

Pelatihan Berbasis Komunitas dalam Pemanfaatan Limbah Pelepah Sawit Menjadi Briket untuk Meningkatkan Nilai Ekonomi Lokal di Desa Suka Mulya

Haikal Faiz^{*1}, Sandi², Hamka³, Muh. Safar⁴

¹⁻⁴Universitas Muhammadiyah Bone, Sulawesi Selatan

e-mail: ^{*}haikalfaizbone45@gmail.com, ²sandidila261@gmail.com, ³hamka.umimks@gmail.com,

⁴safarmuhammad785@gmail.com

Article History

Received: 12 Januari 2026

Revised: 18 Januari 2026

Accepted: 13 Februari 2026

DOI: <https://doi.org/10.58794/jdt.v6i1.1964>

Kata Kunci – Briket Pelepah Kelapa, Ekonomi Lokal, Desa Suka Mulya, Pemberdayaan Masyarakat, Limbah

Abstract – *This community service activity aims to utilize oil palm frond waste into biomass briquettes to increase local economic value and support environmental management in Suka Mulya Village, Dayun District, Siak Regency. The method used is a quantitative approach with a pretest-posttest design combined with socialization and training in briquette making for the community. The results of the activity show that the resulting briquettes have a moisture content of 7.40% and meet national standards, and have good mechanical resistance although the density value still needs to be improved. In addition to producing environmentally friendly alternative energy products, this activity has an impact on increasing community knowledge and skills as indicated by a significant increase in posttest scores. This activity has the potential to become a model for community empowerment based on sustainable local waste utilization.*

Abstrak – Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan memanfaatkan limbah pelepah kelapa sawit menjadi briket biomassa guna meningkatkan nilai ekonomi lokal dan mendukung pengelolaan lingkungan di Desa Suka Mulya, Kecamatan Dayun, Kabupaten Siak. Metode yang digunakan berupa pendekatan kuantitatif dengan desain *pretest-posttest* yang dipadukan dengan sosialisasi dan pelatihan pembuatan briket kepada masyarakat. Hasil kegiatan menunjukkan bahwa briket yang dihasilkan memiliki kadar air sebesar 7,40% dan memenuhi standar nasional, serta memiliki ketahanan mekanik yang baik meskipun nilai densitas masih perlu ditingkatkan. Selain menghasilkan produk energi alternatif ramah lingkungan, kegiatan ini berdampak pada peningkatan pengetahuan dan keterampilan masyarakat yang ditunjukkan oleh kenaikan signifikan nilai *posttest*. Kegiatan ini berpotensi menjadi model pemberdayaan masyarakat berbasis pemanfaatan limbah lokal yang berkelanjutan.

1. PENDAHULUAN

Perkebunan kelapa sawit merupakan salah satu sektor unggulan Indonesia karena kontribusinya sebagai komoditas ekspor dan penopang ekonomi daerah. Perkebunan kelapa sawit juga merupakan salah satu sektor pertanian terbesar di Indonesia dan menjadi komoditas strategis bagi perekonomian nasional. Skala produksi yang luas menunjukkan bahwa aktivitas perkebunan menghasilkan biomassa dalam jumlah besar, sehingga potensi sawit memberikan peluang besar untuk dikembangkan lebih lanjut. Salah satu tulisan membahas bagaimana kenaikan harga bahan bakar konvensional semakin membebani kegiatan ekonomi rumah tangga dan UMKM pedesaan sehingga menuntut inovasi energi alternatif yang terjangkau dan berkelanjutan. Hal ini sangat relevan dengan konteks Desa Suka Mulya, di mana briket biomassa dari pelepah sawit dapat menjadi solusi untuk mengurangi ketergantungan terhadap LPG atau minyak tanah.

