

## Pengaruh Variasi Perekat Molase dan Tepung Tapioka pada Pembuatan Briket Limbah Industri Kayu Putih

Faizal Suudi\*), Herawati Oktavianty, Mohammad Prasanto Bimantio  
Program Studi Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian,  
INSTIPER Yogyakarta

\*)Email Korespondensi: [faizalsdi14@gmail.com](mailto:faizalsdi14@gmail.com)

### ABSTRAK

Limbah biomassa kayu putih (*Melaleuca leucadendron Linn.*) dari industri distilasi minyak esensial dapat digunakan sebagai bahan baku briket yang berbeda. Studi ini memanfaatkan limbah dari PT Sendang Mole (2.406 ton/tahun) untuk diubah menjadi briket melalui berbagai pengikat molase dan tepung tapioka (10-20%). Tahapan penelitian meliputi persiapan bahan, proses pirolisis, produksi perekat, pengurangan ukuran arang, pencampuran bahan, pembentukan dan pengepresan, serta pengeringan briket hingga siap untuk pengujian. Dengan sembilan kombinasi perlakuan dan dua ulangan, penelitian ini menggunakan desain Rancangan Acak Lengkap dua faktor (RAL) dengan jenis perekat (molase, tapioka, dan kombinasi) dan konsentrasi perekat (10%, 15%, dan 20%). Sesuai dengan SNI 1683:2021, parameter kualitas briket diuji. Berdasarkan hasil penelitian, perekat tapioka murni menghasilkan densitas terbaik ( $0,62 \text{ g/cm}^3$ ) meskipun memiliki nilai kalor yang lebih rendah, sementara perekat molases murni menghasilkan nilai kalor tertinggi ( $5452,34 \text{ cal/g}$ ) tetapi memiliki densitas yang rendah ( $0,46 \text{ g/cm}^3$ ). Campuran 7,5% molase dan 7,5% tapioka menghasilkan formulasi terbaik, yang memiliki densitas  $0,52 \text{ g/cm}^3$  dan nilai kalor  $5119,86 \text{ cal/g}$ . Studi ini menunjukkan kelayakan penggunaan limbah kayu putih sebagai sumber energi terbarukan meskipun tidak ada nilai kalor sampel yang memenuhi standar SNI ( $>6500 \text{ cal/g}$ ).

**Kata kunci:** Briket biomassa, Limbah Kayu putih, Variasi perekat, Nilai kalor

### PENDAHULUAN

Tumbuhan kayu putih (*Melaleuca leucadendron Linn.*) adalah tumbuhan yang sangat penting bagi industri minyak atsiri di Indonesia karena menghasilkan minyak atsiri. Tanaman kayu putih dapat menghasilkan minyak esensial yang sangat berharga, mereka merupakan produk hutan non-kayu dengan potensi pengembangan yang sangat besar. (Prayoga, 2022). Industri Distilasi Sendang Mole merupakan salah satu cara yang dilakukan oleh Unit Pengelolaan Hutan (KPH) Yogyakarta dalam memproduksi minyak eucalyptus. Sendangmole, Gelaran, Kediwung, dan Dlingo adalah empat unit distilasi yang pernah dioperasikan oleh KPH Yogyakarta. Namun, saat ini hanya dua pabrik-pabrik Sendangmole dan pabrik Gelaran yang masih beroperasi. (Gading, Nawir et al., 2021).

Dari 4.205 ha tegakan kayu putih, sekitar  $\pm 3.806,06$  ha dialokasikan untuk kedua pabrik sebagai bahan baku. Area kebun kayu putih yang menjadi bahan baku penyulingan mencapai 1.847 ha di daerah Sendangmole, Playen, dan Gunung Kidul. Sebuah penelitian awal yang dilakukan pada 20 Mei 2020 menunjukkan bahwa bahan yang terdiri dari daun dan ranting segar diproses untuk menghasilkan minyak kayu putih melalui proses penyulingan dan pemurnian. Pada tahap akhir pengolahan, minyak kayu putih menjadi lebih halus dan limbah padat dihasilkan. 2019 menghasilkan 22.821 liter minyak kayu putih dan 2.406 ton bahan baku

yang disuling. (Yopianita et al., 2022). Sebagai hasil dari rendemen penyulingan sebesar 0,8%, sekitar 2.387 ton daun dan ranting tersisa setiap tahun merupakan 99,2% dari bahan yang masuk. Limbah masih dibakar sebagai bahan bakar boiler tanpa diproses menjadi produk bernilai tambah seperti arang briket. Akibatnya, potensi ekonominya belum dimaksimalkan.

