

## PEMBUATAN BRIKET DARI LIMBAH CANGKANG INTI SAWIT (PALM KERNEL SHELL) DAN SERABUT KELAPA

St. Nabila Risky Juni<sup>1\*</sup>, Irham Pratama<sup>2</sup>  
Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Fajar.

\*Corresponding author

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

### Abstrak

Pemanfaatan limbah biomassa sebagai sumber energi alternatif merupakan salah satu upaya untuk mengurangi ketergantungan terhadap bahan bakar fosil. Cangkang kelapa sawit dan serabut kelapa merupakan limbah perkebunan yang ketersediaannya melimpah di Indonesia, namun pemanfaatannya masih belum optimal. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis karakteristik briket yang dibuat dari cangkang kelapa sawit, serabut kelapa, serta campuran keduanya berdasarkan nilai kalor, kadar air, kadar abu, zat terbang, dan karbon tetap. Penelitian ini menggunakan desain eksperimen dengan variasi komposisi bahan baku, yaitu 100% cangkang kelapa sawit, 75%:25%, dan 50%:50% (cangkang kelapa sawit:serabut kelapa). Proses pembuatan briket meliputi tahap karbonisasi, penggilingan, pencampuran dengan perekat tepung kanji, pencetakan, dan pengeringan. Pengujian kualitas briket dilakukan melalui analisis proksimat dan pengukuran nilai kalor menggunakan bomb kalorimeter. Data dianalisis menggunakan metode deskriptif dan uji statistik ANOVA untuk mengetahui pengaruh variasi komposisi terhadap karakteristik briket. Hasil penelitian menunjukkan bahwa briket berbahan baku cangkang kelapa sawit menghasilkan nilai kalor tertinggi sebesar 6334,35 cal/g, sedangkan briket campuran menghasilkan nilai kalor antara 4900–5600 cal/g. Penambahan serabut kelapa cenderung meningkatkan kadar air dan zat terbang, serta menurunkan nilai kalor dan karbon tetap. Hasil uji ANOVA menunjukkan bahwa variasi komposisi bahan baku berpengaruh signifikan terhadap seluruh parameter yang diuji. Secara praktis, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa cangkang kelapa sawit lebih direkomendasikan sebagai bahan utama untuk menghasilkan briket dengan kualitas energi tinggi, sedangkan penambahan serabut kelapa dapat digunakan untuk meningkatkan pemanfaatan limbah biomassa meskipun dengan konsekuensi penurunan nilai kalor. Penelitian ini memberikan kontribusi dalam pengembangan teknologi energi alternatif berbasis limbah biomassa yang lebih berkelanjutan dan ramah lingkungan.

**Kata kunci : Biomassa, Briket, Cangkang Kelapa Sawit, Serabut Kelapa**

### Abstract

*The utilization of biomass waste as an alternative energy source has gained increasing attention as a strategy to reduce dependence on fossil fuels. Palm kernel shells and coconut fiber are abundant plantation wastes in Indonesia; however, their utilization remains suboptimal. This study aims to analyze the characteristics of briquettes produced from palm kernel shells, coconut fiber, and their mixtures based on calorific value, moisture content, ash content, volatile matter, and fixed carbon. An experimental design with varying raw material compositions was employed, consisting of 100% palm kernel shells, 75:25, and 50:50 ratios (palm kernel shells:coconut fiber). The briquette production process included carbonization, grinding, mixing with starch adhesive, molding, and drying. The quality of the briquettes was evaluated through proximate analysis and calorific value measurement using a bomb calorimeter. The data were analyzed using descriptive methods and one-way ANOVA to determine the effect of composition variation on briquette characteristics. The results indicate that briquettes made from 100% palm kernel shells produced the highest calorific value of 6334.35 cal/g, while mixed briquettes ranged between 4900–5600 cal/g. The addition of coconut fiber increased moisture content and volatile matter, while reducing calorific value and fixed carbon. ANOVA results confirmed that variations in raw material composition significantly affected all tested parameters. From a practical perspective, palm kernel shells are recommended as the primary raw material for producing high-energy briquettes, while the incorporation of coconut fiber can enhance biomass waste utilization despite lowering calorific performance. This study contributes to the development of sustainable and environmentally friendly biomass-based alternative energy technologies.*