Secara lebih luas, Indonesia merupakan negara penghasil kelapa sawit terbesar di dunia sehingga setiap wilayah sentra produksi—termasuk desa-desa di Sumatra—menghadapi persoalan serupa. Menurut Badan Pusat Statistik, luas perkebunan sawit Indonesia mencapai 16,38 juta hektar pada tahun 2023, dan setiap hektar sawit dapat menghasilkan 4–7 pelepah per siklus panen[1]. Dengan estimasi 4–7 pelepah per batang setiap panen dan asumsi rata-rata 1500 batang sawit per hektar, potensi pelepah yang tersedia setiap bulan mencapai puluhan juta ton. Volume limbah biomassa sawit yang dihasilkan secara nasional juga mencapai puluhan juta ton setiap tahun. Pola ini tidak hanya menunjukkan besarnya tantangan ekologis, tetapi juga peluang pemanfaatan biomassa sebagai energi terbarukan yang dapat memperkuat ketahanan energi lokal.

Pengelolaan limbah perkebunan sawit merupakan salah satu persoalan lingkungan yang sering kali muncul secara nyata di tingkat desa, termasuk di Desa Suka Mulya. Salah satu limbah yang jumlahnya sangat melimpah adalah pelepah kelapa sawit, yang dihasilkan setiap kali proses panen dilakukan. Pelepah umumnya hanya ditumpuk di area kebun atau dibiarkan membusuk tanpa dimanfaatkan secara optimal. Limbah pertanian pada umumnya sering hanya dibuang, dibakar, atau dibiarkan membusuk sehingga menimbulkan masalah lingkungan dan tidak memberikan nilai tambah bagi masyarakat. Kondisi ini juga terjadi di banyak desa penghasil sawit—termasuk Desa Suka Mulya—di mana pelepah sawit masih dianggap sebagai sisa panen yang tidak memiliki nilai ekonomi. Dalam praktik keseharian, pelepah sawit umumnya hanya ditumpuk di area kebun, dibiarkan membusuk, atau dibakar secara terbuka sehingga menimbulkan gangguan lingkungan dan risiko kesehatan. Salah satu limbah yang banyak dihasilkan dari perkebunan adalah pelepah sawit.

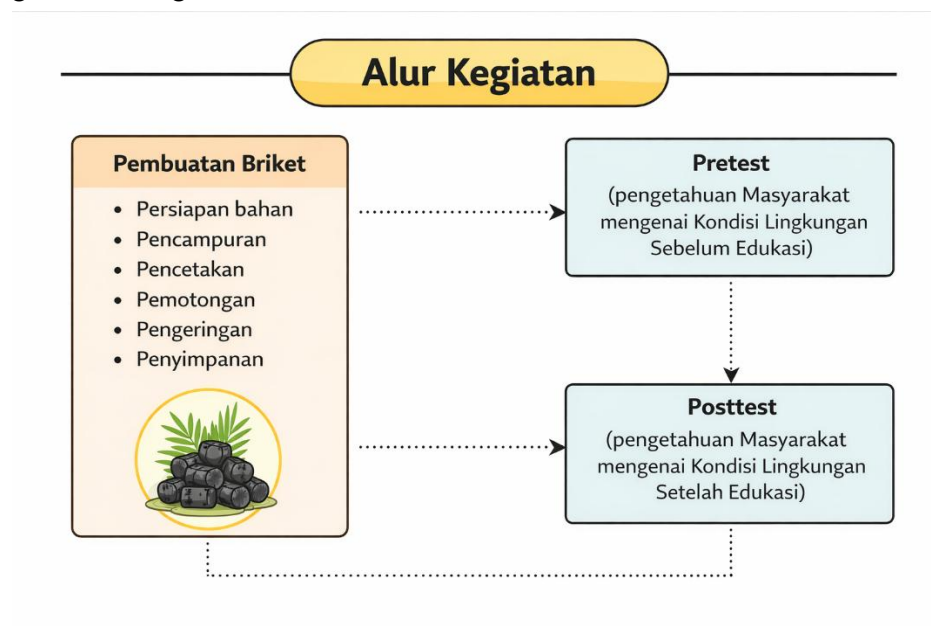
Transformasi limbah pelepah sawit menjadi briket dapat menjadi strategi inovatif untuk meningkatkan nilai tambah ekonomi lokal. Peneliti sebelumnya [2] meneliti karakteristik energi briket pelepah sawit tanpa proses karbonisasi, dengan tiga variasi sumber bahan baku. Hasilnya menunjukkan nilai kalor tertinggi 3.477,67 kKal/kg, kadar abu rendah, dan biaya produksi ekonomis. Penelitian lain [3] melakukan kegiatan pengabdian masyarakat di Desa Sungai Buluh dengan memberi pelatihan pembuatan briket pelepah sawit menggunakan metode karbonisasi tradisional. Kegiatan tersebut berhasil memproduksi briket dan mengedukasi UMKM, tetapi tidak disertai pengujian kualitas energi, analisis nilai ekonomi, ataupun model keberlanjutan program. Menurut peneliti [4] dalam penelitian, biomassa merupakan sumber energi terbarukan yang dapat dikonversi menjadi bahan bakar padat, cair, atau gas melalui proses fisik, termal, maupun biokimia [5]. Pelepah sawit tergolong limbah lignoselulosa yang memiliki karakteristik penting untuk dijadikan briket, yakni kadar lignin tinggi, kandungan selulosa besar, dan sifat mudah dipadatkan.

