomena secara naratif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

HASIL

Penelitian ini menunjukkan bahwa proses pembuatan briket Blotong melibatkan penerapan berbagai prinsip fisika pada setiap tahapnya. Prinsip-prinsip fisika tersebut dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Tekanan dan gaya gesek

Gambar 1 menunjukkan proses awal pembuatan gula tebu, untuk memisahkan cairan dengan ampas tebu menggunakan alat RVF (*Rotary Vacuum Filter*), dengan prinsip fisika yang berlaku yaitu tekanan dan gaya gesek.



Gambar 1. Pelepasan Blotong dari mesin RVF (*Rotary Vacuum Filter*)

2. Konduksi

Pada Gambar 2 menunjukan proses pemanasan Blotong pada proses ini terjadi perpindahan kalor secara konduksi.

**Gambar 2.** Memanaskan Blotong

3. Pemisahan Campuran

Proses selanjutnya dalam pembuatan briket Blotong adalah pemisahan campuran pemisahan campuran dengan prinsip perbedaan massa jenis benda.

**Gambar 3.** Pemisahan Blotong dengan campuran

4. Penumbukan Blotong

Penumbukan dilakukan untuk menghaluskan Blotong yang dapat dilihat pada Gambar 4 dengan menerapkan prinsip momentum dan tumbukan, dimana gerakan cepat menghasilkan tumbukan yang kuat, mempermudah proses penghancuran.

**Gambar 4.** Penumbukan Blotong

5. Kerapatan Partikel

Proses pencampuran Blotong dengan minyak jelantah memanfaatkan prinsip kerapatan partikel, yang membuat partikel Blotong saling mengikat. Pencetakan memperkuat ikatan partikel dan mengurangi ruang kosong di dalam briket.



Gambar 5. Pencampuran Blotong dengan Minyak Jelantah (Dokumentasi Pribadi)



Gambar 6. Pencetakan Briket Blotong

6. Radiasi

Penjemuran briket dilakukan di bawah sinar matahari dengan perpindahan kalor secara radiasi seperti yang terlihat pada Gambar 7. Energi panas diserap oleh briket, sedangkan material isolator seperti asbes mengurangi laju aliran kalor berlebih.



Gambar 7. Penjemuran Briket Blotong

PEMBAHASAN

PTPN 7 Pabrik Gula Cinta Manis merupakan salah satu pabrik yang dikelola oleh PTPN 7 yang terletak di Desa Ketiau Kecamatan Lubuk Keliat Kabupaten Ogan Ilir Provinsi Sumatera Selatan. Pabrik Gula Cinta Manis merupakan salah satu dari 27 unit usaha PTPN 7 yang tersebar di Lampung,

Sumatera Selatan, dan Bengkulu. Yang mengelola komoditi tebu dan pabrik gula, yang menghasilkan produk utamanya berupa gula, hasil sampingan dari olahan tebu berupa tetes tebu dan Blotong yang menghasilkan sekitar 714,246 ton pada tahun 2022 (Sakti, 2022).

Limbah sampingan hasil pengolahan tebu berupa Blotong, inilah yang dapat dimanfaatkan sebagai arang briket. Dengan penambahan minyak jelantah sisa penggorengan, yang kemudian di campur dan dicetak sesuai dengan bentuk yang diinginkan. Kemudian dijemur dibawah terik matahari hingga kering dengan lama pengeringan 10 hari atau untuk waktu yang lebih efisien dapat menggunakan oven dengan suhu 200 derajat selama 30 menit.

Penelitian dilakukan pada bulan April 2024, diawali dengan survei tempat pembuangan limbah. Dan dilanjutkan dengan kegiatan observasi langsung dan pembuatan briket Blotong secara mandiri serta dokumentasi. Berdasarkan analisis keterkaitan antara hasil observasi langsung dan dokumentasi proses pembuatan briket Blotong dengan konsep fisika diperoleh hasil sebagai berikut:

1. Pelepasan Blotong dari Mesin RVF (Rotary Vacuum Filter) (Tekanan dan gaya Gesek)

Pada Gambar 1, menunjukkan proses awal pembuatan gula tebu, untuk memisahkan cairan dengan ampas tebu menggunakan alat RVF (Rotary Vacuum Filter), dengan prinsip fisika yang berlaku yaitu tekanan dan gaya gesek. Dimana alat RVF ini bekerja dengan memutar drum berlubang, yang terendam sebagian dalam cairan yang mengandung suspensi padatan. Pada saat drum berputar tekanan vakum menarik cairan melewati filter (*cloth*), dan meninggalkan padatan yang menempel di permukaan drum. Tekanan vakum mendorong gas/udara melalui Blotong dan gas tersebut akan mendorong cairan masuk ke dalam. Dan untuk melepaskan Blotong dari alat RVF digunakan pisau skrap yang bergesekan langsung dengan permukaan drum sehingga Blotong yang sudah tidak mengandung cairan terlepas. Dimana konsep gaya gesek itu sendiri terjadi apabila dua benda saling bergesekan dengan arah yang sejajar dengan permukaan benda dan berlawanan arah dengan arah gerak benda (Hernawati, 2020).

2. Memanaskan Blotong (Konduksi)

Gambar 2 menunjukan proses pemanasan Blotong yang mana Blotong yang sudah selesai diproses melalui alat RVF masih mengandung kadar air, oleh karena itu harus dipanaskan terlebih dahulu diatas tungku kemudian Blotong akan mengalami penguapan untuk mempercepat proses pengurangan kadar air. Pada proses ini terjadi perpindahan kalor secara konduksi. Perpindahan kalor secara konduksi merupakan kondisi dimana perpindahan energi sebagai kalor melalui medium stasioner, seperti tembaga, air, atau udara (Mursadin & Subagyo, 2016). Di dalam benda padat, seperti panci yang digunakan untuk memanaskan Blotong, terjadi perpindahan energi dari atom-atom dengan temperatur tinggi ke atom-atom dengan temperatur rendah. Pada Gambar 8, Blotong yang dipanaskan diletakkan di dalam panci, yang berfungsi sebagai medium penghantar energi dari api ke Blotong. Panci tersebut bersifat konduktor, sehingga memungkinkan transfer panas secara efisien.



Gambar 8. Mekanisme perpindahan kalor secara konduksi

3. Pemisahan campuran

Setelah dipanaskan Blotong akan berbentuk serbuk namun jika masih ada yang menggumpal atau

terdapat kotoran-kotoran yang bukan merupakan bagian dari Blotong perlu dilakukan pemisahan campuran seperti yang terlihat pada Gambar 3 dengan prinsip perbedaan ukuran partikel. Ukuran partikel diatas penyaringan adalah Blotong kasar dan kemudian ditumbuk kembali untuk mendapatkan tekstur yang lebih halus.

4. Penumbukan (Momentum dan Tumbukan)

Proses selanjutnya dari Pembuatan briket Blotong adalah penumbukan seperti yang terlihat pada Gambar 4. Penumbukan dilakukan apabila terdapat Blotong yang masih menggumpal setelah dilakukan proses pemisahan campuran. Pada proses ini prinsip fisika yang berlaku yaitu momentum dan tumbukan. Momentum merupakan besaran yang menunjukkan ukuran seberapa sulit untuk menghentikan atau mengubah gerakan benda. Sedangkan tumbukan adalah interaksi antara dua benda, atau lebih yang menyebabkan perubahan gerak, dan energi kinetik dari benda tersebut dalam selang waktu tertentu. Nah pada proses menumbuk Blotong itu terjadi tumbukan antara anak lumpang dengan Blotong. Hubungan antara momentum dan tumbukan adalah apabila semakin cepat gerakan menumbuk akan semakin besar momentumnya. Untuk menghitung energi yang dibutuhkan dalam proses tumbukan saat menumbuk Blotong, kita dapat menggunakan prinsip energi kinetik. Energi kinetik dihasilkan oleh alat tumbukan (anak lumpang) ketika bergerak menuju Blotong. Energi ini bergantung pada massa alat tumbukan dan kecepatannya yang dapat dihitung menggunakan Persamaan (1).

$$E_k = \frac{1}{2}mv^2 \quad (1)$$

Dimana E_k adalah energi kinetik (Joule), m adalah massa (kg), dan v adalah kecepatan alat tumbukan sebelum mengenai Blotong (m/s).

