



Karakteristik Fisik dan Performa Pembakaran Briket Biocoal Berbasis Campuran Biomassa Ranting Pohon dan Batubara pada Berbagai Komposisi

Physical and Combustion Performance of Biocoal Briquettes Produced from Coal-Tree Branch Biomass Blends at Different Mixing Ratios

Zana Azalia Maktub^{1*}, Tamrin¹, Budianto Lanya¹, Sapto Kuncoro¹

¹Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung

*Corresponding Author: zanaazalia@fp.unila.ac.id

Abstract. The utilization of biomass as a renewable energy source has gained increasing attention as an alternative to fossil fuels. This study aimed to evaluate the effect of tree branch biomass proportion on the physical characteristics and combustion performance of biocoal briquettes produced from biomass–coal blends. Four briquette formulations containing 16.0%, 31.9%, 47.7%, and 63.7% tree branch biomass were prepared and tested for density, impact resistance, tensile strength, compressive strength, and combustion rate. The results showed that biomass composition significantly affected the physical and combustion properties of the briquettes. The highest density was obtained at 16.0% biomass content (940.84 kg/m³), while the lowest density was observed at 47.7% biomass content (883.08 kg/m³). The briquette containing 47.7% biomass exhibited the best mechanical properties, characterized by the lowest number of fragments after impact testing (3.4 pieces), the highest tensile strength (115,710.61 N/m²), and the highest compressive strength (168,541.37 N/m²). Meanwhile, the highest combustion rate was achieved by the briquette containing 63.7% biomass, reaching 2.37 g/min. Compared with commercial coal briquettes, the combustion performance of the 63.7% biomass briquette approached that of super briquettes (2.57 g/min) and exceeded that of pure coal briquettes (2.09 g/min). Overall, a biomass proportion of 47.7% was considered optimal in terms of physical and mechanical properties, while 63.7% biomass provided the best combustion performance. These findings demonstrate the potential of tree branch biomass as a sustainable feedstock for biocoal briquette production.

Keywords: Biocoal briquette, Combustion rate, Physical properties, Renewable energy, Tree branch biomass.



1. Pendahuluan

Pada akhir dekade ini dunia sedang dalam keadaan krisis energi yang semakin kompleks. Tepatnya pada tahun 2026 ini, krisis energi global disebut memasuki fase paling serius dalam sejarah modern setelah konflik di Timur Tengah mengganggu pasokan minyak dan gas dunia (Kompas, 2026). Gangguan distribusi energi melalui jalur strategis seperti Selat Hormuz menyebabkan peningkatan harga energi global dan memunculkan kekhawatiran terhadap ketahanan energi berbagai negara, terutama negara berkembang yang masih bergantung pada bahan bakar fosil sebagai sumber energi utama.

Kondisi tersebut mendorong berbagai negara untuk mempercepat pengembangan sumber energi alternatif yang lebih berkelanjutan dan ramah lingkungan. Menurut Kamil R dan Emilia G (2024), biomassa merupakan salah satu sumber energi terbarukan yang memiliki potensi besar karena ketersediaannya melimpah, mudah diperoleh, serta dapat berasal dari berbagai jenis limbah pertanian, perkebunan, maupun kehutanan. Pemanfaatan biomassa sebagai sumber energi juga berkontribusi dalam mengurangi ketergantungan terhadap bahan bakar fosil dan mendukung upaya mitigasi perubahan iklim melalui pemanfaatan sumber daya yang dapat diperbarui.

Salah satu limbah biomassa yang potensial namun belum dimanfaatkan secara optimal adalah ranting pohon. Limbah ranting pohon dihasilkan dari kegiatan pemangkasan tanaman, pemeliharaan ruang terbuka hijau, aktivitas kehutanan, serta pengelolaan perkebunan. Selama ini sebagian besar limbah ranting hanya dibakar secara terbuka atau dibiarkan membusuk di lingkungan sehingga berpotensi menimbulkan pencemaran dan belum memberikan nilai tambah yang optimal. Padahal, biomassa kayu termasuk ranting dan cabang pohon memiliki kandungan lignoselulosa yang tinggi serta nilai kalor yang cukup baik sehingga berpotensi digunakan sebagai bahan baku pembuatan bahan bakar padat. Penelitian terbaru menunjukkan bahwa residu kehutanan seperti ranting dan pucuk pohon memiliki potensi energi yang tinggi dengan nilai kalor yang dapat mencapai sekitar 20 MJ kg⁻¹ setelah melalui proses densifikasi atau pembuatan briket.

Salah satu bentuk pemanfaatan biomassa yang banyak dikembangkan adalah briket biocoal. Briket biocoal merupakan bahan bakar padat yang dibuat dari campuran biomassa dan batubara sehingga mampu mengombinasikan keunggulan kedua bahan tersebut. Batubara memiliki nilai kalor yang tinggi, sedangkan biomassa berperan dalam meningkatkan aspek keberlanjutan dan mengurangi emisi karbon selama proses pembakaran. Kombinasi keduanya diharapkan dapat menghasilkan bahan bakar alternatif yang memiliki kualitas energi yang baik sekaligus lebih ramah lingkungan dibandingkan penggunaan batubara secara langsung. Selain itu, penggunaan biomassa bersama batubara juga sejalan dengan tren pemanfaatan biomassa pada sistem energi modern untuk mengurangi penggunaan bahan bakar fosil.