Teori nilai tambah dari [6] menyatakan bahwa suatu proses produksi mampu meningkatkan nilai ekonomi suatu bahan apabila melalui aktivitas transformasi yang menciptakan kegunaan baru, efisiensi lebih tinggi, atau memberikan manfaat yang sebelumnya tidak ada. Selain itu, peneliti dalam penelitian [7] menjelaskan bahwa peningkatan nilai tambah pada produk pedesaan dapat mendorong peningkatan pendapatan masyarakat melalui penciptaan pasar baru dan peningkatan daya tawar ekonomi lokal. Transformasi limbah pelepah sawit menjadi briket memiliki potensi ekonomi signifikan bagi masyarakat Desa Suka Mulya. Dalam konteks energi, Demirbas [8], [9] menekankan bahwa biomassa sebagai sumber energi alternatif mampu mengurangi ketergantungan pada energi fosil, menurunkan emisi karbon, dan mendorong praktik ekonomi yang lebih ramah lingkungan. Transformasi limbah pelepah sawit menjadi briket mendukung keberlanjutan melalui tiga pilar utama: ekonomi, lingkungan, dan sosial.

Berdasarkan uraian tersebut, kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan untuk melakukan pendampingan dan pelatihan berbasis komunitas dalam pemanfaatan limbah pelepah kelapa sawit menjadi briket biomassa di Desa Suka Mulya, Kecamatan Dayun, Kabupaten Siak. Secara khusus, kegiatan ini bertujuan meningkatkan pengetahuan dan keterampilan masyarakat dalam proses produksi briket, menguji kualitas dasar briket yang dihasilkan, serta mendorong terciptanya nilai tambah ekonomi lokal melalui pemanfaatan limbah perkebunan sebagai sumber energi alternatif yang ramah lingkungan.

2. METODE PENGABDIAN

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan pendekatan eksperimen semu (*quasi-experimental*) berupa *pretest* dan *posttest*. Menurut [10] eksperimen semu adalah jenis desain yang melibatkan minimal dua kelompok. Satu kelompok berperan sebagai kelompok eksperimen, sedangkan kelompok lainnya berperan sebagai kelompok kontrol. Penelitian ini bertujuan untuk mengolah limbah pelepah sawit menjadi produk ramah lingkungan yang bernilai ekonomis. Penelitian ini dilakukan di Kampung Suka mulya, Kecamatan Dayun, Kabupaten Siak Sri Indrapura pada tanggal 31 Agustus 2025. Populasi dalam penelitian ini adalah warga Kampung Suka Mulya yang berusia sekitar 14 - 85 tahun. Kegiatan kelompok KKN 141 Desa Suka Mulya memiliki tema Lingkungan. Kegiatan yang dilakukan dan berhubungan khusus dengan tema adalah pembuatan briket limbah pelepah sawit yang bernilai ekonomis. Berikut rangkaian inti kegiatan:



