
**STUDI PENGGUNAAN RANTING KESAMBI SEBAGAI BAHAN BAKU BRIKET:
PENGARUH JENIS PEREKAT TERHADAP KARAKTERISTIK FISIK DAN EFISIENSI
PEMBAKARAN**

M. Syamsul Huda¹, Jemmy J. S. Dethan^{1*}, Fredrik J. Haba Bunga¹, J. E. Koehuan¹, A. U. S. Kette¹, Marten Lano¹, Marthen Makaborang¹, Jemseng C. Abineno²

¹Universitas Kristen Artha Wacana, Oesapa, Kupang NTT, Indonesia

²Politeknik Pertanian Negeri Kupang, Penfui, Kupang, Indonesia

*e-mail: jemmydethan19@gmail.com

ABSTRAK

Tingginya permintaan energi dan keterbatasan sumber daya fosil mendorong perlunya bahan bakar alternatif yang ramah lingkungan. Pemanfaatan limbah biomassa seperti ranting kesambi sebagai briket merupakan solusi berkelanjutan yang dapat mengurangi limbah organik sekaligus memenuhi kebutuhan energi. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh konsentrasi perekat tepung kanji terhadap kualitas briket yang dihasilkan dari ranting kesambi (*Schleichera oleosa*). Briket dibuat dengan tiga variasi konsentrasi perekat, (5%, 10%, dan 15%,) dan diuji terhadap kuat tekan, densitas, kadar air, dan lama nyala. Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi perekat secara signifikan meningkatkan kuat tekan dan densitas briket, serta menurunkan kadar air. Briket dengan konsentrasi perekat 15% memiliki nilai kuat tekan tertinggi (0,59 MPa), densitas tertinggi (0,93 kg/cm³), dan kadar air terendah (7,22%). Selain itu, briket dengan konsentrasi perekat 15% juga memiliki waktu pembakaran terlama. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan tepung kanji sebagai perekat pada konsentrasi 15% menghasilkan briket ranting kesambi dengan kualitas terbaik, sehingga berpotensi sebagai alternatif bahan bakar yang lebih efisien dan ramah lingkungan.

Kata kunci : briket kesambi, biomassa, perekat tepung kanji, kuat tekan, efisiensi pembakaran

PENDAHULUAN

Energi merupakan salah satu kebutuhan dasar yang sangat vital bagi kehidupan manusia, baik untuk kegiatan domestik maupun industri. Seiring dengan meningkatnya kebutuhan energi, pemanfaatan sumber energi alternatif semakin menjadi perhatian penting. Salah satu alternatif yang berpotensi besar adalah biomassa, yang merupakan sisa-sisa tanaman atau limbah organik lainnya. Indonesia memproduksi sekitar 10,10 juta ton sekam padi dan 83,29 juta ton jerami padi kering setiap tahunnya (Ariningsih et al., 2024; Tamma dan Shafira, 2023). Daerah perkotaan menghasilkan sejumlah besar sampah organik yang dapat diubah menjadi energi (Lou et al., 2023). Diantara biomasa yang berlimpah itu, salah satunya adalah ranting kesambi (*Schleichera oleosa*), yang seringkali dianggap sebagai limbah, tetapi memiliki potensi untuk digunakan sebagai bahan bakar terbarukan. Pemanfaatan ranting kesambi dalam pembuatan briket sebagai sumber energi alternatif dapat menjadi solusi yang efisien dalam mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil dan mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan. Kombinasi terbaik untuk meningkatkan kinerja briket ditentukan ketika ukuran partikel dan rasio pengikat ditemukan memiliki dampak substansial pada karakteristik pembakaran (Bunga et al., 2024). Diantara biomasa yang berlimpah itu, salah satunya adalah ranting kesambi (*Schleichera oleosa*), yang seringkali dianggap sebagai limbah, tetapi memiliki potensi untuk digunakan sebagai bahan bakar terbarukan. Kondisi optimum untuk produk torefaksi berdasarkan respon nilai kalor diperoleh pada suhu 300°C dan waktu torefaksi 20 menit dengan prediksi produk torefaksi (Dethan et al., 2024). Suhu torefaksi 300°C dan waktu tinggal 20 menit, menghasilkan kadar air 3,76%, abu 4,02%, bahan volatil 25,08%, dan kandungan karbon tetap 66,67% (Dethan et al., 2024). Proses torifikasi meningkatkan

kepadatan energi daun kesambi dengan meningkatkan kandungan karbon tetap sekaligus mengurangi zat volatile (Dethan, 2024).