Karakteristik fisik dan performa pembakaran briket biocoal sangat dipengaruhi oleh komposisi campuran bahan penyusunnya. Variasi persentase biomassa dan batubara dapat memengaruhi sifat fisik briket seperti kerapatan, kekuatan tekan, dan ketahanan mekanis, serta memengaruhi karakteristik pembakaran seperti laju pembakaran, kestabilan nyala, dan efisiensi pemanfaatan energi. Meskipun berbagai penelitian mengenai briket biomassa telah banyak dilakukan, kajian mengenai pemanfaatan arang ranting pohon sebagai bahan campuran dalam pembuatan briket biocoal masih relatif terbatas, khususnya terkait pengaruh variasi komposisi campuran terhadap sifat fisik dan performa pembakaran briket yang dihasilkan. Oleh karena itu, diperlukan penelitian yang lebih mendalam untuk mengevaluasi potensi biomassa ranting pohon sebagai bahan baku energi alternatif yang bernilai tambah.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis karakteristik fisik dan performa pembakaran briket biocoal berbasis campuran biomassa ranting pohon dan batubara pada berbagai komposisi campuran. Parameter yang diamati meliputi sifat fisik briket seperti kerapatan dan kekuatan tekan serta karakteristik pembakaran yang direpresentasikan melalui laju pembakaran. Hasil penelitian

diharapkan dapat memberikan informasi ilmiah mengenai pemanfaatan limbah ranting pohon sebagai sumber energi terbarukan dan mendukung pengembangan briket biocoal yang efisien, ekonomis, dan berkelanjutan.

2. Metode Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah alat pencetak batubara yang berbentuk cetakan balok oleh (Ahmad, 2009), tungku briket batubara jenis portabel, termometer 360°C, neraca *ohauss*, timbangan, ember, panci, gelas ukur, palu, batu giling, kompor, sendok pengaduk, kertas label, penggaris, mesin penepung tipe *disc mill*, mesin pencacah sampah organik tipe tromol-25E dan saringan (diameter 2 mm). Sedangkan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah 12 kg batubara, 2 kg ranting pohon (setelah dihaluskan), 2 kg tepung tapioka sebagai bahan dasar pembuat lem, air, minyak tanah dan 2 kg tanah liat dari Natar (Pusat Pembuatan Keramik, Batubara dari PT Bukit Asam).

2.1 Metode Penelitian

Pada penelitian ini menggunakan 4 perlakuan yaitu dengan 4 taraf persentase ranting pohon yang berbeda dengan 5x ulangan (Tabel 1). Data hasil percobaan dan pengamatan kemudian disajikan dalam bentuk tabel dan grafik serta dianalisis dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK). Kemudian analisis dilanjutkan dengan uji BNT. Pengujian dilakukan pada taraf nyata 1% dan 5%.

Tabel 1. Persentase antara biomassa, batubara, tapioka dan tanah liat

Jenis Biomassa	Biomassa (%)	Batubara (%)	Tapioka (%)	Tanah Liat (%)
Ranting Pohon	16,0%	75,4%	2,2%	6,4%
	31,9%	59,5%	2,2%	6,4%
	47,7%	43,7%	2,2%	6,4%
	63,7%	27,7%	2,2%	6,4%

2.2 Prosedur Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dalam beberapa tahap diantaranya tahap pengumpulan alat dan bahan serta penyiapan bahan baku, tahap pembuatan lem, tahap pengecilan ukuran batubara, ranting pohon dan tanah liat, tahap pencampuran lem, tanah liat, ranting pohon dan batubara, tahap pencetakan adonan briket *biocoal* dan briket batubara murni, tahap pengeringan briket *biocoal* dan briket batubara murni yang telah dicetak dan yang terakhir tahap pengujian mutu untuk mengetahui sifat fisik briket *biocoal* yang terbagi atas pengujian kerapatan, kekerasan, kekuatan briket *biocoal* dan pengujian lama pembakaran briket *biocoal*.

2.3 Pengamatan

2.3.1 Kerapatan

Untuk menghitung kerapatan (massa jenis) briket *biocoal* digunakan rumus sebagai berikut:

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (1)$$

dimana ρ adalah massa jenis (kg/m^3), m adalah massa briket *biocoal* (kg), V adalah volume briket *biocoal* (m^3).

Pengukuran kerapatan bertujuan untuk mengetahui berapa komposisi yang pas untuk mendapatkan briket *biocoal* yang kekerasannya sesuai dengan kebutuhan.

2.3.2 Kekuatan Briket Biocoal

Beberapa cara yang digunakan untuk mengetahui kekuatan briket *biocoal*:

1. Briket *biocoal* yang telah dicetak, diukur kekuatannya dengan cara menjatuhkan briket *biocoal* dari ketinggian 2 meter ke lantai yang keras (semen keras ataupun besi).
2. Mengukur kemampuan tegangan tarik briket *biocoal* dengan cara menggantung beban pada briket *biocoal* (posisi briket *biocoal* horizontal) hingga briket *biocoal* patah. Menghitung tegangan dengan menggunakan rumus:

$$i. \sigma = \frac{Mc}{I} \quad (2)$$

dimana σ adalah tegangan briket *biocoal* (N/m²), M adalah moment (Nm), c adalah 0,5 x tinggi briket *biocoal* (m), I adalah inersia (m⁴).

3. Mengukur kekuatan tekan briket *biocoal* dengan cara memberikan beban pada briket *biocoal* pada posisi berdiri yang telah dicetak hingga briket *biocoal* hancur. Tekanan dari pengujian dihitung menggunakan rumus:

$$P = \frac{F}{A} \quad (3)$$

dimana P adalah tekanan (N/m²), F adalah gaya (N), A adalah luas (m²).

