

KARAKTERISTIK BRIKET BIOMASSA BERBAHAN ARANG KAYU DAN ARANG KOTORAN SAPI MENGGUNAKAN PEREKAT KULIT SINGKONG

Muhammad Rohim¹, Djoko Wahyudi^{1*}, Muhammad Fathuddin Noor¹

¹ Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik dan Informatika, Universitas Panca Marga
Jl. Yos Sudarso 107 Pabean – Dringu - Probolinggo

*Email: djokowahyudi@gmail.com

Abstrak

Meningkatnya kebutuhan energi dan semakin terbatasnya cadangan bahan bakar fosil mendorong pengembangan sumber energi terbarukan, salah satunya briket biomassa. Pemanfaatan arang kayu (AK), arang kotoran sapi (AKS), dan perekat kulit singkong (PKS) merupakan alternatif yang berpotensi menghasilkan bahan bakar padat ramah lingkungan dengan karakteristik pembakaran yang baik. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi komposisi AK, AKS, dan PKS terhadap karakteristik fisik dan kualitas briket. Metode penelitian menggunakan pendekatan eksperimen dengan tiga variasi komposisi, yaitu 8:1:1, 7:2:1, dan 6:3:1, masing-masing diuji sebanyak dua kali. Parameter yang dianalisis meliputi kadar air, kadar abu, nilai kalor, laju pembakaran, densitas, dan densitas kamba. Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan proporsi AKS menurunkan kadar air dari 9,7% menjadi 6,6% dan kadar abu dari 9,3% menjadi 6,7%, serta meningkatkan nilai kalor dari 4155 kal/g menjadi 5928 kal/g, laju pembakaran dari 0,242 g/menit menjadi 0,292 g/menit, dan densitas kamba dari 0,903 g/cm³ menjadi 0,952 g/cm³, sedangkan densitas menurun dari 0,693 g/cm³ menjadi 0,596 g/cm³. Komposisi AK/AKS/PKS = 6:3:1 menghasilkan karakteristik terbaik dan memenuhi persyaratan nilai kalor minimum menurut SNI 01-6235-2000, sehingga direkomendasikan sebagai komposisi optimum dalam pembuatan briket biomassa.

Kata kunci: Arang Kayu, Arang Kotoran Sapi, Perekat Kulit Singkong, Briket Biomassa, Nilai Kalor.

PENDAHULUAN

Kebutuhan energi yang terus meningkat seiring pertumbuhan penduduk, perkembangan industri, dan aktivitas rumah tangga menyebabkan konsumsi bahan bakar fosil masih mendominasi sektor energi di Indonesia (Wahyudi et al., 2024). Ketergantungan terhadap bahan bakar fosil tidak hanya mengakibatkan menipisnya cadangan energi, tetapi juga meningkatkan emisi gas rumah kaca yang berdampak terhadap perubahan iklim (Ridhuan et al., 2023). Di sisi lain, limbah biomassa seperti limbah kayu dari industri pengolahan kayu dan kotoran sapi dari sektor peternakan masih belum dimanfaatkan secara optima (Bakhri et al., 2021). Sebagian besar limbah tersebut dibakar secara terbuka atau dibiarkan menumpuk sehingga menimbulkan pencemaran lingkungan, bau tidak sedap, serta menghasilkan emisi gas yang berpotensi mencemari udara. Kondisi ini menunjukkan perlunya pengembangan sumber energi alternatif yang mampu memanfaatkan limbah biomassa menjadi bahan bakar yang bernilai ekonomis dan ramah lingkungan (Isvandary & Tjahjani, 2020).

Salah satu solusi yang dapat diterapkan adalah mengolah limbah biomassa menjadi briket arang. Briket merupakan bahan bakar padat yang memiliki keunggulan berupa nilai kalor yang relatif tinggi, mudah disimpan, mudah diangkut, serta menghasilkan pembakaran yang lebih stabil dibandingkan biomassa dalam bentuk aslinya (Almu et al., 2014). Arang kayu telah lama digunakan sebagai bahan baku utama briket karena memiliki kandungan karbon tetap yang tinggi dan karakteristik pembakaran yang baik. Sementara itu, arang kotoran sapi juga berpotensi dimanfaatkan sebagai bahan baku tambahan karena tersedia dalam jumlah melimpah di daerah peternakan dan masih mengandung karbon hasil proses karbonisasi. Penggunaan perekat alami, seperti kulit singkong yang kaya akan pati (Wiratmaja & Elisa, 2020), menjadi alternatif pengganti perekat sintetis karena lebih ramah lingkungan, mudah diperoleh, serta memiliki kemampuan merekatkan partikel arang dengan baik sehingga dapat meningkatkan kekuatan mekanik briket.

Berbagai penelitian terdahulu (Agung et al., 2024) telah melaporkan bahwa karakteristik briket sangat dipengaruhi oleh jenis biomassa, komposisi campuran, serta jenis perekat yang

digunakan. Penelitian mengenai briket berbahan tempurung kelapa menunjukkan bahwa peningkatan kadar karbon tetap mampu meningkatkan nilai kalor dan memperbaiki karakteristik pembakaran. Penelitian lain mengenai pemanfaatan kotoran sapi sebagai bahan baku briket menyatakan bahwa limbah peternakan dapat dijadikan bahan bakar alternatif setelah melalui proses karbonisasi, meskipun masih memiliki kadar abu yang relatif tinggi. Selain itu, beberapa penelitian mengenai pemanfaatan kulit singkong sebagai perekat alami menunjukkan bahwa kandungan pati yang tinggi mampu menghasilkan daya rekat yang baik dan dapat meningkatkan kekompakan briket. Namun demikian, sebagian besar penelitian tersebut masih mengkaji masing-masing bahan secara terpisah atau menggunakan perekat berbasis tepung tapioka, sehingga kajian mengenai kombinasi arang kayu, arang kotoran sapi, dan perekat kulit singkong masih relatif terbatas.