**Keywords : biomass, briquettes, palm oil shell, coconut fiber**

## **Pendahuluan**

Peningkatan kebutuhan energi tidak dapat dipisahkan dari pertumbuhan jumlah penduduk serta berkembangnya aktivitas industri. Pada saat yang sama, ketersediaan sumber energi konvensional yang berasal dari bahan bakar fosil seperti minyak bumi dan batu bara semakin menurun karena proses pembentukannya memerlukan waktu yang sangat panjang secara geologis sehingga tidak dapat diperbarui dalam waktu singkat. Kondisi tersebut mendorong berbagai upaya untuk mencari sumber energi alternatif yang lebih berkelanjutan serta memiliki dampak lingkungan yang lebih kecil. Salah satu potensi energi alternatif yang dapat dimanfaatkan adalah biomassa, khususnya yang berasal dari limbah pertanian dan limbah perkebunan, karena ketersediaannya cukup melimpah dan dapat diperbarui.

Biomassa merupakan material organik yang berpotensi dimanfaatkan sebagai sumber energi melalui berbagai metode pengolahan. Salah satu bentuk pemanfaatannya adalah dengan mengolah biomassa menjadi bahan bakar padat berupa briket. Metode ini cukup banyak diterapkan karena proses pembuatannya relatif sederhana serta mampu meningkatkan nilai tambah dari limbah biomassa yang sebelumnya kurang dimanfaatkan secara optimal. Selain itu, briket biomassa memiliki beberapa kelebihan, di antaranya lebih mudah dalam proses penyimpanan, memiliki kerapatan energi yang lebih tinggi dibandingkan biomassa dalam bentuk aslinya, serta mampu menghasilkan proses pembakaran yang lebih stabil.

Indonesia sebagai negara agraris memiliki potensi biomassa yang sangat besar, terutama yang berasal dari sektor perkebunan seperti kelapa sawit dan kelapa. Kegiatan industri pengolahan kelapa sawit menghasilkan berbagai jenis limbah padat, salah satunya adalah cangkang inti sawit yang dihasilkan dalam jumlah cukup besar selama proses pengolahan tandan buah segar. Apabila limbah tersebut tidak dimanfaatkan secara optimal, maka berpotensi menimbulkan permasalahan lingkungan akibat penumpukan limbah biomassa. Di sisi lain, cangkang inti sawit diketahui memiliki kandungan karbon yang relatif tinggi sehingga berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai bahan baku dalam produksi bahan bakar alternatif. Oleh karena itu, pemanfaatan cangkang inti sawit sebagai bahan baku energi biomassa menjadi salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk meningkatkan nilai

tambah limbah sekaligus mendukung pengembangan energi terbarukan yang lebih ramah lingkungan.

Permintaan energi di Indonesia menunjukkan kecenderungan terus meningkat seiring dengan pertumbuhan populasi dan perkembangan berbagai aktivitas industri. Hingga saat ini, pemenuhan kebutuhan energi nasional masih didominasi oleh penggunaan sumber energi fosil, seperti minyak bumi dan gas alam. Sumber energi tersebut tergolong tidak terbarukan karena proses pembentukannya berlangsung sangat lama dalam skala waktu geologis. Akibatnya, ketersediaannya semakin terbatas dan tidak mampu mengimbangi peningkatan kebutuhan energi masyarakat. Kondisi ini tidak hanya berdampak pada meningkatnya harga energi, tetapi juga memunculkan berbagai permasalahan yang berkaitan dengan aspek ekonomi serta lingkungan. Oleh karena itu, pengembangan sumber energi alternatif yang bersifat terbarukan dan lebih ramah lingkungan menjadi langkah penting untuk mendukung keberlanjutan pemenuhan kebutuhan energi di masa depan.