Daun dan ranting minyak kayu putih (*Melaleuca leucadendron* Linn.) merupakan biomassa lignoselulosa alami yang kaya akan komponen karbon, mereka memiliki potensi besar untuk diubah menjadi bioarang. Kandungan selulosa, hemiselulosa, dan lignin yang tinggi pada tanaman ini menjadikannya bahan baku yang ideal untuk proses karbonisasi.(Fitriyano et al., 2024). Melalui proses pirolisis, komponen-komponen organik tersebut dapat diubah menjadi karbon padat (arang) yang memiliki nilai kalor tinggi, sehingga mengubah limbah yang selama ini kurang bernilai ekonomi menjadi sumber energi alternatif yang berpotensi sebagai bahan baku briket bioarang.

Perekat merupakan bahan yang mampu menyatukan dua benda melalui pembentukan ikatan pada permukaan keduanya sehingga kedua bagian tersebut saling terhubung secara fisik. Perekat digunakan untuk menghasilkan struktur yang lebih padat atau untuk menyatukan dua substrat agar terikat kuat selama proses pembentukan briket. Penambahan perekat menghasilkan susunan partikel yang lebih teratur dan rapat, sehingga meningkatkan kepadatan, kekuatan tekan, dan mutu arang briket pada tahap pengepresan (Setiawan, Harlina et al., 2021). Sehingga komposisi bahan perekat yang tepat dapat menentukan kualitas fisik dari suatu briket. Penelitian ini memanfaatkan dua jenis perekat, yaitu tepung tapioka dan molase, sebagai variabel yang memengaruhi karakteristik briket yang dihasilkan.

Dengan menggunakan limbah yang dihasilkan dari proses penyulingan minyak kayu putih sebagai bahan baku dan menggunakan perekat yang tepat, penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan briket bioarang dengan kualitas terbaik. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mempelajari bagaimana jenis perekat (tapioka dan *molases*) dan konsentrasinya berdampak pada kualitas briket, terutama dengan melihat nilai kalor, kekuatan tekan, kadar abu, dan kadar air. Secara keseluruhan, penelitian ini diharapkan dapat menawarkan solusi ekonomi untuk penggunaan limbah dan juga memberikan data ilmiah untuk pengembangan bahan bakar alternatif yang dapat diperbarui yang bertujuan untuk mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil.

## **METODE PENELITIAN**

### **a. Tempat dan Waktu Pelaksanaan**

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Yogyakarta dan di Yandi Teknik, Dusun Beran, Kelurahan Canden, Kecamatan Jetis, Kabupaten Bantul Yogyakarta dengan waktu penelitian selama 1 bulan.

### **b. Alat dan Bahan**

Dalam penelitian ini, alat yang digunakan adalah alat pengempa briket, nampan, bak campuran, cawan, blender, gelas beaker, bomb kalorimeter, oven, tungku bakar, jangka sorong, neraca digital, kompor, stopwatch, serta ayakan 50 mesh.

Pembuatan briket ini, bahan yang digunakan adalah limbah industri kayu putih dari Pabrik Minyak Kayu Putih Sendang Mole, perekat molase dari PT Madu Baru (Pabrik Gula Madukismo) serta tepung tapioka yang dibeli dari sebuah toko.

### **c. Rancangan Percobaan**

Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan 2 (dua) faktor: penambahan jenis perekat dan penambahan konsentrasi perekat. Dua jenis perekat utama dalam penelitian ini adalah molase (tetes tebu) dan tepung tapioka, yang digunakan untuk

membuat briket biomassa dari limbah kayu putih. Faktor pertama yang diteliti adalah jenis perekat (J), yang terdiri dari tiga komponen: J1 adalah tapioka, J2 adalah molase, dan J3 adalah campuran tapioka dan molase dengan perbandingan 50 persen hingga 50 persen. Faktor kedua adalah konsentrasi perekat (K), yang terdiri dari tiga komponen: K1 10%, K2 15%, dan K3 20%. Untuk kedua faktor tersebut, tiga faktor I akan dikalikan dengan tiga faktor II, dan eksperimen ini akan dilakukan dua kali, sehingga akan diperoleh 18 satuan dari 9 perlakuan yang dilakukan dua kali. Tabel 1 menunjukkan variasi jenis perekat dan konsentrasi untuk kombinasi perawatan ini:

Tabel 1. Variasi Jenis Perekat dan Konsentrasi

Jenis Perekat (J)	Konsentrasi Perekat (K)		
	K1	K2	K3
J1	J1K1	J1K2	J1K3
J2	J2K1	J2K2	J2K3
J3	J3K1	J3K2	J3K3

#### d. Prosedur Pelaksanaan Penelitian

##### 1. Persiapan Bahan

Persiapan bahan limbah industri kayu putih yang didapatkan dari pabrik pengolahan kayu putih di Sendang Mole, Playen Gunung Kidul, Yogyakarta dan molase diperoleh dari Marketplace facebook sebagai bahan utama pembuatan briket. Sedangkan tepung tapioka diperoleh dari pasar tengkulak yang berada di Pasar Stan Maguwoharjo, Sleman, Yogyakarta.