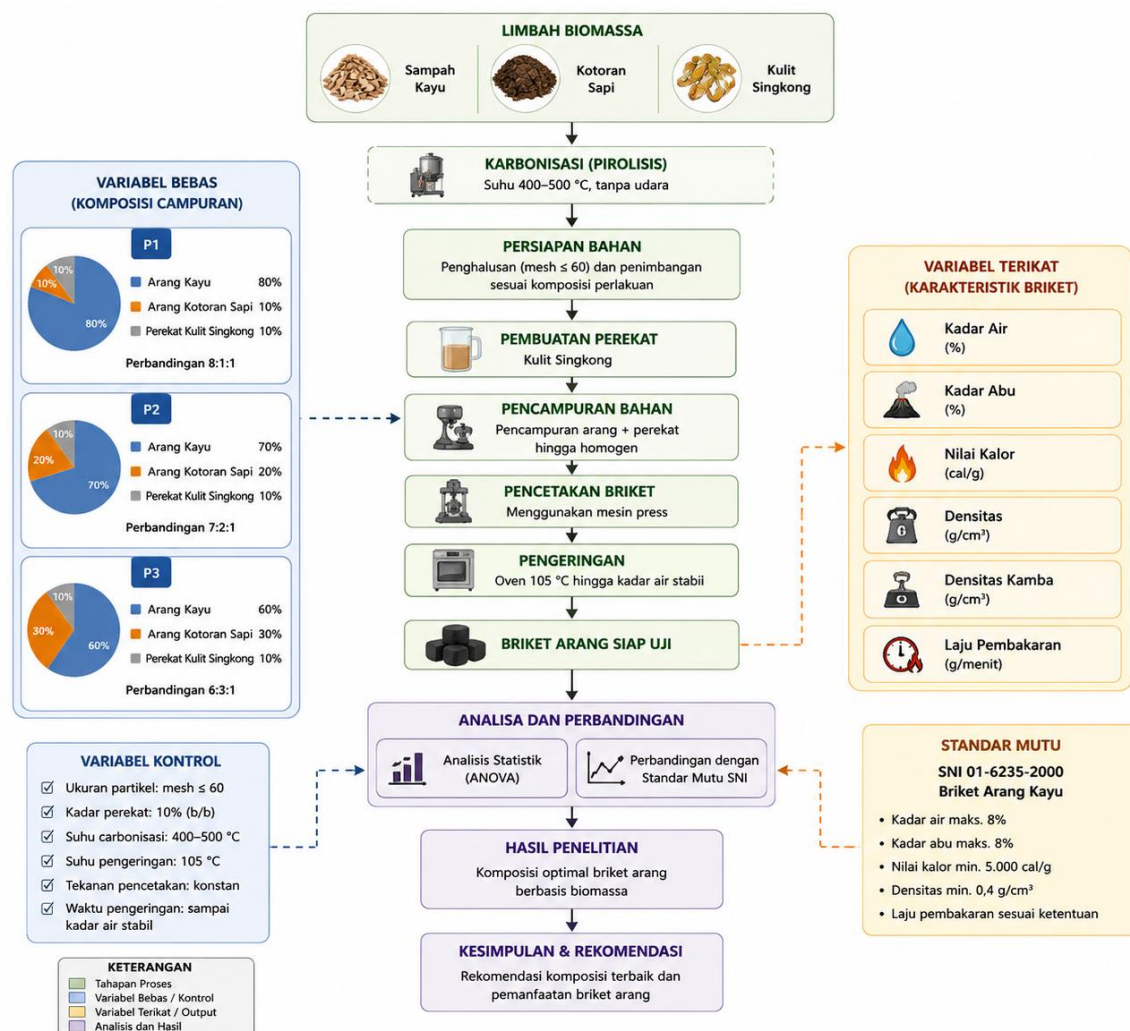
Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini memiliki kebaruan (*novelty*) berupa pemanfaatan arang kayu yang dikombinasikan dengan arang kotoran sapi menggunakan perekat alami dari kulit singkong untuk menghasilkan briket biomassa yang lebih ramah lingkungan dan bernilai ekonomis. Penelitian ini berfokus pada analisis karakteristik briket yang meliputi sifat fisik dan karakteristik pembakarannya sebagai dasar dalam menentukan kualitas briket yang dihasilkan. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan alternatif pemanfaatan limbah kayu, limbah peternakan, dan limbah kulit singkong secara terpadu, sekaligus mendukung pengembangan energi terbarukan berbasis biomassa dan penerapan konsep ekonomi sirkular di sektor pertanian serta peternakan.

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Universitas Panca Marga selama 3 bulan. Laboratorium tersebut dipilih karena memiliki fasilitas yang memadai untuk mendukung seluruh tahapan penelitian biomassa, mulai dari proses karbonisasi, pencampuran bahan, pencetakan briket, pengeringan, hingga pengujian kualitas briket secara terkontrol. Selama periode penelitian, kegiatan dilakukan secara bertahap yang meliputi persiapan bahan baku, pembuatan arang, pencampuran komposisi bahan, proses pencetakan, pengeringan, serta pengujian karakteristik briket sesuai dengan standar yang berlaku. Pelaksanaan penelitian di lingkungan laboratorium diharapkan dapat menghasilkan data yang akurat, valid, dan dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah.

Peralatan yang digunakan dalam penelitian meliputi alat press briket, alat cetak briket, bomb calorimeter, timbangan digital, ayakan berukuran kurang dari 60 mesh, penumbuk (lesung), sekop kecil, ember, nampan, sarung tangan (*handskun*), dan label sampel yang berfungsi mendukung proses pembuatan serta pengujian briket. Adapun bahan utama yang digunakan terdiri atas sampah kayu yang diperoleh dari tempat pemotongan kayu di Desa Maron, Kabupaten Probolinggo, kotoran sapi dari peternakan di Desa Krucil, Kabupaten Probolinggo, serta limbah kulit singkong yang berasal dari UMKM pengolahan singkong di Desa Maron, Kabupaten Probolinggo. Sampah kayu dan kotoran sapi dikarbonisasi menjadi arang sebagai bahan baku briket, sedangkan kulit singkong dimanfaatkan sebagai perekat alami karena kandungan patinya yang mampu meningkatkan kekuatan ikatan antartikel arang. Pemanfaatan ketiga jenis limbah tersebut tidak hanya bertujuan menghasilkan briket dengan karakteristik yang baik, tetapi juga menjadi alternatif pengelolaan limbah biomassa yang lebih bernilai guna dan ramah lingkungan.

Variabel penelitian terdiri atas variabel bebas, variabel terikat, dan variabel kontrol seperti yang ditunjukkan gambar 1. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah komposisi campuran arang sampah kayu dan arang kotoran sapi yang dibedakan menjadi tiga perlakuan, yaitu P1 (80% arang kayu : 10% arang kotoran sapi : 10% perekat kulit singkong), P2 (70% arang kayu : 20% arang kotoran sapi : 10% perekat kulit singkong), dan P3 (60% arang kayu : 30% arang kotoran sapi : 10% perekat kulit singkong). Pemilihan komposisi P1 (80% arang kayu : 10% arang kotoran sapi : 10% perekat kulit singkong), P2 (70% arang kayu : 20% arang kotoran sapi : 10% perekat kulit singkong), dan P3 (60% arang kayu : 30% arang kotoran sapi : 10% perekat kulit singkong) didasarkan pada tujuan untuk mengkaji pengaruh peningkatan proporsi arang kotoran sapi terhadap karakteristik briket, dengan tetap mempertahankan arang kayu sebagai bahan utama dan kadar perekat kulit singkong sebesar 10%. Arang kayu dipilih sebagai komponen dominan karena memiliki kandungan karbon tetap dan nilai kalor yang lebih tinggi dibandingkan arang kotoran sapi, sehingga diharapkan mampu mempertahankan kualitas pembakaran briket.