Salah satu sumber energi alternatif yang memiliki potensi besar untuk dikembangkan adalah biomassa. Biomassa merupakan material organik yang berasal dari makhluk hidup ataupun sisa-sisa aktivitas biologis, seperti limbah pertanian, limbah perkebunan, serta residu kehutanan. Pemanfaatan biomassa sebagai sumber energi memiliki sejumlah keunggulan, di antaranya ketersediaannya yang cukup melimpah, sifatnya yang dapat diperbarui, serta dampak lingkungan yang relatif lebih kecil dibandingkan dengan penggunaan bahan bakar fosil. Selain itu, pemanfaatan biomassa juga dapat meningkatkan nilai guna limbah organik yang sebelumnya kurang dimanfaatkan secara optimal sehingga dapat memberikan manfaat ekonomi sekaligus lingkungan.

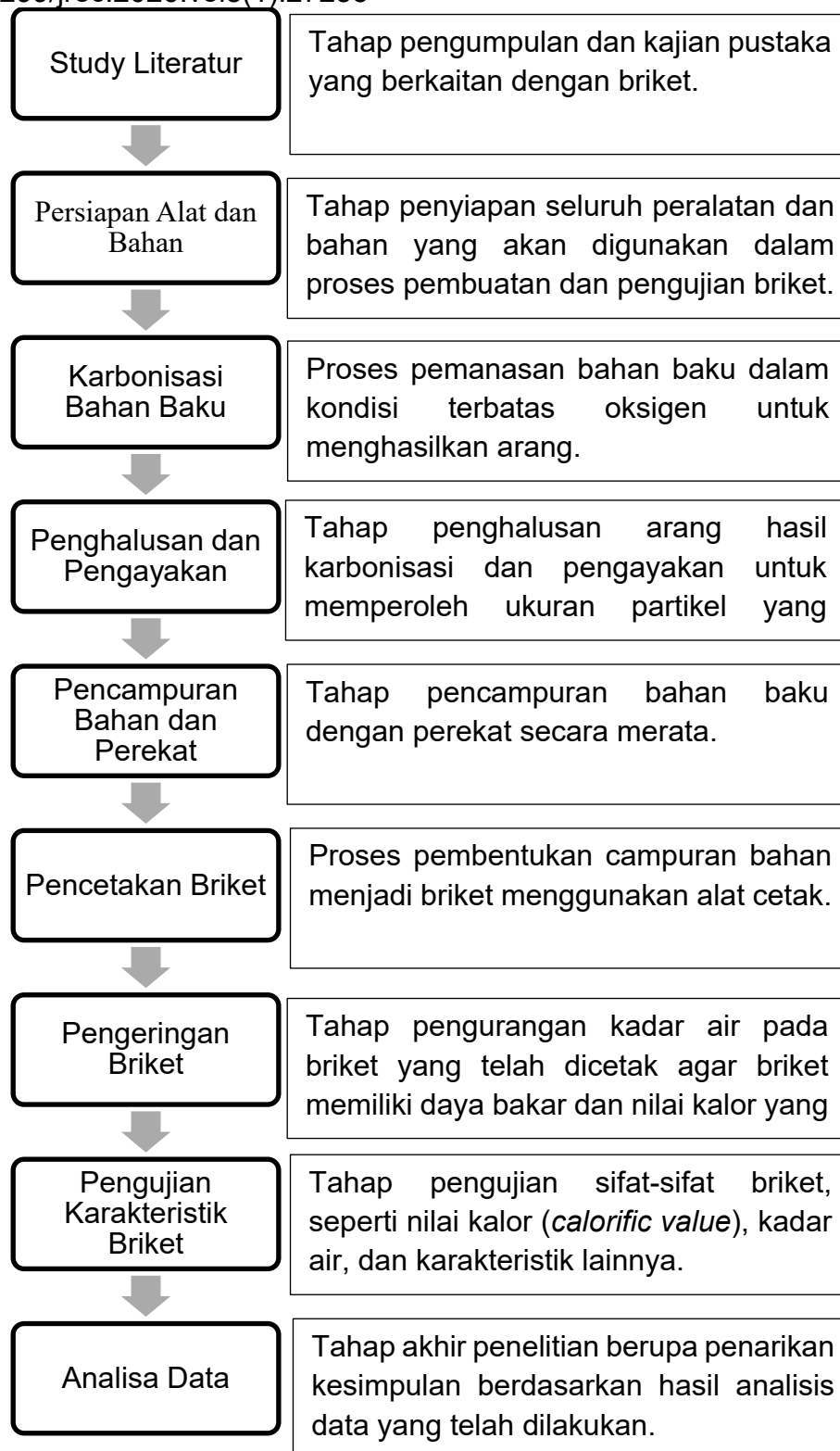
Di sisi lain, pengelolaan limbah biomassa juga menjadi tantangan tersendiri dalam sektor perkebunan dan industri pengolahan hasil pertanian. Limbah biomassa yang tidak dikelola dengan baik berpotensi menimbulkan berbagai permasalahan lingkungan, seperti penumpukan limbah padat dan pencemaran di sekitar area produksi. Oleh karena itu, pemanfaatan limbah biomassa sebagai sumber energi alternatif dapat menjadi solusi yang efektif karena mampu memberikan dua keuntungan sekaligus, yaitu mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan serta menghasilkan sumber energi yang memiliki nilai tambah dan dapat dimanfaatkan secara berkelanjutan.