Kualitas fisik ini mencakup beberapa parameter utama, seperti kuat tekan, kadar air, densitas, dan lama nyala, yang semuanya mempengaruhi efisiensi pembakaran briket tersebut. Briket hibrida yang terbuat dari residu kurma dan *pistachio* menunjukkan kekuatan tekan berkisar antara 0,46 hingga 22,17 N/mm, dengan kinerja optimal pada kandungan pengikat pati 20% (Shahmirzadi et al., 2024). Briket arang yang menggunakan resin tanin-formaldehida menunjukkan kekuatan tekan yang berkorelasi dengan proporsi pengikat, yang menunjukkan bahwa kandungan pengikat yang lebih tinggi meningkatkan kualitas briket (Chipangura et al., 2024). Kadar air sangat penting; briket dengan kadar air $\leq 5\%$ dianggap cocok, seperti yang terlihat dalam penelitian tentang briket biomassa (Asrori et al., 2024). Kepadatan juga berperan, dengan kepadatan briket hibrida yang longgar berkisar antara 0,63 hingga 1,03 g/cm³, yang memengaruhi efisiensi pembakarannya (Shahmirzadi et al., 2024). Briket daun kesambi yang ditorefaksi dengan ukuran partikel 60 mesh dan perekat 5% menghasilkan kadar air 3,37%, kadar abu 2,28%, zat volatil 14,83%, karbon tetap 79,53%, densitas 0,57 g/cm³, nilai kalor 15,91 MJ/kg, dan kandungan fenol total 0,95 mgGAE/g (Dethan et al., 2024). Ukuran partikel yang lebih kecil menghasilkan kepadatan dan kuat tekan yang lebih tinggi, meningkatkan efisiensi pembakaran. Penelitian ini juga menerapkan berbagai model empiris untuk memprediksi Nilai Kalor Tinggi (HHV) berdasarkan data analisis proksimat, yang dievaluasi melalui AIC dan BIC untuk akurasi model (Abineno et al., 2024).

Berbagai penelitian telah mengeksplorasi parameter ini, mengungkap wawasan penting dalam mengoptimalkan produksi briket untuk meningkatkan kinerja. Proses gasifikasi tempurung kemiri dan sabut kelapa menggunakan updraft gasifier sangat berpengaruh terhadap waktu penyalaan syngas tertinggi diperoleh pada variasi 50% kemiri dan 50% sabut kelapa yaitu 43,14 menit (Makaborang et al., 2020). Kekuatan tekan sangat penting untuk ketahanan briket. Misalnya, briket yang terbuat dari sisa pemangkasan *Ficus nitida* mencapai kekuatan tekan 18,5 MPa pada kadar air optimal 8% (Abdel et al., 2023). Briket komposit dari batu bara dan serbuk kayu yang diolah menunjukkan kekuatan hancur dingin maksimum 4 MPa, yang menunjukkan integritas mekanis yang kuat (Adeleke et al., 2021). Kadar air secara langsung memengaruhi kualitas briket. Briket kulit biji jujube menunjukkan kadar air antara 3,0% dan 7%, berkorelasi dengan nilai kalor tinggi sebesar 26.430 hingga 27.175 kJ/kg (Adesanya et al., 2024). Kadar air ideal untuk briket *Ficus nitida* ditemukan sebesar 8%, yang memaksimalkan daya tahan dan nilai kalor (Abdel Aal et al., 2023). Kepadatan merupakan parameter penting untuk efisiensi briket. Studi tentang briket kulit biji jujube melaporkan kepadatan berkisar antara 1909 kg/m³ hingga 2158 kg/m³, dengan partikel halus menghasilkan kepadatan tertinggi (Adesanya et al., 2024).

Briket yang memiliki kuat tekan rendah atau kadar air tinggi akan mudah rusak dan tidak efisien dalam pembakaran. Sebaliknya, briket yang memiliki densitas tinggi dan kadar air rendah akan lebih efisien dalam menghasilkan energi dengan pembakaran yang lebih stabil dan lama. Kadar air yang tinggi

dapat menyebabkan pembakaran tidak sempurna, menghasilkan lebih banyak residu (Puspita et al., 2022), kesulitan penyalaan karena efek penghambatan air pada pembakaran (Suryaningsih dan Nurusyifa, 2020), dan berkurangnya keluaran energi secara keseluruhan, karena uap air menyerap panas selama pembakaran (Olugbade et al., 2019).