Gambar 1. Skema Penelitian

Variasi penambahan arang kotoran sapi sebesar 10%, 20%, dan 30% dipilih secara bertahap dengan interval 10% agar pengaruh perubahan komposisi terhadap sifat fisik dan termal briket dapat diamati secara sistematis. Batas maksimum 30% dipilih untuk menjaga agar proporsi arang kayu tetap lebih besar daripada arang kotoran sapi, sehingga briket masih memiliki karakteristik pembakaran yang baik dan tidak mengalami peningkatan kadar abu yang berlebihan. Sementara itu, kadar perekat kulit singkong dipertahankan tetap sebesar 10% pada seluruh perlakuan agar perbedaan karakteristik briket yang diperoleh hanya dipengaruhi oleh perubahan komposisi arang kayu dan arang kotoran sapi. Variabel terikat meliputi karakteristik briket yang dihasilkan, yaitu kadar air, kadar abu, nilai kalor, densitas, densitas kamba, dan laju pembakaran. Sementara itu, variabel kontrol pada penelitian ini adalah penggunaan perekat kulit singkong sebesar 10% pada setiap perlakuan karena berdasarkan penelitian terdahulu komposisi tersebut mampu menghasilkan briket yang memenuhi persyaratan SNI Briket No. 01-6235-2000, serta ukuran partikel arang yang digunakan dijaga tetap seragam menggunakan ayakan berukuran ≤60 mesh agar pengaruh terhadap karakteristik briket hanya berasal dari perbedaan komposisi bahan baku.

Penelitian yang dilakukan secara sistematis, dimulai dari studi literatur mengenai biomassa, briket, SNI 01-6235-2000 dan penelitian terdahulu, kemudian dilanjutkan dengan persiapan alat dan bahan serta pengumpulan bahan baku berupa sampah kayu, kotoran sapi, dan kulit singkong. Tahap berikutnya meliputi persiapan bahan baku yang terdiri atas pengurangan sampah kayu, penjemuran dan pengurangan kotoran sapi, serta pembuatan perekat dari kulit singkong. Seluruh bahan yang telah diproses kemudian dihaluskan dan diayak hingga berukuran ≤60 mesh,

selanjutnya dicampurkan sesuai variasi komposisi perlakuan, yaitu P1 (80% arang kayu : 10% arang kotoran sapi : 10% perekat kulit singkong), P2 (70% arang kayu : 20% arang kotoran sapi : 10% perekat kulit singkong), dan P3 (60% arang kayu : 30% arang kotoran sapi : 10% perekat kulit singkong). Campuran tersebut kemudian dicetak menggunakan alat press briket, dikeringkan dalam oven pada suhu 105°C selama ± 3 jam, dan selanjutnya diuji karakteristiknya yang meliputi kadar air, kadar abu, nilai kalor, densitas, densitas kamba, serta laju pembakaran. Data hasil pengujian dianalisis secara deskriptif, kemudian dibandingkan dengan persyaratan SNI 01-6235-2000 sebagai dasar dalam menarik kesimpulan dan menyusun saran penelitian.

Parameter Pengujian

Pengujian kadar air dilakukan untuk setiap perlakuan dengan 2 kali ulangan menggunakan metode ASTM D1762-84 (2007). Pengujian bertujuan untuk mengetahui kandungan air dalam briket karena kadar air memengaruhi kemudahan penyalaan, efisiensi pembakaran, dan nilai kalor briket. Sampel ditimbang sebelum dikeringkan, kemudian dioven pada suhu 105°C hingga mencapai bobot konstan. Setelah proses pengeringan, sampel didinginkan dalam desikator dan ditimbang kembali. Pengujian kadar abu dilakukan sebanyak 2 kali ulangan pada setiap perlakuan menggunakan metode ASTM D3174-12. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui jumlah residu mineral yang tertinggal setelah proses pembakaran, karena kadar abu yang tinggi dapat menurunkan kualitas briket. Sampel sebanyak 1 gram dimasukkan ke dalam cawan porselen, kemudian dipanaskan di dalam furnace pada suhu 750°C selama 6 jam hingga seluruh bahan organik habis terbakar.

Pengujian nilai kalor dilakukan menggunakan *Bomb Calorimeter dengan metode Oxygen Bomb Calorimeter Dynamic at 25°C*. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui jumlah energi panas yang dihasilkan oleh briket selama proses pembakaran. Sampel seberat 1 gram ditempatkan pada cawan pembakaran, kemudian dibakar di dalam ruang bomb calorimeter yang telah diisi oksigen bertekanan. Setelah proses pembakaran selesai, nilai kalor yang ditampilkan pada layar alat dicatat sebagai hasil pengujian dalam satuan kal/g. Pengujian laju pembakaran dilakukan sebanyak 2 kali ulangan untuk mengetahui kecepatan habisnya massa briket selama proses pembakaran. Sampel terlebih dahulu ditimbang, kemudian dinyalakan hingga terbakar sempurna menjadi abu sambil mencatat waktu pembakaran.

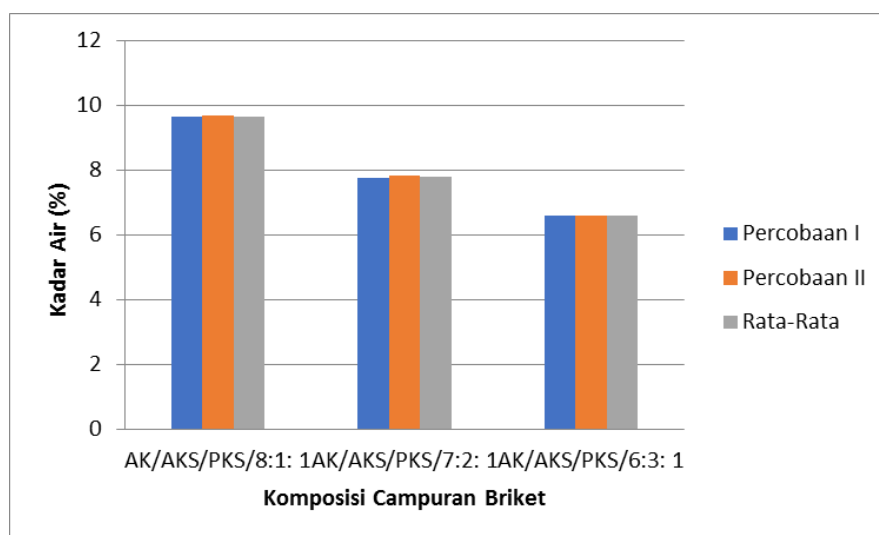
Pengujian densitas dilakukan menggunakan metode Archimedes dengan menentukan massa dan volume briket. Massa sampel diukur menggunakan neraca digital, sedangkan volume diperoleh melalui metode perpindahan air menggunakan beaker glass yang diisi penuh. Volume air yang tumpah setelah briket dicelupkan menunjukkan volume sampel (Faturohman & Mardiyana, 2025). Pengujian densitas kamba bertujuan untuk mengetahui kerapatan briket dalam kondisi curah (bulk density). Pengujian dilakukan dengan mengisi wadah yang volumenya telah diketahui menggunakan briket hingga penuh, kemudian menimbang massa total briket di dalam wadah tersebut.