Pemanfaatan limbah biomassa sebagai sumber energi alternatif semakin banyak mendapat perhatian dalam beberapa tahun terakhir. Hal ini berkaitan dengan meningkatnya kebutuhan energi global serta adanya upaya untuk mengembangkan sumber energi yang lebih berkelanjutan dan ramah lingkungan. Salah satu bentuk pemanfaatan biomassa yang memiliki potensi cukup besar adalah melalui pembuatan briket. Briket biomassa merupakan bahan bakar padat yang dihasilkan dari proses pemadatan material organik yang sebelumnya telah melalui beberapa tahap pengolahan. Karakteristiknya yang berbentuk padat serta memiliki kandungan energi yang relatif tinggi menjadikan briket biomassa lebih praktis digunakan sebagai bahan bakar dibandingkan biomassa yang masih dalam bentuk aslinya.

Pengembangan briket yang berasal dari limbah perkebunan juga mampu meningkatkan nilai tambah dari limbah yang sebelumnya kurang dimanfaatkan. Pemanfaatan limbah sebagai bahan baku pembuatan briket memungkinkan limbah tersebut diolah menjadi produk yang memiliki nilai guna sekaligus nilai ekonomis. Selain memberikan nilai tambah terhadap limbah, penggunaan briket biomassa sebagai bahan bakar juga dapat menjadi salah satu alternatif untuk mengurangi ketergantungan terhadap bahan bakar fosil yang ketersediaannya semakin terbatas.

Melalui penelitian mengenai pemanfaatan limbah biomassa sebagai bahan baku briket, diharapkan dapat diperoleh informasi yang lebih mendalam mengenai karakteristik serta potensi energi yang dihasilkan dari bahan tersebut. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan teknologi pemanfaatan biomassa, khususnya dalam upaya menghasilkan sumber energi alternatif yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan.