Sebaliknya, kuat tekan yang rendah mengakibatkan peningkatan kerapuhan, membuat briket lebih rentan terhadap kerusakan (Suryaningsih dan Nurusyifa, 2020). Hal ini juga menyebabkan kinerja pembakaran yang buruk, karena briket yang lemah dapat hancur sebelum terbakar sempurna (Bello et al., 2023), dan memerlukan konsentrasi pengikat yang lebih tinggi untuk meningkatkan daya tahan dan efisiensi pembakaran (Olugbade et al., 2019). Sebaliknya, meskipun kadar air yang tinggi dan kekuatan tekan yang rendah merugikan, beberapa penelitian menunjukkan bahwa jenis pengikat tertentu dapat mengurangi masalah ini, meningkatkan sifat pembakaran dan kinerja briket secara keseluruhan (Bello et al., 2023).

Perekat berfungsi untuk meningkatkan kohesi antara partikel, memperbaiki struktur briket, serta mempengaruhi sifat fisik lainnya, seperti kadar air, densitas, dan lama nyala. Perekat yang digunakan dalam pembuatan briket harus mampu mendukung pengeringan yang cepat, meningkatkan kekuatan mekanis, serta tidak mengurangi kualitas pembakaran. Oleh karena itu, pemilihan jenis perekat yang tepat sangat penting untuk mencapai kualitas briket yang optimal.

Penelitian mengenai pengaruh perekat terhadap karakteristik fisik briket ranting kesambi sangat penting mengingat dua faktor utama: kebutuhan akan energi terbarukan yang ramah lingkungan, dan pengelolaan limbah biomassa yang efisien. Indonesia, dengan kekayaan sumber daya alamnya, memiliki potensi besar untuk memanfaatkan limbah biomassa, termasuk ranting pohon kesambi, sebagai bahan bakar alternatif yang ekonomis dan ramah lingkungan. Pemanfaatan briket dari ranting kesambi dapat menjadi solusi untuk mengurangi pemborosan biomassa yang tidak terpakai, sekaligus mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil yang semakin menipis dan berbahaya bagi lingkungan.

Secara global, ada peningkatan kesadaran mengenai pentingnya penggunaan energi terbarukan sebagai langkah untuk mengurangi dampak perubahan iklim. Dalam konteks ini, biomassa seperti briket ranting kesambi sangat berpotensi menjadi sumber energi alternatif yang lebih bersih dan berkelanjutan. Namun, kualitas briket yang dihasilkan dari biomassa ini sangat dipengaruhi oleh proses pembuatan dan penggunaan perekat. Penelitian ini bertujuan untuk memberikan informasi yang lebih mendalam tentang bagaimana penggunaan perekat dapat memengaruhi kekuatan fisik, daya tahan, dan efisiensi pembakaran briket, yang pada gilirannya dapat membantu meningkatkan kualitas dan daya saing briket ranting kesambi di pasar energi terbarukan.

Ranting kesambi, meskipun kurang dimanfaatkan, memiliki potensi signifikan untuk diubah menjadi briket biomassa, yang menawarkan alternatif energi berkelanjutan. Penelitian menunjukkan bahwa briket yang terbuat dari ranting kesambi dapat mencapai nilai kalor yang tinggi, sehingga layak untuk produksi energi. Ranting kesambi dapat dicampur dengan bahan lain, seperti arang kulit kemiri,

untuk meningkatkan nilai kalornya. Sebuah penelitian menemukan bahwa rasio ranting kesambi terhadap arang kulit kemiri sebesar 1:3 menghasilkan nilai kalor yang melebihi 19 MJ/kg (Dethan, 2024). Nilai kalor daun kesambi juga menjanjikan, dengan model prediktif yang menunjukkan potensi energi yang tinggi ketika diolah menjadi biobriket (Dethan, 2024). Penggunaan tapioka sebagai pengikat dalam produksi briket telah terbukti memengaruhi sifat fisik dan nilai kalor. Komposisi optimal biasanya melibatkan 90% biomassa dan 10% binder (Willyanto et al., 2018; Anggono et al., 2018). Analisis proksimat dan ultimat sangat penting untuk menentukan kesesuaian ranting angsa untuk produksi briket, memastikannya memenuhi standar energi (Anggono et al., 2018). Transisi ke briket biomassa juga dapat mendukung ekonomi lokal dengan menyediakan sumber energi alternatif dan mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil. Berdasarkan latar belakang di atas, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh perekat terhadap karakteristik fisik briket ranting kesambi dengan fokus pada beberapa parameter penting yang memengaruhi kualitas briket, yaitu kuat tekan, kadar air, densitas, dan lama nyala.