HASIL DAN PEMBAHASAN

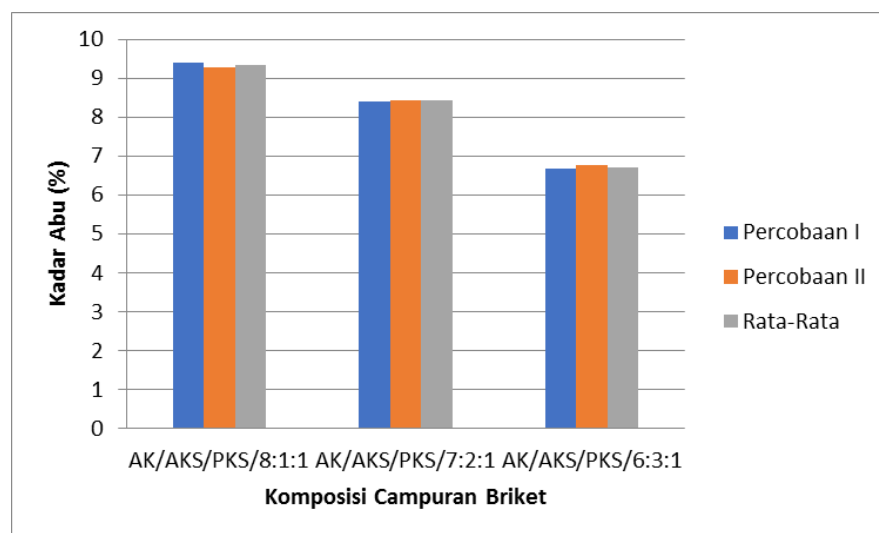
Berdasarkan gambar 2 grafik kadar air (%) pada briket dengan komposisi AK (Arang Kayu), AKS (Arang Kotoran Sapi), dan PKS (Perekat Kulit Singkong), terlihat bahwa perubahan komposisi bahan baku memberikan pengaruh terhadap kadar air briket yang dihasilkan. Pada komposisi AK/AKS/PKS = 8:1:1, kadar air hasil pengujian berturut-turut sebesar 9,6%, 9,7%, dan rata-rata 9,7%. Selanjutnya, pada komposisi 7:2:1, kadar air mengalami penurunan menjadi 7,8% pada kedua pengulangan dengan rata-rata 7,8%. Penurunan kadar air paling rendah diperoleh pada komposisi 6:3:1, yaitu sebesar 6,6% pada seluruh pengulangan sehingga menghasilkan rata-rata 6,6%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa semakin besar proporsi arang kotoran sapi (AKS) dan semakin kecil proporsi arang kayu (AK), kadar air briket cenderung menurun.

Penurunan kadar air ini mengindikasikan bahwa komposisi bahan baku berperan penting dalam kemampuan briket mempertahankan atau melepaskan air selama proses pengeringan. Rendahnya kadar air pada komposisi 6:3:1 menunjukkan bahwa briket memiliki struktur yang lebih stabil dan kandungan air bebas yang lebih sedikit, sehingga proses pembakaran diperkirakan akan berlangsung lebih mudah karena energi yang dibutuhkan untuk menguapkan air menjadi lebih kecil. Sebaliknya, kadar air yang lebih tinggi pada komposisi 8:1:1 menunjukkan masih adanya air

yang tersisa di dalam briket, sehingga sebagian energi pembakaran akan digunakan terlebih dahulu untuk proses penguapan air. Kondisi tersebut dapat menyebabkan waktu penyalaan lebih lama serta menurunkan efisiensi pembakaran. Dari sisi mutu bahan bakar, kadar air merupakan salah satu parameter penting karena berpengaruh langsung terhadap nilai kalor, kemudahan penyalaan, dan kestabilan nyala api (Ode et al., 2024). Semakin rendah kadar air, semakin tinggi efisiensi pembakaran yang dihasilkan. Berdasarkan hasil penelitian ini, komposisi AK/AKS/PKS = 6:3:1 memberikan karakteristik kadar air terbaik dengan nilai rata-rata 6,6%, diikuti komposisi 7:2:1 sebesar 7,8%, sedangkan komposisi 8:1:1 memiliki kadar air tertinggi yaitu 9,7%. Seluruh nilai kadar air tersebut masih berada di bawah batas maksimum 8–10% yang umum dipersyaratkan dalam standar mutu briket arang, sehingga seluruh variasi komposisi masih layak digunakan sebagai bahan bakar padat, meskipun komposisi 6:3:1 menunjukkan kualitas yang paling baik dari aspek kadar air.



Gambar 2. Persentase Kadar Air Briket

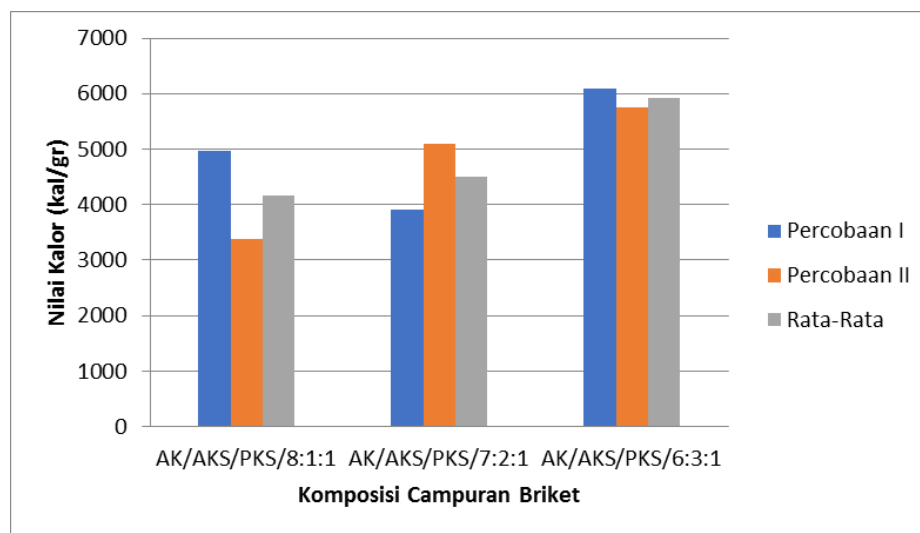


Gambar 3. Persentase Kadar Abu Briket

Gambar 3 menyajikan grafik kadar abu (%) pada briket dengan komposisi AK (Arang Kayu), AKS (Arang Kotoran Sapi), dan PKS (Perekat Kulit Singkong), terlihat bahwa perubahan komposisi bahan baku memberikan pengaruh terhadap kadar abu yang dihasilkan. Pada komposisi AK/AKS/PKS = 8:1:1, kadar abu hasil pengujian sebesar 9,4% pada percobaan pertama dan 9,3%