2.3.3 Pengujian Lama Pembakaran Briket Biocoal, Briket Batubara Murni, Briket Super, dan Briket Biasa

Pengujian ini merupakan tahapan untuk mengetahui kualitas briket *biocoal* yang mudah dinyalakan dalam waktu pembakaran atau pada saat penyalaan awal dan diukur lama pembakarannya dengan dilakukan pencatatan waktu dari awal penghidupan sampai akhir penyalaan briket *biocoal* sampai briket *biocoal* tersebut tidak menyala lagi (mati) atau menjadi abu sehingga dapat diketahui kualitas briket *biocoal* sesuai dengan kebutuhan. Lama pembakaran briket *biocoal* nantinya dibandingkan dengan lama pembakaran briket batubara murni, briket super dan briket biasa.

3. Hasil dan Pembahasan

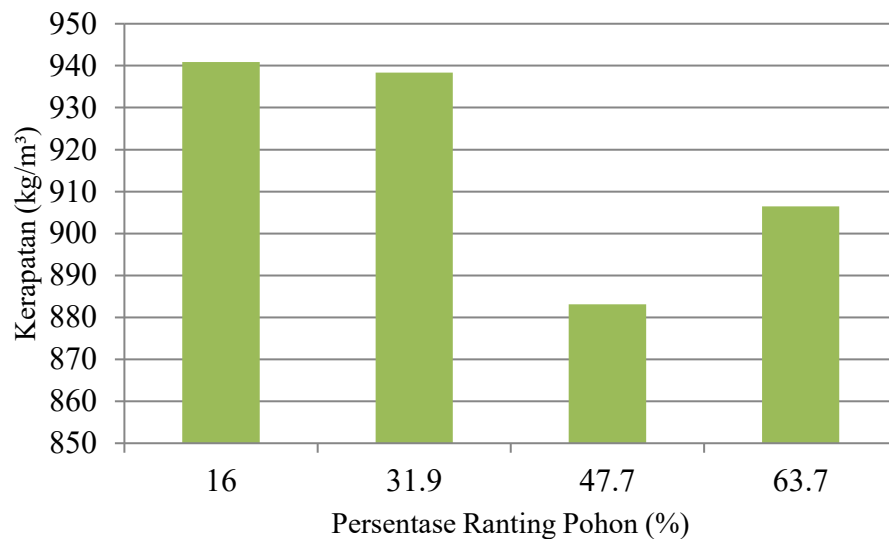
Pengujian mutu dan pengujian pembakaran dalam penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik fisik dan performa pembakaran briket *biocoal* berbasis campuran biomassa ranting pohon dan batubara pada berbagai komposisi. Pengujian ini dilakukan dengan melihat lama penyalaan briket *biocoal* hingga menjadi abu dan mengukur suhu mulai dari pembakaran, suhu mencapai 180°C dan suhu sampai habis menjadi abu, kemudian membandingkannya dengan briket karbonisasi (super) dan non karbonisasi (biasa) produksi PT Batubara Bukit Asam serta briket batubara murni (tanpa campuran biomassa).

3.1 Pengaruh Variasi Persentase Campuran Ranting Pohon terhadap Karakteristik Fisik Briket Biocoal

3.1.1 Kerapatan Briket Biocoal

Kerapatan merupakan salah satu karakteristik fisik yang penting dalam penilaian kualitas briket *biocoal*. Dalam penelitian ini, kerapatan briket *biocoal* diuji dengan berbagai variasi persentase

campuran ranting pohon, yaitu 16%, 31,9%, 47,7%, dan 63,7%. Hasil pengukuran kerapatan ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Kerapatan briket *biocoal*

Berdasarkan hasil penelitian, nilai kerapatan briket *biocoal* berbasis campuran biomassa ranting pohon dan batubara berkisar antara 883,08 – 940,84 kg/m³. Kerapatan tertinggi diperoleh pada campuran biomassa ranting pohon sebesar 16,0%, yaitu 940,84 kg/m³, sedangkan kerapatan terendah diperoleh pada campuran 47,7%, yaitu 883,08 kg/m³. Secara umum, peningkatan proporsi biomassa ranting pohon dalam campuran cenderung menyebabkan penurunan nilai kerapatan briket. Hal ini menunjukkan bahwa keberadaan biomassa ranting pohon dalam jumlah yang lebih besar menghasilkan struktur briket yang lebih berpori dibandingkan campuran dengan proporsi batubara yang lebih tinggi.

Penurunan kerapatan tersebut berkaitan dengan karakteristik biomassa yang memiliki densitas lebih rendah dibandingkan batubara. Selama proses karbonisasi, biomassa mengalami dekomposisi termal yang menyebabkan terbentuknya pori-pori pada struktur arang. Struktur yang lebih berpori ini mengurangi kemampuan partikel untuk tersusun secara kompak selama proses pencetakan, sehingga menghasilkan kerapatan yang lebih rendah. Penelitian oleh Roman dan Grzegorzewska (2024) menunjukkan bahwa biomassa residu kehutanan memiliki porositas yang relatif tinggi sehingga dapat menurunkan densitas produk briket apabila digunakan dalam proporsi yang besar.

Meskipun demikian, pada campuran biomassa ranting pohon sebesar 63,7% diperoleh nilai kerapatan sebesar 906,48 kg/m³, yang lebih tinggi dibandingkan campuran 47,7% sebesar 883,08 kg/m³. Kondisi ini menunjukkan adanya penyimpangan dari pola penurunan yang terjadi pada perlakuan sebelumnya. Fenomena tersebut kemungkinan dipengaruhi oleh faktor teknis selama proses pembuatan briket.

Salah satu faktor yang dapat memengaruhi kerapatan adalah tekanan pembriketan. Tekanan yang lebih tinggi mampu meningkatkan kontak antarpartikel dan mengurangi rongga internal sehingga menghasilkan struktur briket yang lebih padat. Selain itu, distribusi ukuran partikel yang lebih seragam memungkinkan partikel-partikel kecil mengisi ruang kosong di antara partikel yang lebih besar sehingga meningkatkan densitas produk akhir (Nurek et al., 2023).