Gambar 1. Alur Pelaksanaan Kegiatan Pembuatan Briket

Dalam mengatasi permasalahan tersebut, kegiatan pengabdian masyarakat ini menerapkan model pemberdayaan. Model ini dilakukan dengan mengumpulkan khalayak, sasaran dalam hal ini masyarakat Kampung Suka Mulya untuk dilakukan sosialisasi serta pelatihan pembuatan briket dari limbah pelepah sawit. Kegiatan pengabdian ini dilakukan dengan berbagai tahap, yaitu (1) memberikan *pre test*, (2) menyampaikan sosialisasi serta pelatihan melalui demonstrasi mengenai pembuatan briket dari limbah pelepah sawit, (3) pemberian *post test*.

Alat yang digunakan:

- Drum karbonisasi
- Parang
- Saringan mesh 60
- Lumpang dan alu
- Cetakan briket
- Cutter
- Panci

Bahan yang digunakan:

- Pelepah kelapa sawit
- Tepung tapioka
- Air

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Implementasi pembuatan briket dilakukan melalui praktik langsung bersama masyarakat. Arang dari pelepah kelapa sawit diolah dengan perekat alami dari tepung kanji, kemudian dicetak, dikeringkan, dan diuji kualitasnya. Hasil pengujian mutu briket dibandingkan dengan standar SNI 01 6235-2000 [11] ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Perbandingan Hasil Uji Briket dengan Standar SNI 01-6235-2000

Parameter	Hasil Penelitian	Standar SNI 01 6235 2000	Keterangan
Densitas (g/cm ³)	0,64	≥ 0,70	Belum memenuhi standar
Kadar Air (%)	7,40	≤ 8,00	Memenuhi standar
Kekuatan Mekanik	Hampir 100% (uji jatuh 1,5 m)	≥ 60 kg/cm ² (uji tekan)	Tahan uji jatuh, perlu uji tekan formal

Pada saat pendampingan proses implementasi kegiatan pembuatan briket, terlebih dahulu kegiatan ini melakukan beberapa tahapan prosedur, di antaranya :

- Persiapan bahan: arang dari pelepah sawit hasil pirolisis ±50 gram, serta perekat alami dari tepung kanji.
- Pencampuran: arang yang sudah dihaluskan dicampur dengan perekat hingga merata.
- Pencetakan: adonan dicetak menggunakan cetakan berbentuk balok.
- Pemotongan: briket dipotong sesuai ukuran yang diinginkan.
- Pengeringan dan penyimpanan: briket dikeringkan di bawah sinar matahari atau oven hingga mengeras, kemudian disimpan di tempat kering.
- Uji mutu: dilakukan pengujian kadar air, densitas, dan kekuatan mekanik (strength test).

- Perhitungan kadar air

$$\text{Kadar Air \%} = \frac{w_1 - w_2}{w_1} \times 100 \quad (\text{Pers 1})$$

Dimana: w_1 = massa awal (g), w_2 = massa setelah pengeringan (g)

- Perhitungan Densitas

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (\text{Pers 2})$$

Dimana: ρ = densitas (g/cm³), m = massa (g), V = volume (cm³)

- Strength

$$\text{Kekuatan Tekan} = \frac{F}{A} \quad (\text{Pers 3})$$

Dimana: F = gaya tekan maksimum (N), A = luas penampang (cm²)

Hasil menunjukkan bahwa briket yang dihasilkan memiliki kadar air sesuai standar dan kekuatan mekanik cukup baik (tahan uji jatuh dari ketinggian 1,5 m). Namun, nilai densitas masih berada di bawah standar sehingga perlu dilakukan perbaikan, misalnya dengan penambahan tekanan saat pencetakan atau optimasi perekat.