pada percobaan kedua, sehingga diperoleh nilai rata-rata 9,3%. Ketika komposisi diubah menjadi 7:2:1, kadar abu menurun menjadi 8,4% pada kedua percobaan dengan rata-rata 8,4%. Penurunan kembali terjadi pada komposisi 6:3:1, yaitu 6,7% pada percobaan pertama dan 6,8% pada percobaan kedua, dengan nilai rata-rata 6,7%. Data tersebut menunjukkan bahwa peningkatan proporsi arang kotoran sapi (AKS) yang diikuti penurunan proporsi arang kayu (AK) cenderung menghasilkan kadar abu yang lebih rendah.

Kadar abu merupakan indikator jumlah residu mineral yang tersisa setelah proses pembakaran sempurna. Semakin rendah kadar abu, semakin sedikit residu yang dihasilkan sehingga proses pembakaran menjadi lebih efisien dan tidak banyak meninggalkan endapan yang dapat mengganggu kinerja tungku atau peralatan pembakaran (Pratama & Rizky, 2020). Sebaliknya, kadar abu yang tinggi menunjukkan kandungan mineral atau bahan anorganik yang lebih besar, sehingga dapat menurunkan nilai kalor efektif karena sebagian massa briket tidak ikut terbakar dan hanya menjadi residu. Dengan demikian, komposisi AK/AKS/PKS = 6:3:1 memiliki potensi menghasilkan pembakaran yang lebih bersih dibandingkan komposisi lainnya. Berdasarkan hasil penelitian, komposisi AK/AKS/PKS = 6:3:1 merupakan formulasi terbaik dari aspek kadar abu dengan nilai rata-rata 6,7%, diikuti komposisi 7:2:1 sebesar 8,4%, sedangkan komposisi 8:1:1 memiliki kadar abu tertinggi yaitu 9,3%. Seluruh nilai kadar abu tersebut masih memenuhi persyaratan mutu briket arang berdasarkan SNI 01-6235-2000, yaitu kadar abu maksimum $\leq 10\%$. Oleh karena itu, seluruh variasi komposisi layak digunakan sebagai bahan bakar padat, namun komposisi 6:3:1 memberikan kualitas terbaik karena menghasilkan residu pembakaran paling rendah sehingga lebih mendukung efisiensi pembakaran dan kemudahan pemeliharaan peralatan.

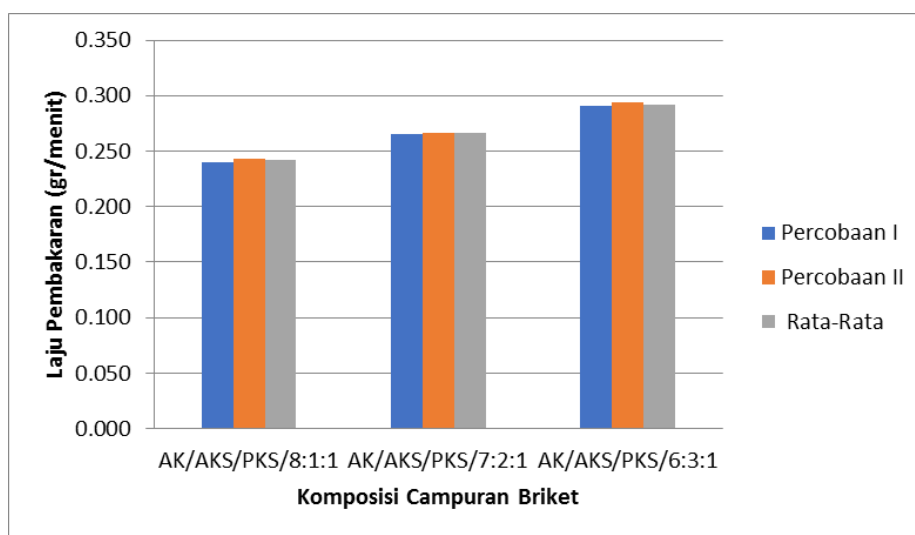


Gambar 4. Hasil Pengujian Nilai Kalor Briket

Berdasarkan gambar 4 nilai kalor (kal/gram) terlihat bahwa variasi komposisi bahan baku memberikan pengaruh yang signifikan terhadap besarnya nilai kalor yang dihasilkan. Pada komposisi AK/AKS/PKS = 8:1:1, nilai kalor yang diperoleh sebesar 4972 kal/g pada percobaan pertama dan 3383 kal/g pada percobaan kedua, dengan nilai rata-rata 4155 kal/g. Pada komposisi 7:2:1, nilai kalor meningkat menjadi 3913 kal/g dan 5095 kal/g, sehingga diperoleh rata-rata 4504 kal/g. Nilai kalor tertinggi diperoleh pada komposisi 6:3:1, yaitu sebesar 6093 kal/g pada percobaan pertama dan 5762 kal/g pada percobaan kedua, dengan nilai rata-rata 5928 kal/g. Hasil tersebut menunjukkan bahwa peningkatan proporsi arang kotoran sapi (AKS) hingga perbandingan 6:3:1 mampu meningkatkan nilai kalor briket secara nyata.