Faktor lain yang dapat berkontribusi terhadap peningkatan kerapatan pada campuran 63,7% adalah kadar air bahan baku selama proses pencetakan. Kadar air yang berada pada kondisi optimum dapat meningkatkan ikatan antarpartikel dan membantu pembentukan struktur yang lebih kompak.

Sebaliknya, kadar air yang terlalu rendah atau terlalu tinggi dapat menyebabkan terbentuknya rongga dalam briket sehingga menurunkan nilai kerapatan (P. Donald et al., 2022).

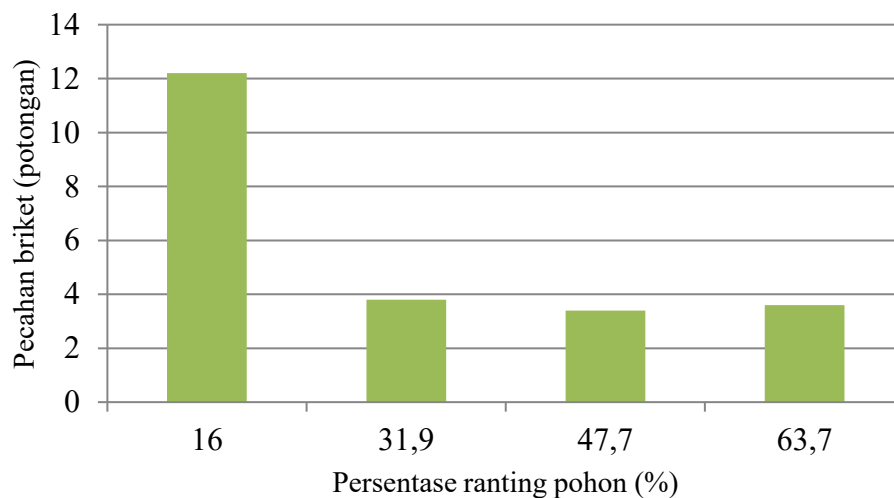
Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan proporsi biomassa ranting pohon cenderung menurunkan kerapatan briket biocoal karena karakteristik biomassa yang lebih ringan dan berpori dibandingkan batubara. Namun demikian, peningkatan kerapatan pada campuran 63,7% mengindikasikan bahwa selain komposisi bahan, faktor-faktor proses seperti tekanan pencetakan, distribusi ukuran partikel, dan kadar air juga berperan penting dalam menentukan kualitas fisik briket yang dihasilkan. Oleh karena itu, pengendalian parameter proses perlu diperhatikan untuk menghasilkan briket dengan karakteristik yang lebih beragam.

3.1.2 Kekuatan Briket Biocoal

Kekuatan briket diuji melalui tiga metode, yaitu:

- Uji kekuatan briket *biocoal* dengan cara menjatuhkan briket *biocoal* dari ketinggian 2 meter dan menghitung jumlah pecahannya

Uji ini dilakukan dengan menjatuhkan briket dari ketinggian 2 meter dan menghitung jumlah pecahan. Hasil pengujian ditampilkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Pecahan/potongan briket

Berdasarkan hasil pengujian dengan metode menjatuhkan briket dari ketinggian 2 meter, jumlah pecahan briket yang dihasilkan berkisar antara 3,4 – 12,2 potongan. Briket dengan persentase biomassa ranting pohon 16% menghasilkan jumlah pecahan tertinggi, yaitu 12,2 potongan, sedangkan jumlah pecahan terendah diperoleh pada campuran 47,7%, yaitu 3,4 potongan. Hasil ini menunjukkan bahwa penambahan biomassa ranting pohon hingga persentase tertentu dapat meningkatkan ketahanan briket terhadap benturan.

Tingginya jumlah pecahan pada campuran 16% menunjukkan bahwa briket memiliki ketahanan mekanis yang lebih rendah dibandingkan perlakuan lainnya. Sebaliknya, penurunan jumlah pecahan pada campuran 31,9%, 47,7%, dan 63,7% mengindikasikan terbentuknya ikatan antarpartikel yang lebih baik sehingga briket menjadi lebih kuat dan tidak mudah hancur saat menerima benturan. Menurut Gilvari et al. (2022), kekuatan mekanis briket dipengaruhi oleh interaksi antarpartikel, ukuran partikel, kadar air, dan tingkat pemadatan selama proses pencetakan.

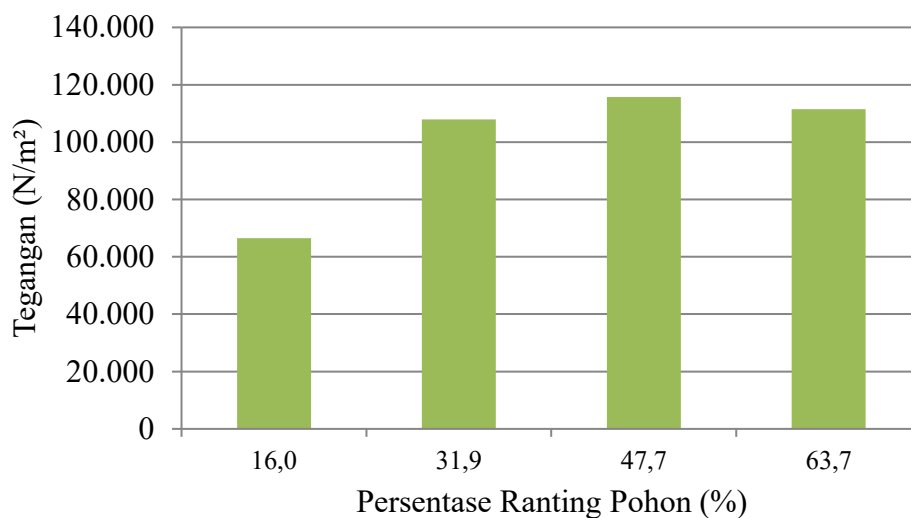
Jumlah pecahan yang relatif seragam pada campuran 31,9%, 47,7%, dan 63,7% menunjukkan bahwa peningkatan persentase biomassa ranting pohon di atas 31,9% tidak memberikan perubahan yang signifikan terhadap ketahanan benturan briket. Kondisi ini diduga karena proses pembriketan