## **Metode**



### Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini berfokus pada pemanfaatan limbah cangkang inti kelapa sawit sebagai bahan baku utama dalam pembuatan briket biomassa, dengan penambahan serabut kelapa sebagai bahan campuran. Variabel penelitian ditentukan berdasarkan perbandingan komposisi bahan baku, yaitu cangkang inti kelapa sawit 100%; cangkang inti kelapa sawit 75% dan serabut kelapa 25%; serta cangkang inti kelapa sawit 50% dan serabut kelapa 50% (% b/b). Variasi komposisi ini digunakan untuk mengetahui pengaruh pencampuran bahan baku terhadap karakteristik proksimat dan nilai kalor briket yang dihasilkan.

Tabel 1. Hasil Analisa

PARAMETER	ULANGAN	100:0	75:25	50:50
NILAI KALOR (CAL/G)	1	6392,14	5728,58	5006,04
	2	6276,92	5549,68	4959,80
MOISTURE (%)	1	5,55	8,59	10,07
	2	5,59	8,48	10,11
ASH CONTENT (%)	1	8,08	6,04	4,99
	2	8,44	6,09	5,11
VOLATILE MATTER (%)	1	27,79	36,84	47,77
	2	27,84	36,85	47,82

Tabel 2. Hitung Statistik ANOVA

PARAMETER	SUMBER VARIASI	JK (SS)	DB	KT (MS)	F HITUNG	KETERANGAN
NILAI KALOR	Antar Perlakuan	1.827.525	2	913.762	115,6	Signifikan
	Dalam Perlakuan	23.708	3	7.903	-	
	Total	1.851.233	5	-	-	
MOISTURE	Antar Perlakuan	20,62	2	10,31	265,9	Signifikan

	Dalam Perlakuan	0,116	3	0,0387	-	
	Total	20,74	5	-	-	
ASH CONTENT	Antar Perlakuan	11,12	2	5,56	386,4	Signifikan
	Dalam Perlakuan	0,043	3	0,0143	-	
	Total	11,16	5	-	-	
VOLATILE MATTER	Antar Perlakuan	415,23	2	207,61	1.766,7	Signifikan
	Dalam Perlakuan	0,353	3	0,1177	-	
	Total	415,58	5	-	-	

Keterangan : Taraf Signifikasi 5%

Hasil uji ANOVA menunjukkan bahwa variasi komposisi bahan baku berpengaruh signifikan terhadap seluruh parameter briket, karena nilai F hitung lebih besar dari F tabel ( $\alpha = 0,05$ ). Hal ini menunjukkan bahwa perubahan komposisi cangkang inti sawit dan serabut kelapa mempengaruhi karakteristik briket yang dihasilkan.

Kualitas briket biomassa dalam penelitian ini dievaluasi dengan mengacu pada standar mutu briket arang kayu menurut SNI 01-6235-2000, yang meliputi parameter kadar air ( $\leq 8\%$ ), kadar abu ( $\leq 8\%$ ), kadar zat terbang ( $\leq 15\%$ ), dan nilai kalor ( $\geq 5000$  cal/g). Hasil pengujian menunjukkan bahwa setiap variasi komposisi bahan baku memberikan karakteristik yang berbeda terhadap kesesuaian standar tersebut.

Pada parameter kadar air (moisture content), briket dengan komposisi 100% cangkang inti sawit menunjukkan nilai sekitar 5,57%, sehingga telah memenuhi standar SNI. Namun, pada komposisi 75:25 dan 50:50, kadar air meningkat menjadi sekitar 8,54% dan 10,09%, di mana komposisi 75:25 berada pada batas maksimum, sedangkan 50:50 tidak memenuhi standar. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan serabut kelapa cenderung meningkatkan kandungan air, yang dapat menurunkan efisiensi pembakaran.

Pada kadar abu (ash content), seluruh variasi komposisi masih berada dalam batas standar SNI ( $\leq 8\%$ ), kecuali komposisi 100% cangkang inti sawit yang sedikit

melebihi batas dengan nilai sekitar 8,26%. Sementara itu, komposisi campuran menunjukkan kadar abu yang lebih rendah, yaitu sekitar 6,07% dan 5,05%. Penurunan kadar abu ini mengindikasikan bahwa penambahan serabut kelapa dapat membantu mengurangi residu pembakaran.