Adapun tahapan-tahapan dalam pembuatan briket dari pelepah sawit dalam program kerja ini adalah sebagai berikut:

- Persiapan bahan

- Persiapan bahan baku

Bahan baku yang dimanfaatkan adalah pelepah kelapa sawit yang berasal dari limbah perkebunan kelapa sawit dalam kondisi masih segar. Pelepah tersebut terlebih dahulu melalui tahap persiapan dengan cara membersihkan bagian tepi yang berduri serta memisahkan helaian daun yang masih melekat. Selanjutnya, pelepah kelapa sawit dipotong dan dicacah menjadi ukuran yang lebih kecil menggunakan alat sederhana berupa parang, sehingga diperoleh bahan baku yang siap untuk diproses pada tahapan berikutnya.



Gambar 2. Pencarian limbah pelepah sawit sebagai bahan baku



Gambar 3. Pembersihan dan pencacahan pelepah kelapa sawit

b. Pengeringan bahan baku

Tahap selanjutnya yakni proses pengeringan yang dilakukan secara alami dengan menjemur pelepah di bawah sinar matahari selama $\pm 2-3$ hari, dengan lama waktu disesuaikan dengan kondisi cuaca. Pelepah yang telah kering selanjutnya siap digunakan pada tahap karbonisasi.



Gambar 4. Pelepah kelapa sawit yang dikeringkan

c. karbonisasi/ pengarangan

Proses karbonisasi dilakukan dengan membakar pelepah kelapa sawit menggunakan seng drum bekas yang telah dilubangi pada bagian bawah untuk memudahkan aliran air saat proses pendinginan dan mencegah genangan. Pelepah kelapa sawit disusun di atas seng, kemudian dibakar hingga seluruh bahan mengalami perubahan warna menjadi hitam dan terbentuk arang. Selama proses pembakaran, wadah karbonisasi dijaga dalam kondisi tertutup untuk membatasi masuknya oksigen, sehingga pelepah tidak terbakar sempurna menjadi abu. Setelah bahan dinyatakan matang atau terkarbonisasi, proses pembakaran dihentikan dengan cara pendinginan, yaitu mendinginkan arang hingga suhu menurun atau menyiramnya dengan air sampai bara api benar-benar padam. Tahap ini bertujuan untuk mencegah terjadinya pembakaran ulang akibat percampuran tekanan udara di dalam wadah dengan udara luar, yang dapat menyebabkan arang menjadi hangus dan menurunkan kualitas hasil karbonisasi.



Gambar 5. Proses karbonisasi pelepah kelapa sawit

d. Pengecilan ukuran bahan baku

Setelah proses karbonisasi selesai dan arang berada dalam kondisi dingin, arang kemudian dihaluskan melalui proses penumbukan menggunakan lumpang dan alu. Penghalusan dilakukan hingga diperoleh ukuran partikel yang seragam, selanjutnya arang diayak menggunakan saringan mesh 60. Arang yang masih berukuran kasar dikembalikan untuk ditumbuk ulang hingga seluruh bahan dapat dimanfaatkan. Tahap pengecilan ukuran ini bertujuan untuk memperoleh arang yang halus sehingga memudahkan proses pencetakan briket serta mencegah terjadinya retak atau pecah pada briket setelah proses pengeringan.



Gambar 6. Penumbukan arang menggunakan media



Gambar 7. Penyaringan arang pelepah sawit

2. Pencampuran perekat

Pembuatan bahan perekat dilakukan dengan memanaskan tepung tapioka dan air dalam wajan dengan perbandingan 1:10 sambil diaduk hingga homogen. Proses pemanasan dilanjutkan sampai adonan mengalami pengentalan dan berubah dari warna putih menjadi bening sebagai indikator perekat siap digunakan. Selanjutnya, arang pelepah kelapa sawit yang telah dihaluskan dicampurkan dengan perekat tepung tapioka menggunakan perbandingan 1:1, yaitu 50 gram arang dan 50 gram perekat. Proses pencampuran dilakukan secara manual hingga terbentuk adonan yang homogen dengan konsistensi tidak terlalu lembek maupun terlalu kering, sehingga siap untuk tahap pencetakan briket.