##### 2. Proses Pirolisis Bahan Baku

Bahan baku selanjutnya diarangkan menggunakan alat sederhana berupa drum yang tertutup. Bahan baku limbah industri kayu putih dibakar didalam drum tersebut sampai menjadi arang. Hasil dari pirolisis ini yaitu padatan arang, proses pirolisis beralangsur pada suhu 350°C – 600°C selama 6 jam. Selanjutnya hasil pembakaran tersebut dibiarkan pada suhu ruangan hingga dingin, kemudian dikeluarkan hasil pembakaran yang sudah dingin untuk dihancurkan dan diayak dengan ayakan 50 mesh.

##### 3. Proses Pembuatan Perekat

Proses pembuatan perekat molase dan tepung tapioka memerlukan penambahan air. Penambahan air dalam pembuatan perekat menggunakan perbandingan 1:1 agar mendapatkan tekstur perekat yang tidak terlalu kental serta memudahkan pencampuran antara bahan baku dan perekat agar didapatkan campuran yang merata.

##### 4. Proses Pengecilan Bahan

Proses pengecilan ukuran merupakan proses penggerusan atau proses penghancuran bahan yang telah diarangkan menggunakan blender agar lebih mudah untuk melakukan pengayakan. Bahan baku limbah industri kayu putih disaring dengan shieve shaker 50 mesh. Pengayakan dilakukan bertujuan untuk mendapatkan ukuran serbuk arang yang halus agar karena akan berpengaruh terhadap kerapatan dan ketahanan tekan briket arang. Semakin halus ukuran partikel, semakin tinggi pula kerapatan briket yang terbentuk. Dengan kata lain, partikel yang lebih halus akan menghasilkan briket dengan kualitas yang lebih baik.

##### 5. Pencampuran Bahan Baku

Arang yang telah halus dicampurkan ditambahkan perekat molase dan tapioka dengan variasi sebesar 10 %, 15%, dan 20 % dari 50 gram arang limbah industri kayu putih. Campuran kemudian dituangkan ke dalam cetakan briket hingga terisi penuh sebelum diproses menjadi briket.