Untuk kadar zat terbang (volatile matter), seluruh sampel menunjukkan nilai yang jauh melebihi standar SNI ( $\leq 15\%$ ), yaitu berkisar antara 22,25% hingga 37,69%. Hal ini menunjukkan bahwa proses karbonisasi yang dilakukan belum optimal dalam mengurangi senyawa volatil. Tingginya kadar zat terbang dapat menyebabkan pembakaran lebih cepat namun kurang stabil.

Pada parameter nilai kalor (calorific value), briket dengan komposisi 100% cangkang inti sawit menghasilkan nilai kalor tertinggi sebesar  $\pm 6334$  cal/g, yang telah memenuhi standar SNI ( $\geq 5000$  cal/g). Komposisi 75:25 juga masih memenuhi standar dengan nilai sekitar 5639 cal/g, sedangkan komposisi 50:50 menunjukkan nilai sekitar 4982 cal/g, yang berada sedikit di bawah batas minimum standar.

Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa komposisi 100% cangkang inti sawit merupakan yang paling mendekati standar SNI dari segi nilai kalor dan kadar air, meskipun perlu perbaikan pada kadar abu dan zat terbang. Sementara itu, komposisi campuran memberikan keuntungan dalam menurunkan kadar abu, namun cenderung menurunkan kualitas energi dan meningkatkan kadar air serta zat terbang.

Dengan demikian, untuk memenuhi standar SNI secara optimal, diperlukan pengendalian proses karbonisasi yang lebih baik, seperti peningkatan suhu atau waktu karbonisasi, guna menurunkan kadar zat terbang dan meningkatkan kualitas briket secara keseluruhan. Hasil tersebut menunjukkan adanya korelasi negatif antara penambahan serabut kelapa dan nilai kalor briket. Serabut kelapa memiliki kandungan karbon dan hidrokarbon yang lebih rendah dibandingkan cangkang inti kelapa sawit, sehingga kontribusinya terhadap energi pembakaran juga lebih rendah. Namun demikian, penambahan serabut kelapa memberikan keuntungan lain berupa penurunan kadar abu, yang dapat dianggap sebagai pengotor dalam briket.

Berdasarkan hasil pengujian nilai kalor dan analisis proksimat, dapat disimpulkan bahwa jenis dan komposisi bahan baku berpengaruh terhadap karakteristik energi briket yang dihasilkan. Briket berbahan baku cangkang inti kelapa sawit memiliki nilai kalor

tertinggi karena kandungan karbon tetap dan lignin yang lebih tinggi. Briket berbahan serabut kelapa memiliki nilai kalor yang lebih rendah, namun masih memenuhi kriteria sebagai bahan bakar biomassa alternatif. Sementara itu, briket campuran menghasilkan nilai kalor di antara kedua bahan baku tersebut.

Dengan demikian, cangkang inti kelapa sawit merupakan bahan baku yang paling potensial untuk menghasilkan briket dengan nilai kalor tinggi. Meskipun demikian, penggunaan serabut kelapa sebagai bahan campuran tetap memberikan kontribusi positif dalam pemanfaatan limbah biomassa serta dapat menjadi alternatif untuk menyeimbangkan ketersediaan bahan baku. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa limbah perkebunan berpotensi dikembangkan sebagai sumber energi alternatif yang ramah lingkungan.

### **Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian, limbah cangkang kelapa sawit memiliki potensi yang sangat baik untuk dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan briket biomassa karena mampu menghasilkan nilai kalor yang relatif tinggi serta karakteristik pembakaran yang baik. Pemanfaatan limbah ini tidak hanya meningkatkan nilai tambah dari limbah perkebunan, tetapi juga berkontribusi dalam penyediaan sumber energi alternatif yang lebih ramah lingkungan.

