



Kajian Jenis dan Konsentrasi Perekat pada Pembuatan Briket dari Sabut Buah Nipah (*Nypa fruticans*, Wurmb)

Detramadani¹, Neswati ^{1*}, Deivy Andhika Permata¹

¹ Departemen Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Andalas, Indonesia

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh interaksi jenis dan konsentrasi perekat, pengaruh jenis dan konsentrasi perekat terbaik berdasarkan karakteristik briket, dan menganalisis Break Event Point (BEP). Penelitian ini dilakukan dengan metode Rancangan Acak Lengkap Faktorial dengan 2 faktor yang terdiri atas 9 perlakuan dan 3 kali ulangan. Data yang didapatkan dianalisis secara statistik menggunakan Analysis of Variance (ANOVA) jika terdapat adanya interaksi maka dilanjutkan dengan uji Duncan's New Multiple Range Test (DNMRT) pada taraf 5 %. Kajian jenis dan konsentrasi briket dari sabut buah nipah terdapat adanya interaksi terhadap kadar air, kadar abu, karbon terikat, nilai kalor, nyala api, dan kuat tekan, tetapi tidak ada interaksi terhadap kadar zat terbang dan densitas briket. Jenis perekat berbeda nyata terhadap kadar air, kadar abu, zat terbang, karbon terikat, nilai kalor, nyala api, densitas dan kuat tekan. Konsentrasi perekat berbeda nyata terhadap kadar air, kadar abu, karbon terikat, nilai kalor, nyala api, densitas dan kuat tekan, tetapi tidak berbeda nyata terhadap zat terbang briket. Formulasi perlakuan terbaik yaitu pada perlakuan A2B1 perekat arpus dengan konsentrasi 9%. Analisis titik impas Briket (BEP) yaitu Rp 1.029,45 pcs/bulan.

KATA KUNCI

Arpus; briket; lateks; nipah; tapioka.

PENULIS KORESPONDEN

Alamat e-mail penulis koresponden: neswati@ae.unand.ac.id

1. Pendahuluan

Biomassa adalah sumber daya yang dapat diperbarui dan energi yang dihasilkan dari biomassa tergolong sebagai energi terbarukan. Tanaman secara langsung dan tidak langsung dapat menghasilkan biomassa yang bisa dimanfaatkan untuk bahan baku atau sumber energi dalam skala luas. Pemanfaatan biomassa sebagai bahan bakar dapat menurunkan ketergantungan terhadap bahan bakar fosil dan memberikan solusi terhadap lingkungan agar lebih baik. Proses pembakaran biomassa secara tradisional sering kali menghasilkan polusi udara dan emisi gas rumah kaca, akan tetapi dengan mengubah biomassa menjadi bentuk bioarang yaitu briket dapat meningkatkan efisiensi dan mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan [1], [2].

Briket adalah bahan bakar padat yang dibentuk menjadi batangan atau gumpalan, dan berasal dari bahan baku organik yang bersifat lunak. Pembuatan briket memang perlu memperhatikan beberapa komponen utama, termasuk bahan baku dan bahan pengikat. Pembuatan briket membutuh bahan baku berupa zat organik yang disebut selulosa. Ketika selulosa mengalami proses karbonisasi pada saat produksi briket, kandungan karbon pada selulosa akan berikatan dengan briket sehingga meningkatkan kadar karbon tetap dalam briket. Kualitas briket akan menjadi semakin baik jika nilai kalornya tinggi yang ditentukan pada karbon terikat dalam briket, semakin tinggi nilai karbon terikat semakin tinggi nilai kalornya. Limbah sabut buah nipah merupakan satu contoh limbah biomassa yang mempunyai kandungan selulosa cukup besar dan berpotensi untuk dijadikan sebagai biobriket. Sabut buah nipah memiliki persentase selulosa dan lignin yaitu masing-masing 36,5 dan 27,3 % [3], [4].

Nipah merupakan tanaman dari keluarga palem dan tumbuh di dataran pasang surut. Luas perkebunan nipah di Indonesia adalah 700.000 hektar atau setara dengan 10% dari 7 juta hektar luas lahan pasang surut. Rata-rata jumlah pohon nipah sekitar 8.000 per hektar dengan jumlah pohon nipah yang tumbuh di Indonesia berjumlah sekitar 5,6 miliar pohon [5]. Mengingat ketersediaan sabut buah nipah yang sangat besar, maka pemanfaatan sabut buah nipah masih kurang optimal.



Pembuatan briket sabut buah nipah digunakan bahan perekat untuk memudahkan pencetakan pada briket, namun bahan perekat juga mempengaruhi kualitas briket yang dihasilkan. Perekat merupakan bahan campuran yang digunakan untuk membuat briket arang yang tujuannya untuk menyatukan partikel-partikel arang agar tidak mudah pecah. Perekat meliputi perekat organik dan perekat anorganik. Perekat organik biasanya digunakan dalam produksi briket arang karena berfungsi sebagai perekat yang baik dan menghasilkan banyak abu saat dibakar, seperti tepung tapioka [6], [7].