telah menghasilkan struktur yang cukup kompak sehingga mampu mempertahankan integritas briket saat pengujian. Hasil serupa dilaporkan oleh Roman dan Grzegorzewska (2024), yang menyatakan bahwa kualitas ikatan antarpartikel selama proses densifikasi berpengaruh lebih besar terhadap ketahanan mekanis briket dibandingkan komposisi biomassa itu sendiri.

Secara keseluruhan, campuran biomassa ranting pohon sebesar 47,7% menghasilkan ketahanan benturan terbaik yang ditunjukkan oleh jumlah pecahan paling sedikit. Hal ini menunjukkan bahwa komposisi tersebut berpotensi menghasilkan briket dengan kualitas mekanis yang lebih baik untuk penanganan, penyimpanan, dan transportasi.

- b. Uji kekuatan briket *biocoal* dengan cara menggantungkan beban pada briket *biocoal* hingga briket patah dan menghitung tegangannya

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh persentase biomassa ranting pohon terhadap tegangan briket *biocoal*. Pengujian ini dilakukan dengan cara menggantungkan beban pada briket *biocoal* (posisi briket *biocoal* horizontal) hingga briket *biocoal* patah kemudian ditimbang massanya dan dihitung tegangannya. Perbandingan nilai tegangan dapat dilihat pada Gambar 3 dibawah ini.



Gambar 3. Perbandingan nilai tegangan

Hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai tegangan patah briket *biocoal* berkisar antara 66.534,48 – 115.710,61 N/m². Nilai tegangan terendah diperoleh pada campuran biomassa ranting pohon sebesar 16%, yaitu 66.534,48 N/m², sedangkan nilai tertinggi diperoleh pada campuran 47,7%, yaitu 115.710,61 N/m². Pada campuran 63,7%, nilai tegangan mengalami sedikit penurunan menjadi 111.441,67 N/m².

Peningkatan nilai tegangan seiring bertambahnya persentase biomassa hingga 47,7% menunjukkan bahwa penambahan biomassa ranting pohon mampu meningkatkan kekuatan mekanis briket. Kondisi ini diduga terjadi karena terbentuknya ikatan antarpartikel yang lebih baik selama proses pencetakan, sehingga struktur briket menjadi lebih kompak dan mampu menahan beban yang lebih besar sebelum mengalami kerusakan. Menurut Himbane et al. (2018), kekuatan mekanis briket sangat dipengaruhi oleh interlocking antarpartikel dan kemampuan bahan dalam membentuk ikatan selama proses densifikasi.

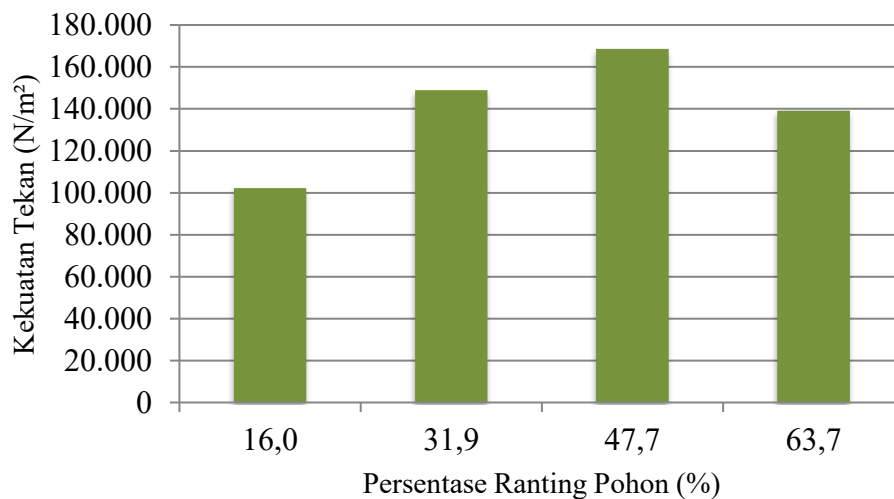
Penurunan tegangan pada campuran 63,7% menunjukkan bahwa penambahan biomassa yang terlalu tinggi dapat mengurangi kekuatan briket. Biomassa hasil karbonisasi umumnya memiliki porositas yang lebih tinggi dibandingkan batubara sehingga dapat meningkatkan jumlah rongga internal dalam struktur briket. Rongga tersebut berpotensi menjadi titik awal terjadinya retakan

ketika briket menerima beban mekanis. Kpalo et al. (2023), menyatakan bahwa peningkatan kandungan biomassa di atas komposisi optimum dapat menurunkan kekuatan mekanis akibat meningkatnya porositas dan berkurangnya kontak antar partikel.

Secara keseluruhan, campuran biomassa ranting pohon sebesar 47,7% menghasilkan nilai tegangan tertinggi, sehingga dapat dianggap sebagai komposisi yang paling optimal dalam menghasilkan briket dengan ketahanan mekanis yang baik. Kekuatan mekanis yang tinggi sangat penting untuk meminimalkan kerusakan selama proses pengemasan, penyimpanan, dan transportasi briket.