METODE PENELITIAN

Bahan yang digunakan meliputi ranting kesambi (*Schleichera oleosa*) berukuran diameter <1cm yang telah dikeringkan serta tepung kanji sebagai perekat dengan variasi konsentrasi sebesar 5%, 10%, dan 15%. Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain penggiling *disc mill* yang mempunyai kecepatan 1000 rpm dengan lolos <0.3 mm untuk menghasilkan serbuk berukuran 60 mesh, alat pencetak briket dengan hasil ukuran briket diameter 4cm, timbangan analitik, alat pengukur kuat tekan, oven untuk pengeringan, serta peralatan untuk pengujian kadar air dan lama nyala briket (thermokopel). Desain penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan tiga perlakuan konsentrasi perekat, yaitu 5%, 10%, dan 15%, serta dilakukan enam ulangan untuk setiap perlakuan. Tahapan penelitian ini meliputi beberapa prosedur, mulai dari persiapan bahan hingga pengujian briket yang dihasilkan. Pada tahap pertama, ranting kesambi digiling menjadi serbuk dengan ukuran partikel 60 mesh. Selanjutnya, tahap pencampuran dilakukan dengan mencampur serbuk ranting kesambi dengan perekat tepung kanji berdasarkan konsentrasi yang telah ditetapkan, yaitu 5%, 10%, atau 15%, hingga tercampur merata.

Setelah pencampuran, tahap pembentukan briket dilakukan dengan memadatkan campuran serbuk kesambi dan perekat menggunakan alat pencetak briket. Briket yang terbentuk kemudian dikeringkan matahari selama 10 hari. Kuat tekan diukur menggunakan alat pengukur kuat tekan untuk mengetahui kekuatan mekanik briket. Densitas dihitung dengan rumus massa per volume briket untuk memperoleh nilai kepadatan. Kadar air ditentukan melalui metode pengeringan dengan oven hingga berat briket mencapai konstan. Lama nyala diuji dengan cara membakar briket dan mencatat durasi pembakaran hingga selesai.

Analisis Data

Data dari setiap pengujian dianalisis secara statistik menggunakan ANOVA dengan tingkat kepercayaan 0,05, untuk mengetahui pengaruh signifikan dari konsentrasi perekat terhadap karakteristik fisik dan efisiensi pembakaran briket. Jika terdapat pengaruh signifikan, dilanjutkan dengan uji lanjut Duncan ($P < 0.05$) untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan. Data dianalisis menggunakan aplikasi SPSS versi 20.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kuat Tekan Briket (MPa)

Tabel 1 menunjukkan data hasil pengujian kuat tekan briket dengan berbagai konsentrasi perekat tepung kanji.

Tabel 1. Pengaruh Konsentrasi Perekat terhadap Kuat Tekan Briket (kg/cm^2)

Konsentrasi Perekat	Rata-Rata $\pm$ SD
5%	0.54 ± 0.11^a
10%	0.56 ± 0.10^b
15%	0.59 ± 0.08^c

Kuat tekan briket menunjukkan peningkatan yang signifikan seiring dengan bertambahnya konsentrasi perekat tepung kanji. Pada konsentrasi perekat 15%, briket memiliki kuat tekan tertinggi, rata-rata 0.59 MPa, yang menunjukkan peningkatan kohesi antar partikel biomassa akibat tingginya kandungan perekat dan berbeda nyata dengan perlakuan lain yang diuji ($P < 0.05$). Briket dengan perekat 5% memiliki kuat tekan yang lebih rendah, yaitu 0.54 MPa, mengindikasikan bahwa kekuatan mekanik briket dipengaruhi secara positif oleh konsentrasi perekat dan berbeda nyata dengan perlakuan lain yang diuji. Hal ini dapat diartikan bahwa perekat membantu dalam meningkatkan stabilitas struktur briket, sehingga mampu menahan tekanan lebih baik. Kuat tekan yang lebih tinggi penting untuk meningkatkan daya tahan briket saat transportasi dan penyimpanan, karena briket yang rapuh akan mudah rusak.

Perekat, seperti pengikat organik dan anorganik, meningkatkan ikatan antar partikel, yang menghasilkan briket yang lebih kuat (Zhang et al., 2018). Persentase pengikat yang optimal telah terbukti meningkatkan kekuatan tekan; misalnya, briket dengan kapur mati dan molase mencapai kekuatan tekan sebesar 3,70 MPa (Cheloni et al., 2024). Studi menunjukkan bahwa tekanan pemadatan yang lebih tinggi dan rasio pengikat yang tepat berkorelasi dengan peningkatan kekuatan tekan, yang penting untuk menjaga integritas briket selama penanganan (Nganko et al., 2024). Daya tahan mekanis briket juga dipengaruhi oleh ukuran partikel dan penghancuran, dengan partikel yang lebih kecil menghasilkan daya tahan yang lebih tinggi (Dyjakon et al., 2020).