Hasil analisis menunjukkan bahwa variasi komposisi bahan baku memberikan pengaruh yang signifikan terhadap karakteristik briket, khususnya terhadap nilai kalor. Penambahan serabut kelapa dalam campuran cenderung menurunkan nilai kalor yang dihasilkan, yang mengindikasikan adanya perbedaan kandungan energi antara kedua jenis biomassa tersebut. Selain itu, peningkatan proporsi serabut kelapa juga berpengaruh terhadap parameter lain seperti peningkatan kadar air dan zat terbang serta penurunan kadar abu, yang secara keseluruhan memengaruhi kualitas pembakaran briket.

Meskipun demikian, penambahan serabut kelapa tidak sepenuhnya memberikan dampak negatif, karena tetap berperan dalam meningkatkan pemanfaatan limbah biomassa dan mendukung prinsip keberlanjutan. Oleh karena itu, komposisi bahan baku dapat dioptimalkan sesuai dengan kebutuhan penggunaan. Briket dengan komposisi dominan cangkang kelapa sawit direkomendasikan untuk aplikasi yang membutuhkan

nilai kalor tinggi dan pembakaran yang stabil, sedangkan komposisi campuran dapat digunakan sebagai alternatif untuk menyeimbangkan antara performa energi dan efisiensi pemanfaatan limbah.

Dengan demikian, penelitian ini menegaskan bahwa pengendalian komposisi bahan baku merupakan faktor kunci dalam menentukan kualitas briket biomassa, sekaligus memberikan dasar ilmiah dalam pengembangan energi alternatif yang berkelanjutan dan bernilai guna. apa mempengaruhi karakteristik briket yang dihasilkan.

### Daftar Referensi

- ASTM D5865-13. (2022). *Standard Test Method for Gross Calorific Value of Coal and Coke*. ASTM International.
- Arifin, Z., Prasetyo, B., & Hidayat, T. (2022). Karakteristik briket biomassa dari limbah cangkang kelapa sawit sebagai sumber energi alternatif. *Jurnal Teknologi Energi*, 11(1), 45–53.
- American Standards Testing and Material (ASTM). 2022. *Standard Practice for Proximate Analysis of Coal and Coke*. Annual Book of ASTM Standards D3172 - 07a. Philadelphia.
- American Standards Testing and Material (ASTM). 2022. *Standard Test Method for Moisture in the Analysis Sample of Coal and Coke*. Annual Book of ASTM Standards D3173 – 11. Philadelphia.
- American Standards Testing and Material (ASTM). 2022. *Standard Test Method for Ash in the Analysis Sample of Coal and Coke from Coal*. Annual Book of ASTM Standards D3174 – 12. Philadelphia.
- American Standards Testing and Material (ASTM). 2022. *Standard Test Method for Volatile Matter in the Analysis Sample of Coal and Coke*. Annual Book of ASTM Standards D3175 – 11. Philadelphia.
- Aransi, W., Ibrahim, T., & Musa, A. (2020). *Characterization of agricultural residue briquettes as household cooking fuel*. *Renewable Energy*, 148, 1052–1060.
- Alfian, D. G. C., Juhensen, J., Paundra, F., & Silitonga, D. J. (2025). Pengaruh jenis perekat terhadap kualitas briket dari cangkang kelapa sawit. *Jurnal Teknologi Terapan*, 7(1), 45–52.