- c. Uji kekuatan briket *biocoal* dengan cara memberikan beban pada briket *biocoal* hingga briket hancur dan menghitung kekuatan tekannya

Pengukuran kekuatan tekan briket *biocoal* dilakukan dengan cara memberikan beban pada briket *biocoal* dengan posisi berdiri hingga briket *biocoal* hancur. Perbandingan nilai kekuatan tekan ditampilkan pada Gambar 4 dibawah ini.



Gambar 4. Perbandingan nilai kekuatan tekan

Hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai kekuatan tekan briket *biocoal* berkisar antara 102.260,87 – 168.541,37 N/m². Kekuatan tekan terendah diperoleh pada campuran biomassa ranting pohon sebesar 16,0%, yaitu 102.260,87 N/m², sedangkan nilai tertinggi diperoleh pada campuran 47,7%, yaitu 168.541,37 N/m². Pada campuran 63,7%, nilai kekuatan tekan menurun menjadi 139.196,35 N/m². Hasil ini menunjukkan bahwa penambahan biomassa ranting pohon hingga komposisi tertentu mampu meningkatkan kemampuan briket dalam menahan beban tekan, namun penambahan yang terlalu tinggi cenderung menurunkan kekuatan tekan yang dihasilkan.

Peningkatan kekuatan tekan pada campuran 31,9% dan 47,7% diduga terjadi karena terbentuknya ikatan antarpartikel yang lebih kuat selama proses pencetakan. Komposisi biomassa dan batubara yang seimbang memungkinkan partikel-partikel penyusun briket tersusun lebih rapat sehingga mampu mendistribusikan beban secara lebih merata. Menurut Rahman et al. (2023), kekuatan tekan briket sangat dipengaruhi oleh tingkat pemadatan, ukuran partikel, serta kualitas ikatan antarpartikel yang terbentuk selama proses densifikasi.

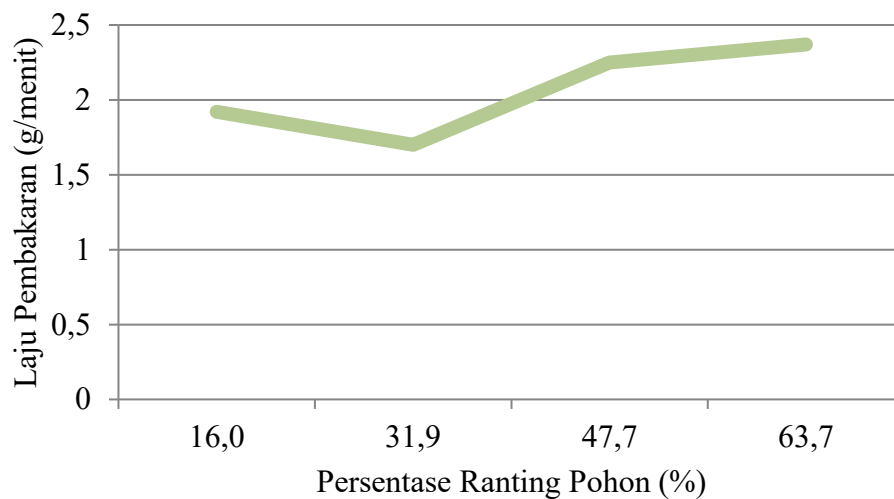
Penurunan kekuatan tekan pada campuran 63,7% menunjukkan bahwa peningkatan kandungan biomassa yang terlalu tinggi dapat menyebabkan berkurangnya kekompakan struktur briket. Arang biomassa umumnya memiliki porositas yang lebih tinggi dibandingkan batubara sehingga dapat meningkatkan jumlah rongga dalam briket dan mengurangi kemampuannya dalam

menahan beban tekan. Selain itu, peningkatan proporsi biomassa pada briket campuran dapat menurunkan kekuatan tekan akibat meningkatnya porositas dan menurunnya densitas struktur briket (Putra et al, 2022).

Secara keseluruhan, campuran biomassa ranting pohon sebesar 47,7% menghasilkan kekuatan tekan tertinggi sehingga dapat dianggap sebagai komposisi yang paling optimal dalam menghasilkan briket dengan ketahanan mekanis yang baik. Kekuatan tekan yang tinggi penting untuk menjaga kualitas briket selama proses penyimpanan, distribusi, dan penggunaan.

3.2 Pengaruh Variasi Campuran Ranting Pohon terhadap Laju Pembakaran Briket Biocoal

Laju pembakaran diuji untuk mengetahui waktu yang diperlukan briket *biocoal* hingga habis menjadi abu. Berdasarkan hasil penelitian, variasi persentase campuran ranting pohon memiliki pengaruh terhadap laju pembakaran briket *biocoal* yang dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Grafik laju pembakaran

Hasil pengujian menunjukkan bahwa laju pembakaran briket *biocoal* berkisar antara 1,70 – 2,37 gram/menit. Laju pembakaran terendah diperoleh pada campuran biomassa ranting pohon sebesar 31,9%, yaitu 1,70 gram/menit, sedangkan laju pembakaran tertinggi diperoleh pada campuran 63,7%, yaitu 2,37 gram/menit. Secara umum, peningkatan persentase biomassa ranting pohon cenderung meningkatkan laju pembakaran briket, meskipun terjadi sedikit penurunan pada campuran 31,9%.