Densitas Briket (kg/cm^3)

Tabel 2 menunjukkan nilai densitas briket berdasarkan konsentrasi perekat yang digunakan.

Tabel 2. Pengaruh Konsentrasi Perekat terhadap Densitas Briket

Konsentrasi Perekat	Rata-Rata $\pm$ SD
5%	0.84 $\pm$ 0.02 ^a
10%	0.89 $\pm$ 0.01 ^b
15%	0.93 $\pm$ 0.01 ^c

Densitas briket meningkat dengan meningkatnya konsentrasi perekat tepung kanji. Densitas yang lebih tinggi pada konsentrasi perekat 15% (0.93 kg/cm³) yang berbeda nyata ($P < 0.05$) dengan perlakuan lain yang diuji mengindikasikan pengisian ruang antar partikel yang lebih padat. Densitas yang tinggi penting untuk meningkatkan kapasitas energi yang dihasilkan, karena briket yang lebih padat akan lebih efisien dalam hal penyimpanan energi. Perekat 20% merupakan perlakuan terbaik dari masing-masing perlakuan yang menghasilkan nilai resistansi tertinggi yaitu 93,67%, lama nyala tertinggi yaitu 1,72 jam, densitas tertinggi yaitu 539,486 gr/cm³ (Kette et al., 2024). Densitas yang lebih rendah pada konsentrasi perekat 5% (0.84 kg/cm³) yang berbeda nyata dengan perlakuan lain yang diuji menunjukkan bahwa ikatan antar partikel biomassa kurang optimal pada perekat konsentrasi rendah. Peningkatan densitas briket juga dapat meningkatkan efisiensi pembakaran karena massa yang lebih besar dalam volume tertentu memberikan pembakaran yang lebih stabil. Kepadatan briket sangat dipengaruhi oleh konsentrasi perekat pati, yang meningkatkan pengisian ruang antar partikel. Briket dengan kepadatan yang lebih tinggi tidak hanya meningkatkan kapasitas energi tetapi juga efisiensi pembakaran, yang mengarah pada produksi energi yang lebih stabil dan efektif. Peningkatan konsentrasi perekat pati berkorelasi dengan kepadatan briket yang lebih tinggi, seperti yang ditunjukkan dalam penelitian di mana persentase pengikat optimal diidentifikasi (Fuad et al., 2024).

Konsentrasi pengikat 10% menghasilkan briket dengan nilai kalor (HHV) yang lebih tinggi sebesar 25.596 kJ/kg, yang menunjukkan penyimpanan energi yang efektif (Nganko et al., 2024). Briket yang lebih padat menghasilkan massa yang lebih besar dalam volume tertentu, yang meningkatkan stabilitas dan efisiensi pembakaran. Penelitian menunjukkan bahwa briket dengan kepadatan lebih tinggi menunjukkan karakteristik pembakaran yang lebih baik, seperti waktu penyalaan yang lebih singkat dan durasi pembakaran yang lebih lama (Oladosu et al., 2023). Efisiensi pembakaran briket yang terbuat dari limbah biomassa, termasuk yang menggunakan pengikat pati, menunjukkan emisi yang lebih rendah dan kinerja yang lebih baik dibandingkan dengan bahan bakar tradisional (Achebe et al., 2018; Shobar et al., 2020).

Kadar Air Briket (%)

Tabel 3 menyajikan kadar air briket pada berbagai konsentrasi perekat.

Tabel 3. Pengaruh Konsentrasi Perekat terhadap Kadar Air Briket

Konsentrasi Perekat	Rata-Rata $\pm$ SD
5%	8.25 $\pm$ 0.10 ^a
10%	7.75 $\pm$ 0.10 ^b
15%	7.22 $\pm$ 0.07 ^c

Kadar air briket cenderung menurun dengan meningkatnya konsentrasi perekat. Briket dengan konsentrasi perekat 15% memiliki kadar air terendah (5.22%), sedangkan briket dengan perekat 5% memiliki kadar air tertinggi (6.25%). Kadar air yang lebih rendah pada konsentrasi perekat yang lebih tinggi berkontribusi terhadap efisiensi pembakaran yang lebih baik, karena energi yang dibutuhkan untuk menguapkan air selama pembakaran menjadi lebih sedikit. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan perekat yang lebih tinggi dapat membantu mengurangi kadar air dalam briket, meningkatkan stabilitas penyimpanan, dan memungkinkan proses pembakaran yang lebih efektif dan efisien.