5. Pencampuran Blotong dengan minyak jelantah dan pencetakan Blotong (Kerapatan zat)

Proses yang selanjutnya yaitu pencampuran Blotong dengan minyak jelantah yang menyebabkan Blotong menggumpal dan kemudian dipadatkan menggunakan cetakan yang dapat dilihat pada Gambar 5 dan Gambar 6. Pada proses ini berlaku konsep kerapatan partikel dan perubahan bentuk. Kerapatan partikel dapat terjadi karena adanya pencampuran Blotong dengan minyak jelantah yang membuat partikel-partikel Blotong saling mengikat satu sama lain (Nurhilal, 2018). Ketika campuran ini dicetak dan dipadatkan menggunakan cetakan, partikel-partikel Blotong akan menjadi lebih rapat, dan mengurangi ruang kosong.

6. Penjemuran Briket Blotong (Radiasi)

Pada proses terakhir pembuatan briket Blotong seperti yang terlihat pada Gambar 7 adalah penjemuran briket dibawah sinar matahari pada proses ini terjadi perpindahan panas dengan cara radiasi. Semakin besar kalor jenis suatu benda semakin besar pula kemampuan benda dalam menyerap kalor (Kusrini, 2020). Matahari sebagai penyumbang energi yang diserap oleh asbes sebagai material isolator termal (konduktivitas termal materai yang rendah) (Selparia dkk., 2014). Konduktivitas termal material merupakan besaran yang menyatakan kemampuan suatu bahan dalam menghantarkan panas, menunjukkan seberapa cepat kalor mengalir dalam bahan (Pawarangan dkk., 2023). Asbes sendiri memiliki konduktivitas sebesar 0,154 W/m°C (Selparia dkk., 2014). Supaya pengeringan briket optimal bisa di jemur dibawah terik matahari selama satu minggu atau alternatif menggunakan oven dengan suhu pengeringan yang umum dilakukan adalah 60°C selama 24 jam.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, proses pembuatan briket Blotong menerapkan berbagai prinsip fisika pada setiap tahapnya, termasuk tekanan dan gaya gesek dalam pemisahan ampas tebu menggunakan *rotary vacuum filter* (RVF), konduksi dalam pemanasan Blotong, serta pemisahan

Identifikasi Konsep Fisika...

campuran berdasarkan perbedaan massa jenis. Selain itu, prinsip momentum dan tumbukan berperan dalam proses penumbukan, sementara kerapatan partikel mempengaruhi pencampuran Blotong dengan minyak jelantah serta pencetakan briket. Proses pengeringan memanfaatkan perpindahan kalor secara radiasi dari sinar matahari. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pemanfaatan limbah Blotong sebagai bahan baku briket, dengan tambahan minyak jelantah, dapat menjadi alternatif energi terbarukan yang ramah lingkungan serta mengoptimalkan penggunaan limbah pabrik gula. Selain itu, penelitian ini dapat digunakan sebagai media pembelajaran fisika yang kontekstual, karena menghubungkan konsep fisika dengan aplikasi nyata dalam kehidupan sehari-hari, sehingga meningkatkan pemahaman dan minat siswa terhadap sains serta penerapannya dalam teknologi dan lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