Gambar 8. Proses pencampuran perekat

3. Pencetakan

Adonan arang yang telah dicampur dengan bahan perekat selanjutnya dicetak menggunakan cetakan briket yang telah disiapkan. Adonan dimasukkan ke dalam cetakan, kemudian dilakukan proses pengepresan untuk memadatkan bahan serta memastikan perekat meresap ke dalam pori-pori arang. Tahap ini bertujuan untuk menghasilkan briket yang memiliki kekuatan mekanik yang baik sehingga tidak mudah retak atau pecah.



Gambar 9. Pencetakan briket pelepah sawit

4. Pemotongan

Setelah proses pencetakan, briket dipotong menjadi ukuran yang lebih kecil menggunakan alat pemotong (cutter) dengan panjang sekitar 4 cm.



Gambar 10. Hasil briket yang telah dipotong

5. Pengeringan

Briket arang yang telah dipotong menjadi ukuran kecil selanjutnya dikeringkan dengan cara dijemur di bawah sinar matahari hingga mencapai kondisi kering, dengan lama proses pengeringan sekitar tiga hari.

6. Penyimpanan

Briket arang yang telah melalui proses pengeringan dan mencapai kondisi siap pakai selanjutnya disimpan dalam wadah tertutup untuk menjaga kualitas serta mencegah penyerapan kelembaban. Selain sebagai upaya mempertahankan mutu, pengemasan yang baik juga berperan dalam meningkatkan nilai ekonomis produk, karena briket menjadi lebih awet, higienis, dan memiliki daya tarik sebagai produk siap jual di pasaran.



Gambar 11. Foto Produk Briket Pelepah Sawit

Selain uji mutu, dilakukan juga sosialisasi manfaat briket. Hasil pretest kepada 10 responden menunjukkan rata-rata skor 62% (rentang 30%–90%). Setelah diberikan sosialisasi berupa demonstrasi dan praktik, nilai posttest meningkat menjadi rata rata 80%. Uji paired t-test menunjukkan $t = 3,29$ dengan $p = 0,005$ ($< 0,05$), menandakan terdapat peningkatan signifikan pengetahuan masyarakat mengenai potensi briket sebagai bahan bakar alternatif

ramah lingkungan. Dengan demikian, kegiatan pembuatan briket tidak hanya menghasilkan produk yang bernilai guna, tetapi juga meningkatkan literasi masyarakat tentang pemanfaatan limbah biomassa.



Gambar 12. Foto Bersama Setelah Pelatihan Pembuatan Briket

4. SIMPULAN

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini menunjukkan bahwa pemanfaatan limbah pelepah kelapa sawit menjadi briket biomassa berkontribusi nyata dalam menyediakan sumber energi alternatif yang ramah lingkungan sekaligus meningkatkan nilai tambah ekonomi masyarakat Desa Suka Mulya. Hasil kegiatan membuktikan bahwa briket yang dihasilkan memenuhi standar kadar air dan memiliki ketahanan mekanik yang baik, serta disertai peningkatan signifikan pengetahuan dan kesadaran masyarakat dalam pengelolaan limbah berbasis potensi lokal. Untuk menjamin keberlanjutan dan perluasan manfaat, disarankan agar pengembangan briket biomassa ini diintegrasikan dengan peran BUMDes atau UMKM energi desa sebagai unit produksi dan pemasaran berbasis komunitas.

5. SARAN

Berdasarkan hasil kegiatan, disarankan agar pada pelaksanaan selanjutnya dilakukan optimalisasi proses pencetakan dan komposisi perekat guna meningkatkan nilai densitas briket agar memenuhi standar SNI. Selain itu, diperlukan pengujian lanjutan terhadap nilai kalor dan uji tekan secara laboratorium untuk memastikan kualitas briket sebagai bahan bakar alternatif. Kegiatan pengabdian selanjutnya juga disarankan untuk mengarah pada pendampingan berkelanjutan, termasuk pengemasan, pemasaran produk, serta pembentukan kelompok usaha masyarakat. Upaya ini diharapkan dapat memperkuat keberlanjutan program dan meningkatkan nilai ekonomi briket pelepah sawit sebagai produk unggulan desa.