Lama Nyala Briket (menit)

Tabel 4 menyajikan hasil uji lama nyala briket pada berbagai konsentrasi perekat.

Tabel 4. Uji lama nyala briket pada berbagai konsentrasi perekat

Konsentrasi Perekat	Rata-Rata $\pm$ SD
5%	134.5 $\pm$ 1.05 ^a
10%	139.8 $\pm$ 0.84 ^b
15%	148.0 $\pm$ 0.82 ^c

Lama nyala briket meningkat seiring dengan peningkatan konsentrasi perekat. Briket dengan perekat 15% menunjukkan lama nyala tertinggi, dengan rata-rata waktu pembakaran 148 menit yang berbeda nyata ($P < 0.05$) dengan perlakuan lain yang diuji. Hal ini menunjukkan bahwa perekat tepung kanji mampu memperpanjang durasi pembakaran, yang dapat meningkatkan nilai guna briket sebagai sumber energi terbarukan. Pada konsentrasi perekat yang lebih rendah (5%), lama nyala briket hanya mencapai rata-rata 134.5 menit yang berbeda nyata dengan perlakuan lain yang diuji, menunjukkan efisiensi pembakaran yang lebih rendah. Durasi nyala yang lebih panjang pada konsentrasi perekat yang tinggi memberikan keuntungan karena briket dapat memberikan panas lebih lama, sehingga lebih efektif untuk kebutuhan energi rumah tangga atau industri yang membutuhkan pembakaran berkepanjangan. Durasi nyala briket sangat dipengaruhi oleh konsentrasi perekat pati, yang meningkatkan kegunaannya sebagai sumber energi terbarukan.

Konsentrasi perekat yang lebih tinggi menghasilkan waktu pembakaran yang lebih lama, sehingga briket ini lebih efektif untuk kebutuhan energi rumah tangga dan industri. Durasi nyala yang lebih lama

ini sangat menguntungkan dalam aplikasi yang membutuhkan panas berkelanjutan. Pati berfungsi sebagai pengikat yang efektif, meningkatkan integritas struktural briket dan memperpanjang waktu pembakaran (Velusamy et al., 2021). Studi menunjukkan bahwa briket dengan kandungan pati yang lebih tinggi menunjukkan nilai kalor yang lebih baik dan emisi yang lebih rendah, sehingga meningkatkan daya tariknya sebagai sumber energi yang lebih bersih (Oladosu et al., 2023). Perekat 20% pada tekanan pemadatan 5 MPa menghasilkan briket dengan nilai kalor 26,75 MJ/kg (Ezenwa et al., 2024).

KESIMPULAN

Briket dengan konsentrasi perekat 15% menunjukkan kualitas fisik dan efisiensi pembakaran yang berbeda nyata ($P < 0.05$) dengan perlakuan 5% dan 10%, menjadikannya pilihan perekat yang optimal untuk meningkatkan kualitas briket ranting kesambi sebagai bahan bakar biomassa.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdel, A. M. K., Ibrahim, O. H. M., Al-Farga, A., dan El Saeidy, E. A. (2023). Impact of Biomass Moisture Content on the Physical Properties of Briquettes Produced from Recycled Ficus nitida Pruning Residuals. *Sustainability (Switzerland)*, 15(15). <https://doi.org/10.3390/su151511762>
- Abineno, J., Dethan, J., Bunga, F. J. H., & Bunga, E. H. (2024). Characterization and performance analysis of Kesambi branch biomass briquettes: A study on particle size effects. *Journal of Ecological Engineering*, 26(1), 213–222. <https://doi.org/10.12911/22998993/195643>
- Achebe, C., Umeji, A., dan Chukwuneke, J. (2018). Energy Evaluation of Various Compositions of Biomass Waste Briquettes. *Advances in Research*, 13(6). <https://doi.org/10.9734/air/2018/39270>
- Adeleke, A., Odusote, J., Ikubanni, P., Lasode, O., Malathi, M., dan Pasawan, D. (2021). Physical and mechanical characteristics of composite briquette from coal and pretreated wood fines. *International Journal of Coal Science and Technology*, 8(5). <https://doi.org/10.1007/s40789-021-00438-0>
- Adesanya, S. A., Ibrahim, J. S., Kuhe, A., & Ndah, A. A. (2024). Assessment of mechanical, physical, and thermal characterization of jujube seed shell briquettes. *Bioresource Technology Reports*, 26, 101868. <https://doi.org/10.1016/J.BITEB.2024.101868>
- Anggono, W., Sutrisno, Suprianto, F. D., Evander, J., & Gotama, G. J. (2018). Biomass briquette investigation from Pterocarpus indicus twigs waste as an alternative renewable energy. *International Journal of Renewable Energy Research*, 8(3). <https://doi.org/10.20508/ijrer.v8i3.7606.g7438>
- Ariningsih, E., Ashari, Mardiharini, M., Sujianto, Irawan, Rahayu, H. S. P., Saleh, Y., Slameto, Suharyon, & Septanti, K. S. (2024). The potential utilisation of rice biomass for biochar to support sustainable rice farming development in Indonesia. *BIO Web of Conferences*, 119, 05001. <https://doi.org/10.1051/BIOCONF/202411905001>
- Bello, S. R., Olorunnisola, A. O., Omoniyi, T. E., & Onilude, M. A. (2023). Combustion Characteristics of Briquettes Produced from Three Binders and Torrefied Gmelina arborea (Robx.) Sawdust. *Trends in Applied Sciences Research*, 18(1). <https://doi.org/10.3923/tasr.2023.71.93>
- Bunga, F. J. H., Dethan, J. J. S., Bullu, N. I., Hetharia, G. E., & Bunga, E. Z. H. (2024). Comparative analysis of predictive models for Tamarindus indica waste briquettes higher heating value.