## 6. Pencetakan dan Pengepresan Briket

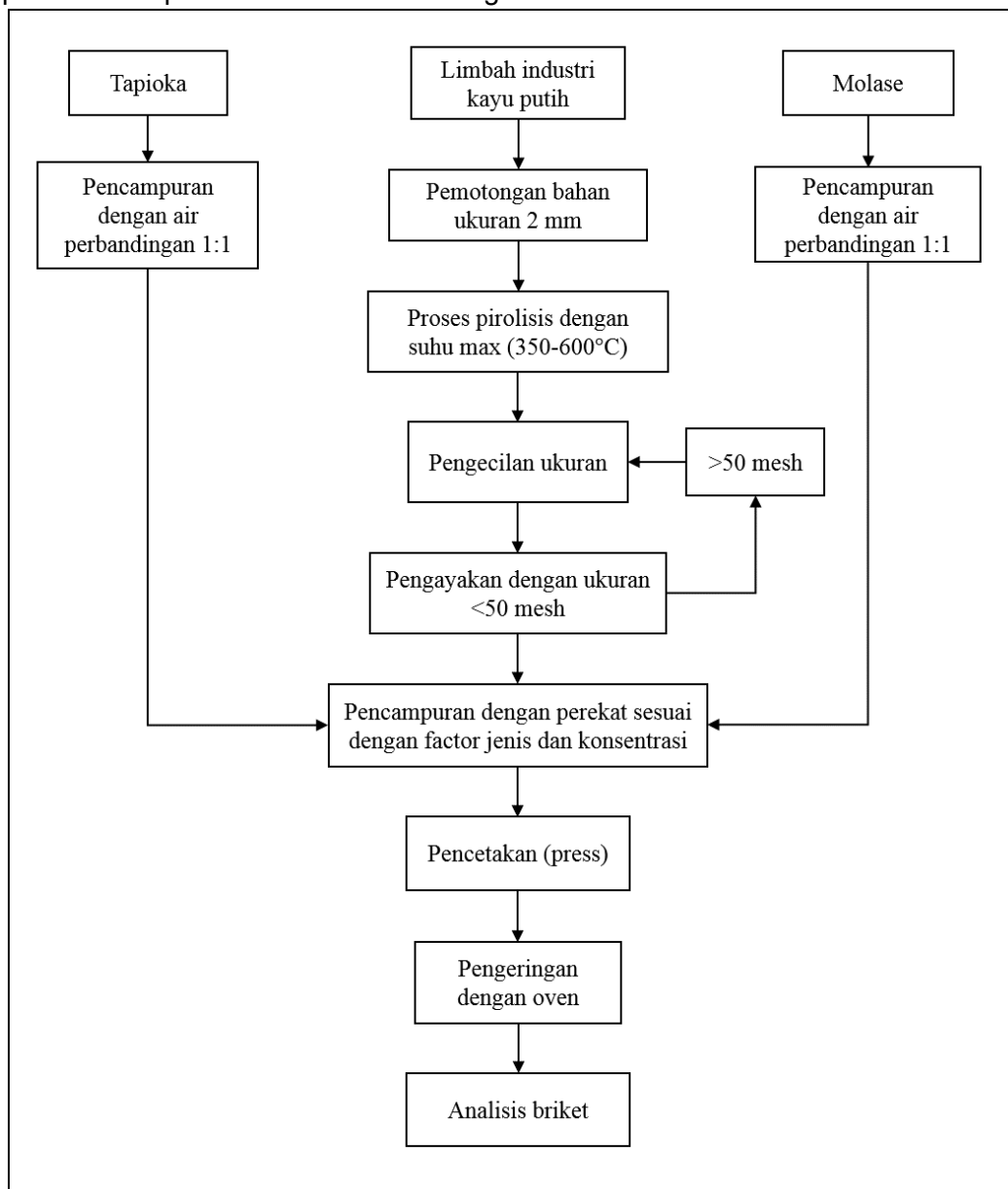
Bahan baku yang telah dicampur dengan perekat selanjutnya dibentuk menggunakan cetakan dari pipa besi berdiameter 5 cm. Selanjutnya dikempa sampai mampat bahan dipres dan ditahan selama 1 menit sebelum briket dikeluarkan dari cetakan agar perekat bekerja dengan baik dan briket tidak gampang pecah.

## 7. Pengeringan Briket

Setelah proses pencetakan selesai, briket kemudian dimasukkan ke fase pengeringan. Ini dilakukan dalam oven selama enam jam pada suhu 75°C.

### e. Diagram Alir

Penelitian ini mengadopsi pendekatan sistemik dimana setiap variabel proses (jenis perekat dan konsentrasi) dikaji pengaruhnya terhadap respon kualitas briket. Data yang diperoleh kemudian dibandingkan dengan standar mutu briket biomassa SNI 1683:2021 untuk mengevaluasi kelayakannya sebagai bahan bakar alternatif. Kerangka berpikir atau alir penelitian dapat divisualkan dalam diagram berikut:



## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Analisis Kadar Air

Data hasil uji Berjarak Duncan analisis kadar air briket limbah kayu putih dapat dilihat pada Tabel 2

Tabel 2. Uji Duncan Jenis dan Konsentrasi Perekat pada Briket

Hasil Uji Duncan

Perlakuan	K1	K2	K3	Rerata J
J1	5,01	5,64	6,22	5,62a
J2	4,02	4,39	5,10	4,5c
J3	4,61	5,11	5,70	5,14b
RERATA K	4,55c	5,05b	5,67z	

Keterangan: Angka yang diikuti notasi huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata taraf  $\alpha = 0,05$

Hasil menunjukkan bahwa ketiga faktor jenis perekat (J) sangat berdampak pada jenis perekat tapioka (J1), yang merupakan pati murni dengan gugus hidrofilik yang dapat menyerap air dari lingkungan sekitar. Pengelompokan berdasarkan uji Duncan untuk jenis perekat dan konsentrasi menunjukkan perubahan yang signifikan dalam kadar air. (Afriyanto Utomo, 2019), menyatakan bahwa pati menyerap air tinggi saat gelatinisasi sehingga meningkatkan kadar air bahan. Perekat molase (J2) bersifat hidroskopis yang mudah menyerap dan menahan kelembapan dari udara meskipun daya serap airnya masih lebih rendah dibandingkan perekat tapioka. (Huda, 2021), menyebutkan bahwa molase meningkatkan kelembapan tetapi tidak sebesar perekat pati. Kombinasi tapioka:molase 50:50 (J3) memiliki sifat dari kedua perekat hidrofilik dari gel pati bertemu dengan sifat higroskopis dari gula dalam molase sehingga memiliki kemampuan menyerap air yang lebih tinggi.