Peningkatan nilai kalor ini berkaitan erat dengan karakteristik fisik dan kimia briket yang dihasilkan. Komposisi 6:3:1 sebelumnya juga menunjukkan kadar air dan kadar abu yang paling rendah, yaitu masing-masing sebesar 6,6% dan 6,7%. Rendahnya kadar air menyebabkan energi pembakaran tidak banyak terbuang untuk menguapkan air, sedangkan rendahnya kadar abu menunjukkan semakin sedikit kandungan mineral yang tidak terbakar (Fahmi, 2014). Kombinasi

kedua faktor tersebut menyebabkan fraksi karbon yang berperan sebagai sumber energi menjadi lebih dominan, sehingga energi panas yang dilepaskan selama pembakaran meningkat. Sebaliknya, pada komposisi 8:1:1, tingginya kadar air dan kadar abu menyebabkan sebagian energi digunakan untuk proses penguapan air dan meninggalkan residu pembakaran yang lebih banyak, sehingga nilai kalor yang dihasilkan menjadi lebih rendah. Komposisi AK/AKS/PKS = 6:3:1 merupakan formulasi terbaik dengan nilai kalor rata-rata 5928 kal/g, diikuti komposisi 7:2:1 sebesar 4504 kal/g, sedangkan komposisi 8:1:1 menghasilkan nilai kalor terendah yaitu 4155 kal/g. Jika dibandingkan dengan SNI 01-6235-2000, yang mensyaratkan nilai kalor minimum briket arang sebesar 5000 kal/g, hanya komposisi 6:3:1 yang telah memenuhi standar tersebut. Sementara itu, komposisi 8:1:1 dan 7:2:1 masih berada di bawah batas minimum sehingga memerlukan perbaikan komposisi atau proses produksi agar kualitas energinya meningkat. Dengan demikian, komposisi 6:3:1 merupakan formulasi yang paling optimal karena menghasilkan nilai kalor tertinggi sekaligus didukung oleh kadar air dan kadar abu yang rendah, sehingga lebih efisien sebagai bahan bakar padat.



Gambar 5. Laju Pembakaran Briket

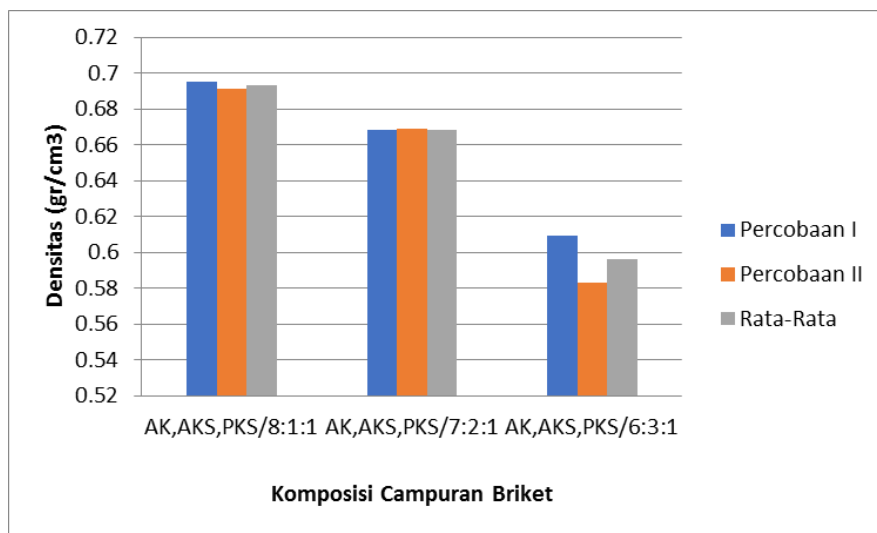
Pada gambar 5 menunjukkan komposisi AK/AKS/PKS = 8:1:1, laju pembakaran yang diperoleh sebesar 0,240 g/menit pada percobaan pertama dan 0,243 g/menit pada percobaan kedua, dengan nilai rata-rata 0,242 g/menit. Ketika komposisi diubah menjadi 7:2:1, laju pembakaran meningkat menjadi 0,265 g/menit dan 0,266 g/menit, sehingga menghasilkan rata-rata 0,266 g/menit. Nilai laju pembakaran tertinggi diperoleh pada komposisi 6:3:1, yaitu 0,291 g/menit pada percobaan pertama dan 0,294 g/menit pada percobaan kedua, dengan rata-rata 0,292 g/menit. Hasil tersebut menunjukkan bahwa peningkatan proporsi arang kotoran sapi (AKS) cenderung meningkatkan laju pembakaran briket.

Peningkatan laju pembakaran dipengaruhi oleh karakteristik fisik dan kimia briket, terutama kadar air, kadar abu, dan nilai kalor (Almu et al., 2014). Pada penelitian ini, komposisi 6:3:1 memiliki kadar air (6,6%) dan kadar abu (6,7%) yang paling rendah serta nilai kalor tertinggi (5928 kal/g). Rendahnya kadar air menyebabkan energi panas tidak banyak digunakan untuk menguapkan air, sedangkan kadar abu yang rendah mengurangi jumlah residu yang menghambat proses oksidasi selama pembakaran. Selain itu, tingginya nilai kalor menunjukkan kandungan energi yang lebih besar sehingga reaksi pembakaran berlangsung lebih cepat dan lebih stabil. Sebaliknya, komposisi 8:1:1 yang memiliki kadar air dan kadar abu lebih tinggi serta nilai kalor lebih rendah menghasilkan laju pembakaran yang paling kecil.

Laju pembakaran merupakan parameter penting dalam menilai performa briket karena menggambarkan banyaknya massa bahan bakar yang terbakar setiap satuan waktu. Laju pembakaran yang lebih tinggi menunjukkan bahwa briket lebih mudah menyala dan mampu menghasilkan energi panas dengan lebih cepat, meskipun umumnya waktu pembakaran menjadi lebih singkat. Sebaliknya, laju pembakaran yang lebih rendah menunjukkan proses pembakaran

berlangsung lebih lambat sehingga briket cenderung bertahan lebih lama, namun pelepasan energinya lebih rendah.

Berdasarkan hasil penelitian, komposisi AK/AKS/PKS = 6:3:1 merupakan formulasi terbaik dengan laju pembakaran rata-rata 0,292 g/menit, diikuti komposisi 7:2:1 sebesar 0,266 g/menit, sedangkan komposisi 8:1:1 menghasilkan laju pembakaran terendah yaitu 0,242 g/menit. Hal ini menunjukkan bahwa komposisi 6:3:1 memiliki karakteristik pembakaran yang paling baik karena mampu menghasilkan pelepasan energi yang lebih cepat dan efisien, sejalan dengan rendahnya kadar air dan kadar abu serta tingginya nilai kalor yang diperoleh.