-
- Journal of Ecological Engineering, 26(1), 345–354.
<https://doi.org/10.12911/22998993/195883>
- Cheloni, L. M., Guedes Cota, T., & Reis, É. L. (2024). Evaluation of Compressive Strength of Manganese Oxidized Ore Briquettes: Effects of Compaction Pressure, Curing Time, and Percentage of Binder. *Mineral Processing and Extractive Metallurgy Review*.
<https://doi.org/10.1080/08827508.2024.2306586>
- Dethan, J. J. S. (2024). Evaluation of an empirical model for predicting the calorific value of biomass briquettes from candlenut shells and kesambi twigs. 2024(3), 253–264.
<https://doi.org/10.21776/ub.afssaae.2024.007.03.6>
- Dethan, J. J. S. (2024). Evaluation of an empirical model for predicting the calorific value of biomass briquettes from candlenut shells and kesambi twigs. *Advances in Food Science, Sustainable Agriculture and Agroindustrial Engineering (AFSSAAE)*, 7(3), 253–264.
<https://doi.org/10.21776/UB.AFSSAAE.2024.007.03.6>
- Dethan, J. J. S. (2024). Predicting a Higher Heating Value for Torrefied Kesambi Leaf Biobriquettes through Ultimate Analysis. *International Journal of Current Science Research and Review*, 07(04). <https://doi.org/10.47191/IJCSRR/V7-I4-14>
- Dethan, J. J. S. (2024). Statistical models for predicting the higher heating value of torrefied kesambi leaves. *Journal of Water and Land Development*, 86–90.
<https://doi.org/10.24425/jwld.2024.151793>
- Dethan, J. J. S., & Lalel, H. (2024). Optimization of Particle Size of Torrefied Kesambi Leaf and Binder Ratio on the Quality of Biobriquettes. *Journal of Sustainable Development of Energy, Water and Environment Systems*, 12(1), 1–21. <https://doi.org/10.13044/j.sdewes.d12.0490>
- Dethan, J. J. S., Bale-Therik, J. F., Telupere, F. M. S., Lalel, H. J. D., & Adisasmito, S. (2024). Characteristics of kesambi leaf torrefaction biomass. 050016.
<https://doi.org/10.1063/5.0193717>
- Dethan, J. J. S., F. J. Haba Bunga, M. Makaborang, M. L. Lano, J. C. Abineno (2023). OPTIMALISASI SUHU DAN WAKTU TINGGAL PADA PROSES TOREFAKSI DAUN KESAMBI (*Schleichera oleosa*). In *Seminar Nasional Politani Kupang Ke-6 Kupang*.
- Dyjakon, A., Sobol, Ł., Krotowski, M., Mudryk, K., & Kawa, K. (2020). The impact of particles comminution on mechanical durability of wheat straw briquettes. *Energies*, 13(23).
<https://doi.org/10.3390/en13236186>
- Ezenwa, O. N., Mgbemena, C. O., & Emagbetere, E. (2024). Utilization of solid residue from hydrothermal liquefaction of breadfruit pulp for the production of bio-briquette using cassava starch as binder. *Heliyon*, 10(1). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e24081>
- Kette, A. U. S., Dethan, J. J. S., Bunga, F. J. H., Banfatin, N., & Purwadi, R. (2024). Adding adhesive on making of waste bricket of eucalyptus oil refining. THE 7TH BIOMEDICAL ENGINEERING'S RECENT PROGRESS IN BIOMATERIALS, DRUGS DEVELOPMENT, AND MEDICAL DEVICES: The 15th Asian Congress on Biotechnology in Conjunction with the 7th International Symposium on Biomedical Engineering (ACB-ISBE 2022), 3080. <https://doi.org/10.1063/5.0195318>
- Lou, J., Squire, C., & Hilde, T. (2023). Evaluating the Viability of Co-Firing Biomass Waste to Mitigate Coal Plant Emissions in Indonesia. <https://doi.org/10.21203/RS.3.RS-3481484/V1>
- Makaborang, M., Kabeko, S. S., Dethan, J. J. S., & Lano, M. L. (2020). Biomass gasification of candlenut shell and coconut coir with the updraft gasifier method being alternative fuel. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 823(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/823/1/012017>
- Fuad, M. A. H., Hasan, M. F., Chong, W. W. F., Ani, F. N., & Ngadiman, N. H. A. (2024). A novel oxidative microwave torrefaction approach for producing empty fruit bunch-starch binder