Peningkatan laju pembakaran seiring bertambahnya proporsi biomassa ranting pohon berkaitan dengan karakteristik biomassa yang memiliki kandungan zat terbang (*volatile matter*) lebih tinggi dibandingkan batubara. Kandungan zat terbang yang tinggi menyebabkan biomassa lebih mudah terbakar dan mempercepat proses pelepasan panas selama pembakaran. Selain itu, struktur arang biomassa yang lebih berpori memungkinkan difusi oksigen berlangsung lebih baik sehingga proses pembakaran menjadi lebih cepat. Menurut Yuliansyah et al. (2023), peningkatan kandungan biomassa dalam briket dapat meningkatkan reaktivitas bahan bakar dan mempercepat laju pembakaran karena meningkatnya luas permukaan yang kontak dengan oksigen.

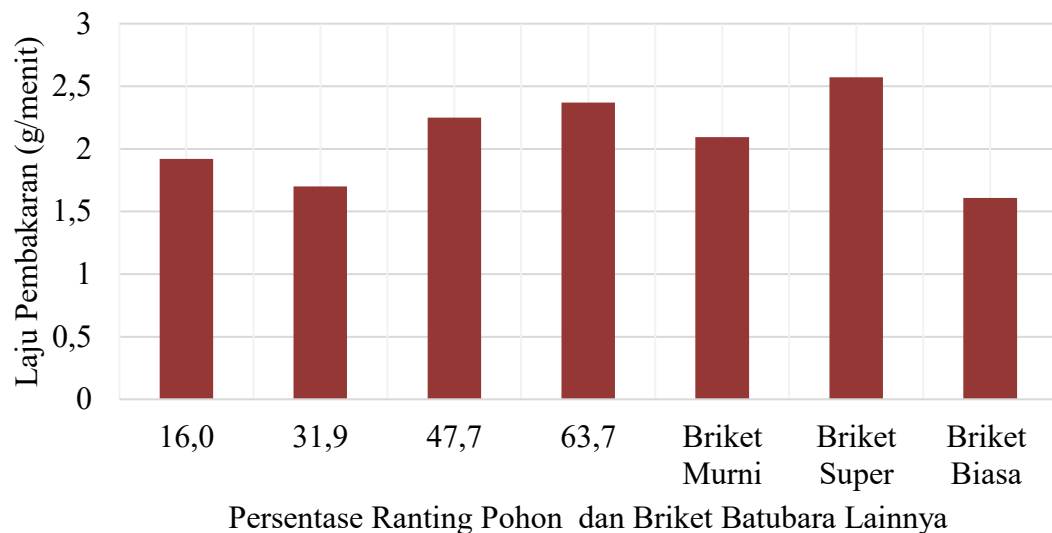
Nilai laju pembakaran tertinggi pada campuran 63,7% menunjukkan bahwa kandungan biomassa ranting pohon yang lebih besar menghasilkan briket yang lebih mudah terbakar dibandingkan campuran dengan kandungan batubara yang lebih tinggi. Namun, laju pembakaran yang terlalu tinggi dapat menyebabkan waktu pembakaran menjadi lebih singkat sehingga perlu dipertimbangkan dalam menentukan komposisi optimum briket. Haryanto et al. (2022) menyatakan

laju pembakaran yang tinggi umumnya berkaitan dengan meningkatnya porositas dan kandungan zat terbang bahan bakar biomassa, yang mempercepat konsumsi massa selama proses pembakaran.

Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan persentase biomassa ranting pohon berpengaruh terhadap peningkatan laju pembakaran briket biocoal. Campuran 63,7% biomassa ranting pohon menghasilkan laju pembakaran tertinggi, sedangkan campuran 31,9% menghasilkan laju pembakaran terendah. Hal ini menunjukkan bahwa komposisi biomassa merupakan salah satu faktor penting yang menentukan karakteristik pembakaran briket *biocoal*.

3.3 Perbandingan Laju Pembakaran Briket Biocoal dengan Briket Batubara Lainnya

Berdasarkan hasil penelitian didapat urutan laju pembakaran briket batubara dan briket *biocoal* seperti pada Gambar 6 dibawah ini.



Gambar 6. Histogram laju pembakaran briket *biocoal*, briket murni, briket super dan briket biasa

Hasil pengujian menunjukkan bahwa laju pembakaran briket biocoal berbasis campuran biomassa ranting pohon dan batubara berkisar antara 1,70 – 2,37 gram/menit. Nilai tersebut berada di antara laju pembakaran briket batubara biasa (1,61 gram/menit) dan briket super (2,57 gram/menit). Sementara itu, briket batubara murni memiliki laju pembakaran sebesar 2,09 gram/menit.

Briket *biocoal* dengan komposisi ranting pohon 47,7% dan 63,7% menunjukkan laju pembakaran yang lebih tinggi dibandingkan briket batubara murni, masing-masing sebesar 2,25 gram/menit dan 2,37 gram/menit. Sebaliknya, pada komposisi 16% dan 31,9%, laju pembakaran masih berada di bawah briket batubara murni. Hasil ini menunjukkan bahwa peningkatan proporsi biomassa ranting pohon dapat meningkatkan reaktivitas pembakaran briket. Biomassa umumnya memiliki kandungan zat terbang (*volatile matter*) yang lebih tinggi dibandingkan batubara sehingga lebih mudah menyala dan terbakar lebih cepat selama proses pembakaran.

Laju pembakaran tertinggi diperoleh pada briket super sebesar 2,57 gram/menit, sedangkan laju pembakaran terendah terdapat pada briket biasa sebesar 1,61 gram/menit. Meskipun belum melampaui performa briket super, briket biocoal dengan kandungan ranting pohon 63,7% menunjukkan performa yang cukup kompetitif dengan selisih yang relatif kecil, yaitu hanya sekitar 0,20 gram/menit. Menurut Sari et al. (2023), peningkatan kandungan biomassa dalam briket campuran dapat mempercepat laju pembakaran karena struktur bahan yang lebih berpori memudahkan penetrasi oksigen ke dalam briket.