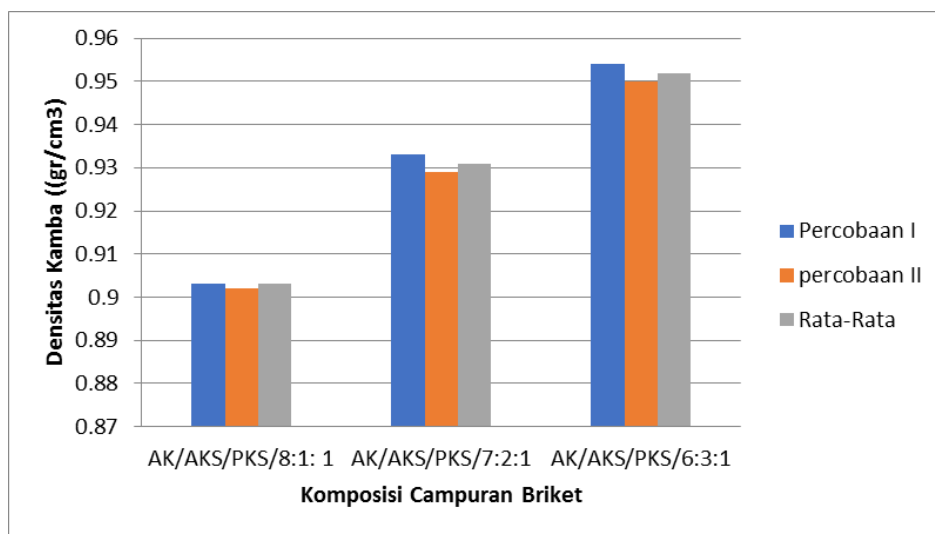


Gambar 6. Hasil Pengujian Densitas

Berdasarkan gambar 6 grafik densitas (g/cm^3) pada briket dengan komposisi AK (Arang Kayu), AKS (Arang Kotoran Sapi), dan PKS (Perekat Kulit Singkong), terlihat bahwa perubahan komposisi bahan baku memengaruhi nilai densitas briket yang dihasilkan. Pada komposisi AK/AKS/PKS = 8:1:1, nilai densitas yang diperoleh sebesar $0,695 \text{ g/cm}^3$ pada percobaan pertama dan $0,691 \text{ g/cm}^3$ pada percobaan kedua, dengan rata-rata $0,693 \text{ g/cm}^3$. Ketika komposisi diubah menjadi 7:2:1, densitas sedikit menurun menjadi $0,668 \text{ g/cm}^3$ dan $0,669 \text{ g/cm}^3$, sehingga diperoleh rata-rata $0,668 \text{ g/cm}^3$. Penurunan densitas yang lebih nyata terjadi pada komposisi 6:3:1, yaitu sebesar $0,609 \text{ g/cm}^3$ pada percobaan pertama dan $0,583 \text{ g/cm}^3$ pada percobaan kedua, dengan nilai rata-rata $0,596 \text{ g/cm}^3$. Hasil tersebut menunjukkan bahwa semakin besar proporsi arang kotoran sapi (AKS) dalam campuran, densitas briket cenderung menurun.

Penurunan densitas ini menunjukkan bahwa penambahan AKS menghasilkan struktur briket yang lebih berpori dan kurang rapat dibandingkan briket yang didominasi oleh arang kayu (AK). Densitas merupakan parameter yang menggambarkan tingkat kerapatan partikel penyusun briket. Briket dengan densitas yang tinggi umumnya memiliki struktur yang lebih padat, kekuatan mekanik yang lebih baik, serta laju pembakaran yang lebih lambat karena difusi oksigen ke dalam pori-pori berlangsung lebih terbatas. Sebaliknya, briket dengan densitas yang lebih rendah memiliki rongga atau porositas yang lebih besar sehingga udara lebih mudah masuk ke dalam briket. Kondisi ini mempercepat proses oksidasi selama pembakaran dan meningkatkan laju pembakaran, namun waktu pembakaran cenderung menjadi lebih singkat. Apabila dikaitkan dengan hasil pengujian sebelumnya, komposisi AK/AKS/PKS = 6:3:1 memiliki densitas terendah ($0,596 \text{ g/cm}^3$), tetapi menghasilkan nilai kalor tertinggi (5928 kal/g) serta laju pembakaran terbesar ($0,292 \text{ g/menit}$). Hal ini menunjukkan bahwa densitas yang lebih rendah pada komposisi tersebut memberikan ruang pori yang lebih banyak sehingga suplai oksigen selama pembakaran menjadi lebih baik dan pelepasan energi berlangsung lebih cepat (Wahyudi et al., 2025). Sebaliknya, komposisi 8:1:1 memiliki densitas tertinggi ($0,693 \text{ g/cm}^3$) sehingga pembakarannya berlangsung lebih lambat dengan nilai kalor yang lebih rendah. Berdasarkan SNI 01-6235-2000, densitas briket arang umumnya berada pada kisaran $0,5\text{--}0,6 \text{ g/cm}^3$. Oleh karena itu, komposisi 6:3:1 telah

memenuhi kisaran densitas yang direkomendasikan, sedangkan komposisi 7:2:1 dan 8:1:1 memiliki densitas yang lebih tinggi. Meskipun demikian, seluruh variasi masih menghasilkan briket dengan karakteristik fisik yang baik, dengan komposisi 6:3:1 memberikan keseimbangan terbaik antara densitas, nilai kalor, dan laju pembakaran sehingga paling potensial digunakan sebagai bahan bakar padat berkualitas.



Gambar 7. Hasil Pengujian Densitas Kamba

Gambar 7 menunjukkan komposisi AK/AKS/PKS = 8:1:1, densitas kamba sebesar 0,903 g/cm³ pada percobaan pertama dan 0,902 g/cm³ pada percobaan kedua, dengan nilai rata-rata 0,903 g/cm³. Ketika komposisi diubah menjadi 7:2:1, densitas kamba meningkat menjadi 0,933 g/cm³ dan 0,929 g/cm³, sehingga diperoleh rata-rata 0,931 g/cm³. Nilai densitas kamba tertinggi diperoleh pada komposisi 6:3:1, yaitu sebesar 0,954 g/cm³ pada percobaan pertama dan 0,950 g/cm³ pada percobaan kedua, dengan rata-rata 0,952 g/cm³. Hasil tersebut menunjukkan bahwa semakin besar proporsi arang kotoran sapi (AKS) dalam campuran, semakin tinggi nilai densitas kamba briket. Densitas kamba merupakan parameter yang menggambarkan massa briket per satuan volume dalam keadaan ditumpuk tanpa adanya tekanan atau pemadatan tambahan. Nilai densitas kamba yang tinggi menunjukkan bahwa briket dapat tersusun lebih rapat di dalam suatu wadah sehingga ruang kosong antarbahan menjadi lebih sedikit (Diah et al., 2022). Kondisi ini memberikan keuntungan dalam proses penyimpanan, pengemasan, dan transportasi, karena lebih banyak massa briket dapat dimuat pada volume yang sama. Sebaliknya, densitas kamba yang rendah menunjukkan adanya ruang kosong yang lebih besar di antara briket sehingga efisiensi penyimpanan menjadi lebih rendah. Komposisi AK/AKS/PKS = 6:3:1 memiliki densitas briket paling rendah (0,596 g/cm³), namun justru menghasilkan densitas kamba paling tinggi (0,952 g/cm³). Hal ini menunjukkan bahwa meskipun setiap briket memiliki struktur internal yang lebih berpori, bentuk dan susunan briket memungkinkan penyusunan yang lebih rapat ketika ditumpuk sehingga volume ruang kosong antarbriket menjadi lebih kecil. Selain itu, komposisi ini juga menghasilkan kadar air dan kadar abu yang rendah, serta nilai kalor dan laju pembakaran yang paling tinggi. Dengan demikian, komposisi AK/AKS/PKS = 6:3:1 tidak hanya memberikan performa pembakaran yang lebih baik, tetapi juga memiliki efisiensi penyimpanan dan distribusi yang lebih tinggi dibandingkan komposisi 8:1:1 dan 7:2:1, sehingga menjadi formulasi yang paling optimal untuk pengembangan briket sebagai bahan bakar padat.