Kandungan air rata-rata tertinggi terdapat di J1 (5,62%), sementara di J2 (4,50%) adalah yang terendah. Sementara itu, Faktor K (konsentrasi adhesif) dalam uji Duncan juga memiliki pengaruh yang sangat signifikan, dengan kandungan air rata-rata tertinggi ditemukan di K3 (5,67%) dan terendah di K1 (4,55%). Ini menunjukkan bahwa kandungan air dalam batu bata meningkat seiring dengan menurunnya konsentrasi kadar air. Hal ini menunjukkan bahwa kadar air dalam briket meningkat seiring dengan penurunan konsentrasi perekat. Penemuan ini sejalan dengan penelitian sebelumnya. (Wildan et al., 2021), yang menyatakan bahwa peningkatan konsentrasi perekat mampu menaikkan kadar air karena jumlah air yang perlu diuapkan menjadi lebih banyak, sehingga briket lebih lama kering.

#### a. Analisis Kadar Volatile

Data hasil uji Berjarak Duncan analisis kadar volatil briket limbah kayu putih dapat dilihat pada Tabel 3

Tabel 3. Uji Duncan Jenis dan Konsentrasi Perekat pada Briket

Hasil Uji Duncan

Perlakuan	K1	K2	K3	Rerata J
J1	14,74	18,35	21,48	18,19a
J2	15,53	19,14	22,15	18,94a
J3	15,08	18,69	21,62	18,46a
RERATA K	15,11c	18,73b	21,75a	

Keterangan: Angka yang diikuti notasi huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata taraf  $\alpha = 0,05$

Hasil menunjukkan pengelompokan berdasarkan uji Duncan untuk jenis perekat menunjukkan tidak ada perbedaan yang nyata dan konsentrasi perekat menunjukkan

perbedaan yang nyata terhadap kadar volatil. Hal ini dapat dilihat bahwa ketiga faktor J (jenis perekat) tidak berpengaruh nyata karena menghasilkan jumlah asap dan uap yang hampir sama saat dibakar, sehingga jenis perekat yang berbeda tidak memberikan pengaruh dengan rerata kadar volatil berkisar antara 18,19-18,94%. Sementara itu, faktor K (konsentrasi perekat) berpengaruh sangat nyata dengan rerata kadar air tertinggi ditemukan pada K3 (21,75%), sedangkan terendah pada K1 (15,11%). Hal ini menunjukkan bahwa semakin banyak perekat yang ditambahkan selama proses pembuatan briket, semakin banyak zat volatil atau zat terbang di dalam briket. Kadar volatil pada briket juga cenderung meningkat seiring dengan jumlah perekat yang ditambahkan. (Wulandari et al., 2024).

#### b. Analisis Nilai Kalor

Data hasil uji Berjarak Duncan analisis nilai kalor briket limbah kayu putih dapat dilihat pada Tabel 4

Tabel 4. Uji Duncan Jenis dan Konsentrasi Perekat pada Briket

Hasil Uji Duncan

Perlakuan	K1	K2	K3	Rerata J
J1	5331,11	5111,73	4777,20	5073,34c
J2	5457,21	5147,29	5421,63	5342,04a
J3	5421,63	5114,22	4789,01	5111,29b
RERATA K	5403,32a	5124,41b	4998,95c	

Keterangan: Angka yang diikuti notasi huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata taraf  $\alpha = 0,05$

Hasil menunjukkan pengelompokkan berdasarkan uji Duncan untuk jenis perekat dan konsentrasi menunjukkan perbedaan yang nyata terhadap nilai kalor. Hal ini dapat dilihat bahwa ketiga faktor J (jenis perekat) yang diuji berpengaruh sangat nyata disebabkan perekat tapioka (J1) menghasilkan nilai kalor terendah, pati yang terbentuk kurang efisien terbakar. Menurut Alfiandi, et al., (2022) pati menurunkan nilai kalor karena kandungan karbon tetapnya kecil. Perekat molase (J2) memberi nilai kalor tertinggi karena kandungan gula dan bahan organiknya sangat mudah terbakar. (Alim, 2020) menjelaskan molase meningkatkan nilai kalor karena kandungan gula dan senyawa organik mudah terbakar. Sedangkan kombinasi keduanya (J3) menghasilkan nilai kalor sedang karena efek penurunan dari tapioka masih tertutupi oleh kontribusi energi dari molase.