- briquettes as a potential biomass-based energy. *Renewable Energy*, 228, 120592. <https://doi.org/10.1016/J.RENENE.2024.120592>
- Nganko, J. M., Koffi, E. P. M., Gbaha, P., Toure, A. O., Kane, M., Ndiaye, B., Faye, M., Nkouna, W. M., Tiogue Tekounegning, C., Bile, E. E. J., & Yao, K. B. (2024). Modeling and optimization of compaction pressure, binder percentage and retention time in the production process of carbonized sawdust-based biofuel briquettes using response surface methodology (RSM). *Heliyon*, 10(3), e25376. <https://doi.org/10.1016/J.HELİYON.2024.E25376>
- Oladosu, K. O., Babalola, S. A., Kareem, M. W., Ajimotokan, H. A., Kolawole, M. Y., Issa, W. A., Olawore, A. S., & Ponle, E. A. (2023). Optimization of fuel briquette made from bi-composite biomass for domestic heating applications. *Scientific African*, 21. <https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2023.e01824>
- Olugbade, T., Ojo, O., & Mohammed, T. (2019). Influence of Binders on Combustion Properties of Biomass Briquettes: A Recent Review. *Bioenergy Research*, 12(2). <https://doi.org/10.1007/s12155-019-09973-w>
- Puspita, D. R., Jaya Saputra, T., & Joko Purnomo, S. (2022). ANALISIS KARAKTERISTIK BRIKET ARANG DENGAN VARIASI TEKANAN KEMPA PEMBRIKETAN. *Media Mesin: Majalah Teknik Mesin*, 23(1). <https://doi.org/10.23917/mesin.v23i1.15913>
- Shobar, S., Sribudiani, E., & Somadona, S. (2020). Characteristics of Charcoal Briquette from the Skin Waste of Areca catechu Fruit with Various Compositions of Adhesive Types. *Jurnal Sylva Lestari*, 8(2). <https://doi.org/10.23960/jsl28189-196>
- Suryaningsih, S., & Zaka Nurusyifa, A. (2020). Pengaruh Tekanan Pembriketan Terhadap Karakteristik Mekanik Dan Karakteristik Pembakaran Pada Briket Campuran Sekam Padi Dan Bonggol Jagung. *Jurnal Ilmu Dan Inovasi Fisika*, 4(1). <https://doi.org/10.24198/jiif.v4i1.26140>
- Tamma, U. S. A., & Shafira, A. N. (2023). Potensi Pengolahan Limbah Padi Menjadi Sumber Energi Listrik Terbarukan yang Bersih dan Terjangkau. *Pelita Teknologi*, 18(1). <https://doi.org/10.37366/pelitatekno.v18i1.2590>
- Velusamy, S., Subbaiyan, A., & Thangam, R. S. (2021). Combustion characteristics of briquette fuels from sorghum panicle–pearl millets using cassava starch binder. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(17). <https://doi.org/10.1007/s11356-020-11790-0>
- Zhang, G., Sun, Y., & Xu, Y. (2018). Review of briquette binders and briquetting mechanism. In *Renewable and Sustainable Energy Reviews* (Vol. 82). <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.09.072>