KESIMPULAN

Perbedaan komposisi bahan baku berpengaruh terhadap sifat fisik dan karakteristik pembakaran briket. Peningkatan proporsi arang kotoran sapi (AKS) dari komposisi 8:1:1 menjadi 6:3:1 menyebabkan kadar air menurun dari 9,7% menjadi 6,6%, kadar abu menurun dari 9,3% menjadi 6,7%, nilai kalor meningkat dari 4155 kal/g menjadi 5928 kal/g, laju pembakaran

meningkat dari 0,242 g/menit menjadi 0,292 g/menit, densitas briket menurun dari 0,693 g/cm³ menjadi 0,596 g/cm³, sedangkan densitas kamba meningkat dari 0,903 g/cm³ menjadi 0,952 g/cm³. Hasil tersebut menunjukkan bahwa penambahan AKS mampu memperbaiki kualitas briket melalui penurunan kadar air dan kadar abu, serta meningkatkan kemampuan briket dalam menghasilkan energi panas. Di antara seluruh variasi komposisi yang diuji, AK/AKS/PKS = 6:3:1 merupakan formulasi terbaik karena menghasilkan kadar air dan kadar abu terendah, nilai kalor dan laju pembakaran tertinggi, serta densitas kamba terbesar. Berdasarkan SNI 01-6235-2000, seluruh variasi memenuhi persyaratan kadar air dan kadar abu, namun hanya komposisi 6:3:1 yang memenuhi persyaratan nilai kalor minimum 5000 kal/g. Dengan demikian, komposisi AK/AKS/PKS = 6:3:1 direkomendasikan sebagai formulasi optimum dalam pembuatan briket berbahan baku arang kayu, arang kotoran sapi, dan perekat kulit singkong karena memberikan kualitas fisik yang baik, karakteristik pembakaran yang lebih efisien, serta berpotensi menjadi bahan bakar padat alternatif yang ramah lingkungan dan bernilai energi tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Agung, M., Iswara, I., Mustain, A., Febriana, S., & Hidayati, K. (2024). STUDI LITERATUR KARAKTERISTIK BRIKET DENGAN PERBEDAAN RASIO CAMPURAN ARANG TEMPURUNG KELAPA DAN BIOMASSA LAINNYA. *Teknologi Separasi*, 10(9), 56–69. <https://pdfs.semanticscholar.org/5093/60157e43d50f988e13bdaa636af16b072e40.pdf>
- Almu, M. A., Padang, Y. A., Teknik, J., Fakultas, M., & Universitas, T. (2014). *ANALISA NILAI KALOR DAN LAJU PEMBAKARAN PADA BRIKET CAMPURAN BIJI NYAMPLUNG (Calophyllum Inophyllum) DAN ABU*. 4(2), 117–122.
- Bakhri, S., Wahyudi, D., & Muhammad, A. (2021). Uji karakteristik nyala api pembakaran premix bioetanol dari ampas tebu. *Turbo : Jurnal Program Studi Teknik Mesin*, 10(2), 209–215.
- Diah, S., Febriani, A., Kusuma, F. W., Rahmanto, D. E., Prasetyo, D. A., Terbarukan, T. E., & Jember, P. N. (2022). Analisis kualitas briket arang kulit kacang tanah dengan perekat biji nangka. *Teknik Terapan*, 1(2), 42–46. <https://doi.org/https://doi.org/10.25047/jteta.v1i2.19>
- Fahmi. (2014). Pemurnian Etanol Hasil Fermentasi Kulit Nanas (Ananas Comosus L. Merr) dengan Menggunakan Destilasi Vakum. *Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis Dan Biosistem*, 2(2), 8. <https://jkptb.ub.ac.id/index.php/jkptb/article/view/194/178>
- Faturohman, M., & Mardiyana, D. (2025). Pengaruh Variasi Print Speed & Nozzle Temperature Terhadap Uji Densitas Pada Spesimen Produk 3D Printing Berfilament TPU 95A. *Seminar Nasional Teknik Mesin: Manufaktur, Energi, Dan Material*, 88–96.
- Isvandary, S., & Tjahjani, S. (2020). PEMANFAATAN ZEOLIT ALAM UNTUK MENINGKATKAN KEMURNIAN BIOETANOL DARI SINGKONG KARET (Manihot glaziovii). *UNESA Journal of Chemistry*, 9(1), 1–7.
- Ode, L., Barata, A., & Delly, J. (2024). Karakteristik Biogas dari Kotoran Sapi dengan Penambahan Jerami. *Jurnal Teknologi*, 9(2), 65–71. <https://doi.org/https://doi.org/10.55679/pistonjt.v9i2.76>
- Pratama, A. W., & Rizky, S. (2020). Uji Karakteristik Laju Pembakaran Dan Angka Oktan Bahan Bakar Polypropylene Cair Hasil Pemurnian Proses Distilasi Absorsi Dengan Variasi Campuran Oktan Booster. *Journal Mechanical and Manufacture Technology*, 1(1), 1–11.
- Ridhuan, K., Mafruddin, Wahyudi, D., Yani, A., Putra, W. T., Rusman, Asroni, & Irawan, D. (2023). the Effect of Gasoline Fuel and Biogas on Engine Performance and Exhaust Emissions. *ARPJN Journal of Engineering and Applied Sciences*, 18(10), 1089–1094. <https://doi.org/10.59018/0523142>
- Wahyudi, D., Hari, D., Prasetyo, T., Noor, M. F., & Darmanto, A. (2025). PURIFICATION AND CHARACTERISTICS OF WASTE LUBRICATING OIL AS DIESEL-LIKE FUEL. *Journal of MECHANICAL ENGINEERING*, 69.
- Wahyudi, D., Hendrawan, Y., & Hamidi, N. (2024). Bernoulli Distillation System (BDS) for Bioethanol Sorghum Stalk Purification. *Pertanika Journal Science and Technology*, 32(6), 2421–2440. <https://doi.org/https://doi.org/10.47836/pjst.32.6.02>
- Wiratmaja, I. G., & Elisa, E. (2020). Kajian Peluang Pemanfaatan Bioetanol Sebagai Bahan Bakar Utama Kendaraan Masa Depan Di Indonesia. *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin Undiksha*, 8(1), 1–8. <https://doi.org/10.23887/jptm.v8i1.27298>