UCAPAN TERIMA KASIH

Saya sampaikan terimakasih kepada pihak kampus yang telah memberikan dukungan dan kesempatan dalam pelaksanaan kegiatan ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada masyarakat Desa Suka Mulya yang menyambut dengan tangan terbuka, terima kasih atas keramahan, dukungan, dan kebersamaan yang telah menjadi denyut nadi keberhasilan kegiatan ini. Rasa hormat dan penghargaan yang tulus kami persembahkan kepada dosen pembimbing dan dosen pembimbing lapangan (DPL) yang telah memberikan arahan, bimbingan, serta pendampingan secara berkelanjutan selama pelaksanaan kegiatan pengabdian dan penyusunan artikel ini. Tidak lupa, untuk rekan-rekan kelompok, terima kasih atas semangat, kebersamaan, dan kerja keras yang telah menjadikan segala tantangan terasa lebih ringan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Badan Pusat Statistik, 2023, <https://www.bps.go.id/id>
- [2] P. Papilo, "Briket Pelepah Kelapa Sawit Sebagai Sumber Energi Alternatif Yang Bernilai Ekonomis Dan Ramah Lingkungan," *Jurnal Sains, Teknologi dan Industri*, vol. 9, no. 2, pp. 67-78, 2012
- [3] L. Legawati, M. Zidhan, and A. H. Arnel, "Optimalisasi Potensi Desa, Pengolahan Limbah Perkebunan Sawit Menjadi Briket Sebagai Energi Alternatif Yang Bernilai Ekonomi Tinggi," *Jurnal Pengabdian Untuk Mu NegeRI*, vol. 7, no. 2, pp. 274-277, 2023, <https://doi.org/10.37859/jpumri.v7i2.5782>
- [4] P. McKendry, "Energy Production from biomass (part 1): overview of biomass," *Bioresource Technology*, vol. 83, no. 1, pp. 37-46, 2002, [https://doi.org/10.1016/S0960-8524\(01\)00118-3](https://doi.org/10.1016/S0960-8524(01)00118-3)
- [5] P. Papilo, Kunaifi, E. Hambali, Nurmiati, dan R. F. Pari, "Penilaian Potensi Biomassa Sebagai Alternatif Energi Kelistrikan," *Jurnal PASTI*, vol. 9, no. 2,

- pp. 164-176, 2015
- [6] M. E. Porter, "Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance," *New York: Free Press*, 1985
 - [7] S. Nurasikin, dan M. Nurjihadi, "Analisis Nilai Tambah Komoditas Jagung untuk Pemberdayaan Masyarakat di Desa Rhee, Kabupaten Sumbawa," *Indonesian Journal of Social Development*, vol. 1, no. 3, pp. 1-12, 2024, <https://doi.org/10.47134/jsd.v1i3.2107>
 - [8] Dermibas, "Effects of temperature and particle size on bio-char yield from pyrolysis of agricultural residues," *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, vol. 72, no. 2, pp. 234-248, 2004, <https://doi.org/10.1016/j.jaap.2004.07.003>
 - [9] P. Siagian, N. Suleman, J. S. Purba, Asrim, Tambi, S. E. Widiyanti, W. O. Z. Prihatini, A. Budirohmi, dan R. Armus, "Energi Baru Terbarukan Sebagai Energi Alternatif," *Yayasan Kita Menulis*, 2023, <https://share.google/8vL6xG6cAM24mjj8C>
 - [10] M. F. Arib, M. S. Rahayu, R. Sidorj, dan M. W. Afgani, "INNOVATIVE: Journal of Social Science Research," vol. 4, no. 1, pp. 5497-5511, 2024. [Online]. Available: <https://j-innovative.org/index.php/Innovative>. [Accessed: 07-Sep-2025].
 - [11] Badan Standarisasi Nasional, "Standar Nasional Indonesia SNI 01-6235-2000 Briket arang kayu," Standar Nasional Indonesia 01-6235-2000, pp. 1-8, 2000.