Hasil rata-rata memiliki nilai tertinggi dari J2 (5342,04 cal/g), sementara yang terendah berasal dari J1 (5073,34 cal/g). Sementara itu, faktor K (konsentrasi pengikat) sangat berpengaruh, dengan nilai kalori rata-rata tertinggi ada di K1 (5403,32 cal/g), sementara yang terendah ada di K3 (4998,95 cal/g). Ini menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi pengikat cenderung menurunkan nilai kalor dari briket. Penggunaan pengikat dalam jumlah yang lebih sedikit mengurangi kandungan kelembapan briket, sehingga meningkatkan nilai kalor. (Ichsan et al., 2021).

### c. Analisis Laju Pembakaran

Data hasil uji Berjarak Duncan analisis nilai kalor briket limbah kayu putih dapat dilihat pada Tabel 5

Tabel 5. Uji Duncan Jenis dan Konsentrasi Perekat pada Briket

Hasil Uji Duncan

Perlakuan	K1	K2	K3	Rerata J
J1	0,96	0,98	1,03	0,99a
J2	0,89	0,93	0,93	0,92a
J3	0,94	0,92	0,94	0,93a
RERATA K	0,93a	0,94a	0,97a	

Keterangan: Angka yang diikuti notasi huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata taraf  $\alpha = 0,05$

Hasil menunjukkan pengelompokan berdasarkan uji Duncan untuk jenis perekat dan konsentrasi tidak menunjukkan perbedaan yang nyata terhadap laju pembakaran. Hal ini dapat dilihat bahwa ketiga faktor J (jenis perekat) yang diuji tidak berbeda nyata, dengan rerata laju pembakaran berkisar antara 0,92-0,99 g/menit. Sementara itu, faktor K (konsentrasi perekat) tidak berpengaruh nyata dengan rerata laju pembakaran ditemukan antara 0,93-0,97 g/menit. Hal ini mengindikasikan bahwa variasi konsentrasi maupun jenis perekat tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kecepatan pembakaran briket limbah kayu putih. Hal ini disebabkan oleh adanya kandungan bahan organik berupa pati murni dan gula (seperti sukrosa, glukosa, dan fruktosa) dalam perekat tersebut, yang membuat briket menjadi lebih padat dan memperlambat proses pembakarannya (Mara et al., 2022).

### d. Analisis Kadar Abu

Data hasil uji Berjarak Duncan analisis nilai kalor briket limbah kayu putih dapat dilihat pada Tabel 6

Tabel 6. Uji Duncan Jenis dan Konsentrasi Perekat pada Briket

Hasil Uji Duncan

Perlakuan	K1	K2	K3	Rerata J
J1	29,33	28,44	27,70	28,49a
J2	29,02	28,17	27,50	28,23a
J3	29,12	28,31	27,52	28,31a
RERATA K	29,15a	28,31b	27,57c	

Keterangan: Angka yang diikuti notasi huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata taraf  $\alpha = 0,05$

Hasil menunjukkan bahwa ketiga faktor J (jenis perekat) yang diuji tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan, karena rerata mereka berkisar antara 28,23% dan 28,49%. Ini menunjukkan bahwa pengelompokan berdasarkan uji Duncan untuk jenis perekat tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan, dan konsentrasi menunjukkan perbedaan yang signifikan terhadap kadar abu. Kandungan abu yang tinggi pada penelitian kali ini disebabkan pada limbah kayu putih yang memiliki kandungan mineral yang tinggi berupa kalsium ( $\text{CaO}/\text{CaCO}_3$ ) hingga 20–33% (Ajavon et al., 2021). Kandungan mineral yang lebih tinggi akan menghasilkan abu yang lebih banyak setelah proses pembakaran.

### e. Analisis Densitas

Data hasil uji Berjarak Duncan analisis nilai kalor briket limbah kayu putih dapat dilihat pada Tabel 1

Tabel 4.20. Uji Duncan Jenis dan Konsentrasi Perekat pada Briket

Hasil Uji Duncan

Perlakuan	K1	K2	K3	Rerata J
J1	0,58	0,60	0,62	0,60a
J2	0,45	0,48	0,51	0,48a
J3	0,53	0,56	0,59	0,56a
RERATA K	0,52a	0,54a	0,57a	

Keterangan: Angka yang diikuti notasi huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata taraf  $\alpha = 0,05$