- Budiarto, R., & Nugroho, S. (2020). Analisis nilai kalor briket biomassa dari limbah pertanian dan perkebunan. *Jurnal Rekayasa Energi*, 9(3), 120–128.
- Fauzi, A., & Kurniawan, D. (2021). Pemanfaatan limbah serabut kelapa sebagai bahan baku pembuatan briket biomassa. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 22(1), 34–41.
- Hidayat, R., & Siregar, M. (2023). Analisis kualitas briket biomassa dari campuran cangkang kelapa sawit dan limbah pertanian. *Jurnal Energi dan Lingkungan*, 14(2), 77–86.
- Kusuma, A., & Wibowo, T. (2020). Potensi biomassa sebagai sumber energi alternatif di Indonesia. *Jurnal Teknik Energi*, 8(2), 101–109.
- Kurniawan, A., Pratama, R., & Siregar, M. (2022). Pengaruh ukuran partikel terhadap karakteristik briket biomassa. *Jurnal Rekayasa Energi*, 10(2), 89–96.
- Mediastika, C. E. (2014). *Biomass as an Alternative Energy Source in Indonesia*. *Energy Procedia*, 47(1), 273-280.
- Munawar, A., & Prastowo, B. (2016). *Pemanfaatan Limbah Biomassa sebagai Sumber Energi Alternatif*. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 14(1), 55-63.
- Muliadi, A., Santoso, H., & Rakhmawati, A. (2020). Analisis karakteristik pembakaran briket batubara untuk aplikasi energi alternatif. *Jurnal Energi dan Lingkungan*,
- Milya, C., Kurniawan, E., Hakim, L., Dewi, R., & Muhammad. (2023). Pembuatan briket arang dari cangkang kelapa sawit dengan variasi jenis dan persentase perekat. *Chemical Engineering Journal Storage*, 3(1), 112–120.
- Nainggolan, L. P., Harun, N., & Zalfiatri, Y. (2024). Karakteristik briket arang dari campuran sabut kelapa dan cangkang kelapa sawit. *Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Pertanian*, 11(1), 1–10.
- Pratama, R., & Santoso, B. (2022). Pengaruh komposisi bahan baku terhadap kualitas briket biomassa. *Jurnal Teknologi Industri*, 13(1), 55–63.
- Pambudi, N. A. (2017). *Biomass Energy Utilization and Its Impact on Environment*. *Renewable Energy Review*, 9(2), 110-125.
- Putra, B. S., & Ardian, A. H. (2021). Pengaruh suhu karbonisasi terhadap kualitas briket biomassa. *Jurnal Teknik Energi*, 9(2), 67–74.
- Rahman, A., Hidayat, T., & Saputra, R. (2022). Pemanfaatan biomassa sebagai bahan bakar padat alternatif. *Jurnal Energi Terbarukan*, 5(2), 55–63.

- Roni, K. A., Elfidiah, E., Widaputra, Y., & Dewi, D. K. (2023). Analisis pemanfaatan serabut dan cangkang kelapa sawit sebagai bahan bakar. *Jurnal Redoks*, 8(1), 14–21.
- Siregar, H., Nasution, D., & Lubis, A. (2021). Studi kualitas briket biomassa berbasis limbah perkebunan. *Jurnal Teknik Mesin*, 13(3), 134–141.
- Suryani, I., & Wibowo, A. (2020). Briket biomassa sebagai energi alternatif ramah lingkungan. *Jurnal Ilmiah Teknologi Energi*, 6(2), 98–105.
- Sari, N., & Putra, D. (2021). Pemanfaatan limbah kelapa sebagai bahan baku energi biomassa. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 12(2), 90–97.
- Susilawati, A., & Hidayat, T. (2021). *Evaluasi Emisi Gas dari Briket Biomassa dengan Berbagai Komposisi Bahan Baku*. *Jurnal Rekayasa Energi*, 3(1), 77-84.
- Wahyuni, S., & Hasanuddin. (2023). Analisis nilai kalor briket dari limbah biomassa perkebunan. *Jurnal Energi Berkelanjutan*, 15(1), 60–68.
- Yuliana, D., & Prabowo, H. (2022). Studi pemanfaatan limbah cangkang kelapa sawit sebagai bahan bakar alternatif. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 18(1), 72–80.
- Yuliana, N., Prasetyo, E., & Kurniawati, D. (2022). Analisis nilai kalor dan kadar abu briket biomassa dari limbah pertanian. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 23(1), 41–49.