- Asbanu, D. E. S. ., & Kasseh, Y. (2021). Identifikasi Konsep-Konsep Sains dalam Proses Pembuatan Sopi Timor di Kabupaten Timor Tengah Selatan. *Lensa: Jurnal Kependidikan Fisika*, 9(2), 142. <https://doi.org/10.33394/j-lkf.v9i2.4396>
- Elisa, E., Prabandi, A. M., Istighfarini, E. T., Alivia, H., Inayah H., L. W., & Nuraini, L. (2022). Analisis Konsep-Konsep Fisika Berbasis Kearifan Lokal Pada. *ORBITA. Jurnal Hasil Kajian, Inovasi, Dan Aplikasi Pendidikan Fisika*, 8(November), 194–199.
- Hernawati. (2020). Mengetahui Koefisien Gesek Statik Dan Kinetis Melalui Konsep Gerak Melingkar Beraturan. *Jurnal Teknosains*, 7(1), 55–65.
- Kusrini. (2020). Modul Pembelajaran SMA fisika Kelas XI: Suhu dan Kalor. *Direktorat Jendral PAUD, DIKDAS, Dan DIKMEN*, 25–29.
- Laos, L. E., & Tefu, M. O. F. I. (2019). Identifikasi Konsep Fisika Pada Kearifan Lokal Pengolahan Sagu (Putak) Kabupaten Timor Tengah Selatan. *Jurnal Fisika : Fisika Sains Dan Aplikasinya*, 4(2), 77–84. <https://doi.org/10.35508/fisa.v4i2.1827>
- Mahendra, T. S., & Praswanto, D. H. (2022). Pengaruh Campuran Minyak Jelantah pada Briket Sampah Organik dan Serbuk Kayu terhadap Laju Pembakaran. *Prosiding SENIATI*, 6(2), 330–336. <https://doi.org/10.36040/seniati.v6i2.4985>
- Maulinda, L., Mardinata, H., & Jalaluddin, J. (2020). Optimasi Pembuatan Briket Berbasis Limbah Ampas Tebu Menggunakan Metode RSM (Response Surface methodology). *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 8(1), 1. <https://doi.org/10.29103/jtku.v8i1.2222>
- Meidayanti, K., Siska, A. I., & Alfiyah, N. (2024). Program Pemberdayaan Masyarakat Melalui Inovasi Pengolahan Minyak Jelantah Menjadi Sabun Cuci Sebagai Upaya Mewujudkan Strategi Daerah Pengelolaan Sampah Rumah Tangga dan Sampah Sejenis Sampah. 4(4), 2587–2595.
- Mursadin, A., & Subagyo, R. (2016). Perpindahan Panas I Hmkk 453. *Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat*, 1–51.
- Mustain, A., Sindhuwati, C., Wibowo, A. A., Estelita, A. S., & Rohmah, N. L. (2021). Pembuatan Briket Campuran Arang Ampas Tebu dan Tempurung Kelapa sebagai Bahan Bakar Alternatif. *Jurnal Teknik Kimia Dan Lingkungan*, 5(2), 100–106. <https://doi.org/10.33795/jtkl.v5i2.183>
- Nurhilal, M. (2018). Mampu Bentuk Briket Variasi Bahan Briket Dengan Komposisi Perekat Serta Waktu Pencelupan Minyak Jelantah. *Jurnal Ilmiah Inovasi*, 18(1), 10–17. <https://doi.org/10.25047/jii.v18i1.850>
- Nurmasitoh, Q. R. A. R. (2017). Pengaruh Pembelajaran Berbasis Lingkungan Terhadap Sikap Pelestarian Pada Materi Pencemaran Lingkungan. 3(2), 75–86.
- Pawarangan, I., Nusa, J. G. N., Mawuntu, V. J., Saka, B. G., & Jefriyanto, W. (2023). Identifikasi Prinsip

Identifikasi Konsep Fisika...

Fisika Pada Rumah Adat Minahasa di Woloan Untuk Pembelajaran Fisika. *SCIENING : Science Learning Journal*, 4(2), 107–113. <https://doi.org/10.53682/slj.v4i2.7955>

Sakti, A. (2022). *Sustainability Report - Laporan Keberlanjutan PT Perkebunan Nusantara VII 2022*. Diakses tanggal 20 Januari 2025 dari <https://www.ptpn7.com/user/assets/images/laporan/Sustainability%20Report%202022%20Signed.pdf>

Selparia, E., Ginting, M., & Syech, R. (2014). Pembuatan dan Pengujian Alat Untuk Menentukan Konduktivitas Plat Seng, Multiroof dan Asbes. *Penambahan Natrium Benzoat Dan Kalium Sorbat (Antiinversi) Dan Kecepatan Pengadukan Sebagai Upaya Penghambatan Reaksi Inversi Pada Nira Tebu*, 2(1), 191–197.

Suparman, M. (2016). Pengembangan Media Pembelajaran Fisika Berbasis Li Gku Ga De Ga Mema Faatka Komputer Siswa Kelas X Sma Egeri 1 Ulaweng. *Jurnal Sains Dan Pendidikan Fisika*, 2(12), 136–145.

Tarigan, M. Z. P., Bahri, S., Mulyawan, R., Muarif, A., & Luddin, J. (2023). Pemanfaatan Limbah Ampas Tebu Untuk Pembuatan Arang Briket Dengan Menggunakan Bahan Perekat Lem K Dan Tepung Beras Ketan. *Chemical Engineering Journal Storage (CEJS)*, 3(6), 798. <https://doi.org/10.29103/cejs.v3i6.11572>

Wuryastuti, S., & Ni'mah, I. (2016). Model Pembelajaran Berbasis Lingkungan Untuk Meningkatkan Kecakapan Hidup Mahasiswa Melalui Pembuatan Kompor Biogas. *EduHumaniora | Jurnal Pendidikan Dasar Kampus Cibiru*, 5(2), 113–120. <https://doi.org/10.17509/eh.v5i2.2842>