Hasil menunjukkan pengelompokkan berdasarkan uji Duncan untuk jenis perekat dan konsentrasi tidak menunjukkan perbedaan yang nyata terhadap densitas. Hal ini dapat dilihat bahwa ketiga faktor J (jenis perekat) yang diuji tidak berbeda nyata, dengan rerata densitas berkisar antara 0,48-0,60 g/cm<sup>3</sup>. Sementara itu, faktor K (konsentrasi perekat) tidak berpengaruh nyata dengan rerata densitas ditemukan antara 0,52-0,57 g/cm<sup>3</sup>. Hal ini menunjukkan bahwa konsentrasi dan jenis perekat tidak begitu berpengaruh terhadap densitas briket limbah kayu putih. Kandungan bahan organik berupa pati murni dan gula (seperti sukrosa, glukosa, dan fruktosa) dalam perekat tersebut, berpengaruh terhadap nilai kekuatan tekan briket yang membuat briket menjadi lebih padat (Mara et al., 2022).

### f. Analisis Porositas

Data hasil uji Berjarak Duncan analisis nilai kalor briket limbah kayu putih dapat dilihat pada Tabel 1

Tabel 4.24. Uji Duncan Jenis dan Konsentrasi Perekat pada Briket

Hasil Uji Duncan

Perlakuan	K1	K2	K3	Rerata J
J1	42,72	40,13	37,87	40,24c
J2	68,47	66,14	50,99	61,87a
J3	47,42	45,12	42,06	44,87b
RERATA K	52,87a	50,46b	43,64c	

Keterangan: Angka yang diikuti notasi huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata taraf  $\alpha = 0,05$

Hasil menunjukkan pengelompokkan berdasarkan uji Duncan untuk jenis perekat dan konsentrasi menunjukkan perbedaan yang nyata terhadap porositas. Hal ini dapat dilihat bahwa ketiga faktor J (jenis perekat) yang diuji berpengaruh sangat nyata disebabkan perekat tapioka (J1) saat dipanaskan membentuk gel yang kuat dan mengisi celah antarpas-tikel, sehingga porositas cenderung lebih rendah karena ikatannya rapat. (Yopianita et al., 2022) menjelaskan bahwa perekat berbasis pati menghasilkan ikatan lebih rapat dibanding perekat cair. Perekat molase (J2) bersifat cair dan viskositasnya lebih rendah sehingga tidak mengisi celah sepadat tapioka, membuat struktur briket lebih berpori. Molase menghasilkan ikatan yang kurang padat akibat sifatnya yang tidak mengalami gelatinisasi. Kombinasi tapioka dan molase (J3) menghasilkan ikatan yang seimbang, di mana tapioka memberi kekuatan ikatan dan molase membantu pemerataan perekat, sehingga porositas berada di antara keduanya karena distribusi perekat lebih stabil.

Rerata porositas mulai dari yang tertinggi hingga terendah ditemukan pada J2 (61,87%) dan J1 (40,24%) K. Sementara itu perbedaan yang signifikan dengan cari K3 (33,64%) menunjukkan Standart porositas K1 (52,87%) konsentrasi perekat yang terendah. Hal ini menunjukkan penurunan konsentrasi perekat yang menyebabkan pada briket menjadi cenderung porositas. Briket yang rongga lebih tinggi, konsentrasi perekat dapat menurunkan porositas yang kemampuan perekat. Briket pada antar yang lebih banyak pada ruang dari lebih padat. (Prista et al., 2019)

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian serta pembahasan yang telah dilakukan, maka kesimpulan yang dapat ditarik adalah terdapat nilai kalor dengan perekat molase murni J2 yang paling tinggi hasilnya dioptimalkan 5452,34 kal/g dikarenakan terdapat senyawa organik yang mudah terbakar, dan densitas rendah 0,46-0,50 g/cm<sup>3</sup> dan kadar zat mudah menguap yang juga paling tinggi. Hal ini menyebabkan pembakaran kurang stabil. Sebaliknya, ada densitas paling tinggi yaitu perekat tapioka J1 0,62 g/cm<sup>3</sup> dengan kadar zat mudah menguap rendah yang menyebabkan pembakaran semakin stabil, namun memiliki nilai kalor yang lebih rendah dibanding yang lain. Dari kedua perekat, briket dengan karakteristik lebih baik adalah yang mengandung molase dan tapioka dalam satu campuran yaitu J3. Pengaruh konsentrasi perekat 10 persen, K1, memberikan kinerja yang paling optimal, karena memiliki nilai kalor yang tinggi yaitu sebesar 5403,32 kal/g dan kadar air terendah. Sedangkan konsentrasi 15 persen, K2, dan 20 persen, K3, sebaliknya memiliki nilai kalor yang menurun dan kadar air dan zat mudah menguap yang meningkat, meskipun densitasnya akan meningkat. Dari seluruh kombinasi yang diuji, yang memberikan nilai kalor tertinggi adalah sampel J2K1, sementara sampel J3K2 memberikan hasil yang baik dengan nilai kalor sebesar 5119,86 kal/g dan densitas 0,52 g/cm<sup>3</sup>. Namun, semua sampel penelitian masih tidak memenuhi standar SNI-1683:2021 nilai kalor minimal 6500 kal/g.