Selain dipengaruhi oleh komposisi bahan, laju pembakaran juga dipengaruhi oleh faktor fisik seperti kerapatan dan porositas briket. Briket dengan porositas yang lebih tinggi umumnya memiliki laju pembakaran yang lebih cepat karena proses difusi udara berlangsung lebih efektif. Wicaksono dan Prabowo (2022) menyatakan bahwa peningkatan kandungan biomassa pada briket komposit dapat meningkatkan laju pembakaran akibat bertambahnya luas permukaan aktif yang terpapar oksigen selama proses pembakaran.

Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan biomassa ranting pohon mampu meningkatkan performa pembakaran briket biocoal hingga mendekati karakteristik briket batubara komersial berkualitas tinggi. Dengan demikian, biomassa ranting pohon berpotensi digunakan sebagai bahan campuran dalam pembuatan briket biocoal untuk menghasilkan bahan bakar alternatif yang memiliki karakteristik pembakaran yang baik.

4. Kesimpulan dan Saran

4.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Variasi persentase biomassa ranting pohon berpengaruh terhadap karakteristik fisik dan performa pembakaran briket biocoal yang dihasilkan.
2. Campuran biomassa ranting pohon sebesar 47,7% menghasilkan sifat mekanis terbaik, ditunjukkan oleh jumlah pecahan terendah (3,4 potongan), tegangan tertinggi (115.710,61 N/m²), dan kekuatan tekan tertinggi (168.541,37 N/m²).
3. Campuran biomassa ranting pohon sebesar 63,7% menghasilkan laju pembakaran tertinggi, yaitu 2,37 gram/menit, serta memiliki performa pembakaran yang mendekati briket super (2,57 gram/menit).
4. Berdasarkan hasil pengujian, biomassa ranting pohon berpotensi dimanfaatkan sebagai bahan campuran dalam pembuatan briket biocoal untuk meningkatkan kualitas bahan bakar alternatif yang ramah lingkungan dan berkelanjutan.

4.2 Saran

Saran yang dapat diberikan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Penelitian selanjutnya perlu mengkaji karakteristik kimia briket, kadar abu, kadar zat terbang (*volatile matter*), dan karbon terikat (*fixed carbon*).
2. Penggunaan metode produksi yang lebih konsisten, terutama pada tahap pencetakan dan pengeringan, untuk memastikan kerapatan dan kekuatan briket seragam.
3. Perlu dilakukan pengujian emisi gas hasil pembakaran untuk mengevaluasi aspek lingkungan dari penggunaan briket *biocoal* berbasis biomassa ranting pohon.
4. Diperlukan penelitian dengan menggunakan biomassa lainnya untuk menghasilkan briket *biocoal* yang memiliki sifat fisik yang lebih baik tanpa mengurangi efisiensi pembakaran briket.

Daftar Pustaka

- Ahmad, P., 2009, *Rancang Bangun dan Uji Coba Alat Pencetak Briket Batu Bara Skala Lab*, Skripsi, Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
- Haryanto, A., Telaumbanua, M., Hasanudin, U., & Pratiwi, D. (2022). Karakteristik pembakaran briket biomassa dari limbah lignoselulosa sebagai bahan bakar alternatif. *Jurnal Keteknikan Pertanian*, 10(2): 85–94.
- P. B. Himbane, L. G. Ndiaye, A. Napoli, & D. Kobor, 2018, Physicochemical and mechanical properties of biomass coal briquettes produced by artisanal method, *African J. Environ. Sci. Technol. Full*, 12: 480–486.

- P. Donald, C. Sanchez, M. Me, T. Aspe, and K. N. Sindol, 2022, An Overview on the Production of Bio-briquettes from Agricultural Wastes: Methods, Processes, and Quality, *Journal Agriculture Food Engineering*, 1(0036).
- Kompas. 13 Mei 2026. <https://money.kompas.com/read/2026/05/13/120200426/krisis-energi-dunia-2026-cadangan-minyak-negara-berkembang-menipis?page=all>
- Nurek, T., Roman, K., Dabrowska, M., & Grudzien, K. ,2023, Influence of particle size distribution on density and mechanical durability of biomass briquettes. *Journal of Materials*, 16(5).
- PT Batubara Bukit Asam, 2024, *Data Produk Briket Batubara*. Palembang: PTBA Press.
- Putra, R. A., Nugroho, Y. S., & Prasetyo, B, 2022, Pengaruh komposisi biomassa terhadap karakteristik fisik dan mekanik briket bioarang, *Jurnal Rekayasa Proses*, 16(2): 85–92.
- Rahman, M. M., Hossain, M. S., Islam, M. A., & Alam, M. S., 2023, Influence of densification parameters on the physical and mechanical properties of biomass briquettes: A review, *Journal of Energy Resources Technology*, 145(8).
- Roman, K., & Grzegorzewska, E., 2024, Biomass briquetting technology for sustainable energy solutions: Innovations in forest biomass utilization, *Energies*, 17(24): 6392.
- Wicaksono, A., & Prabowo, H., 2022, Analisis hubungan porositas dan laju pembakaran pada briket biomassa sebagai bahan bakar alternatif, *Jurnal Teknik Mesin Indonesia*, 17(1): 45–52.
- Yuliansyah, A. T., Nugraha, A., & Wibowo, Y. A., 2023, Effect of biomass proportion on combustion characteristics and burning rate of composite bio-briquettes, *International Journal of Renewable Energy Development*, 12(4): 687–695.