## DAFTAR PUSTAKA

- Afriyanto Utomo, T. A. (2019). *Karakteristik Briket Arang Serbuk Gergaji dengan Perekat Berbahan Tapioka, Tepung Sagu, dan Molases*.
- Ajavon, A. K., Mirad Sari, N., & Mahdie, M. F. (2021). Pengaruh Persentase Perekat Tapioka Terhadap Karakteristik Briket Arang Tempurung Kelapa The Effect of Tapioca Adhesive Percentage on The Characteristics of Coconut Charcoal Brickets. In *Jurnal Sylva Scientiae* (Vol. 04, Issue 2).
- Alim, M. I. (2020). *Densitas dan Porositas Batuan*. January 2017. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.21184.89607>
- Fitriyano, G., Sari, F., Ar Rahim, D., Nabilah, R., & Apri Wulandari, Q. (2024). *Pengaruh Massa Perekat Tapioka Terhadap Durabilitas Biobriket dari Arang Kulit Singkong*. 17(2), 267–273. <https://doi.org/10.21107/rekayasa.v17i2.22549>
- Gading, Nawir, A. A., Maryudi, A., & Mada, U. G. (2021). *Pembangunan Pabrik Minyak Kayu Putih* (Issue June).
- Huda, A. A. (2021). *Analisa Nilai Kalor Briket Limbah Minyak Kayu Putih Yang Didinginkan Dengan Aliran Gas Nitrogen Menggunakan Mesin Microwave 800 Watt*.
- Ichsan, T., Nelson, N., Darkwa, J., & Calautit, J. (2021). Prospects of Bioenergy Production for Sustainable Rural Development in Ghana. *Journal of Sustainable Bioenergy Systems*, 11(04), 227–259. <https://doi.org/10.4236/jsbs.2021.114015>
- Mara, O., Novinci, M., & Erlangga, A. (2022). *Potensi Penanganan Limbah Daun Kayu Putih Sisa Penyulingan Di Pmkp Krai-Gundih*. 9(1), 28–36.
- Prayoga, A. (2022). *Pembuatan Briket Dengan Campuran Limbah Daun Kayu Putih Serbuk Kayu Cempaka Dan Daun Porang*.

- Prista, G., Mahdie, M. F., Noor, D., & Sari, M. (2019). *Karakteristik Briket Arang Aromaterapi Dari Kayu Gaharu ( Aquilaria malaccensis ) The Characteristic of Aromatherapy Charcoal Briquettes from Gaharu ( Aqualaria malacensis )*. 02(1), 26–36.
- Setiawan, Harlina, A. C., Ropiudin, R., & Ritonga, A. M. (2021). Pengaruh Kadar Perekat Molase Dan Lama Pengeringan Terhadap Kualitas Biobriket Dari Tempurung Kelapa Dan Sekam Padi. *Journal of Agricultural and Biosystem Engineering Research*, 2(2), 19. <https://doi.org/10.20884/1.jaber.2021.2.2.4984>
- Wildan, H., Surya, G., Magdalena, R., Budi Harsono, A., & Nur Azhar, T. (2021). Sistem Deteksi Pra-Kanker Serviks dengan Pengolahan Citra Hasil Inspeksi Visual Asam Asetat. *Techno.Com*, 20(2), 290–299. <https://doi.org/10.33633/tc.v20i2.4285>
- Wulandari, D. F., Lestari, T., Fahrussiam, F., & Vera Ningsih, R. (2024). *Karakteristik Sifat Fisika Briket Arang Tempurung Kelapa Dan Tongkol Jagung (Characterization Of Physical Properties of Coconut Shell and Corn Cob Charcoal Briquettes)* (Vol. 12, Issue 1).
- Yopianita, M., Sutapa, J. P. G., & hidayat, A. N. (2022). *Pemanfaatan Limbah Daun Dan Ranting Penyulingan Minyak Kayu Putih ( Melaleuca cajuputi Powell )*. 379–385.