Penelitian ini akan membandingkan jenis dan konsentrasi perekat dalam proses pembuatan briket arang dengan sabut buah nipah. Tepung tapioka, arpus dan lateks dijadikan sebagai bahan perekat dalam penelitian ini. Jenis perekat akan mempengaruhi standar kualitas briket yang dihasilkan dan waktu bakar briket. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh interaksi jenis perekat dan konsentrasi perekat, pengaruh jenis dan konsentrasi perekat terhadap karakteristik briket, dan analisis Break event Point (BEP) briket yang dihasilkan.

Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa variasi jenis dan konsentrasi perekat berpengaruh signifikan terhadap kualitas briket. Hasil kajian menunjukkan bahwa perbandingan konsentrasi perekat pada briket berbahan sabut buah nipah dengan perekat tepung tapioka menghasilkan konsentrasi optimal sebesar 10%. Penelitian lain mengenai pembuatan briket dari cangkang kelapa sawit dengan komposisi perekat Arpus sebesar 12% dan penggunaan bahan baku sebanyak 100 gram cangkang kelapa sawit menunjukkan hasil pengolahan yang baik, ditinjau dari nilai kalor dan kadar abu yang telah memenuhi standar SNI 01-6235-2000. Selain itu, kajian tentang penggunaan bahan baku cangkang kelapa sawit dengan perekat lateks atau getah karet menunjukkan bahwa konsentrasi perekat terbaik diperoleh pada konsentrasi 9%. Sementara itu, penelitian terkait briket berbahan tempurung kelapa menunjukkan bahwa kandungan perekat yang optimal berada pada konsentrasi 15%. Berdasarkan uraian tersebut, diperlukan penelitian lebih lanjut mengenai kajian jenis dan konsentrasi perekat pada pembuatan briket dari sabut buah nipah (*Nypa fruticans Wurmb*) guna memperoleh formulasi perekat yang paling efektif dalam meningkatkan kualitas briket yang dihasilkan [8], [9], [10].

2. Metode Penelitian

2.1. Bahan dan Alat

Bahan baku utama yang diperlukan pada penelitian adalah sabut buah nipah. Bahan tambahan yang digunakan yaitu bahan perekat berupa tepung tapioka, arpus, dan getah karet/lateks. Alat yang diperlukan pada penelitian adalah *bomb calorimeter*, ayakan 40 mesh, timbangan, *stopwatch*, tungku pengarangan (drum karbonisasi), alat pencetak briket, oven, neraca analitik, jangka sorong, cawan porselin, *hot plate*, desikator dan alat-alat gelas.

2.2. Waktu dan Tempat Pelaksanaan Penelitian

Penelitian ini telah dilakukan pada Laboratorium Rekayasa Proses, Departemen Teknologi Industri Pertanian dan Laboratorium Sentral, Universitas Andalas. Penelitian ini dilakukan pada bulan Juli sampai September 2024.

2.3. Rancangan Penelitian

Penelitian yang telah dilakukan menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) Faktorial dengan 2 faktor dan 3 kali ulangan. Perlakuan sebagai berikut:

Faktor A = Jenis Perekat

A_1 = Tepung Tapioka

A_2 = Arpus

A_3 = Getah Karet/Lateks

Faktor B = Konsentrasi Perekat

B_1 = 9%

B_2 = 12%

B_3 = 15%



Kombinasi perlakuan yang digunakan pada pembuatan briket dapat dilihat pada Tabel 1 berikut:

Tabel 1. Kombinasi Perlakuan Briket

Kombinasi Jenis Perekat (A)	Konsentrasi Perekat		
	B1 = 9%	B2 = 12%	B3 = 15%
A1= Tapioka	A1B1	A1B2	A1B3
A2= Arpus	A2B1	A2B2	A2B3
A3= Lateks	A3B1	A3B2	A3B3
KK = %			

Keterangan: formulasi biobriket dengan berat total adonan 43,96 g untuk 1 perlakuan 3 ulangan

2.4. Pelaksanaan Penelitian

2.4.1. Persiapan Bahan Baku

Bahan baku sabut buah nipah diurai merata dan dikeringkan di bawah sinar matahari selama \pm 5 hari sampai kadar air \pm 10%. Kemudian dikecilkan ukurannya untuk mempermudah pada proses karbonisasi.

2.4.2. Proses Karbonisasi Buah Nipah

Timbang Bahan baku sebanyak 10kg. Bahan baku diarangkan dengan menggunakan kiln drum selama 2-4 jam dengan 5 kali pengulangan. Tutup lubang kiln drum untuk mempercepat proses karbonisasi pada sabut buah nipah. Pembakaran dilakukan hingga semua bahan menjadi arang. Bahan baku setelah menjadi arang kemudian lubang klin drum dibuka dan didinginkan selama 1 jam. Keluarkan arang yang dihasilkan lalu dilakukan pengecilan ukuran dengan cara ditumbuk hingga menjadi halus seperti sebuk. Serbuk arang yang dihasilkan kemudian disaring dengan saringan 40 mesh untuk memperoleh ukuran material yang lebih halus dan rata.

2.4.3 Pembuatan Perekat

1. Tapioka

Pembuatan perekat menggunakan tepung tapioka dilakukan dengan mencampurkan tapioka dan air pada perbandingan 1:10 kemudian dipanaskan pada suhu 52°C – 64°C lalu diaduk sampai terbentuk gel berwarna bening [11].

2. Arpus

Pada pembuatan perekat arpus dilakukan penghalusan pada arpus yang berbentuk seperti kristal kemudian ditambahkan etanol 97% dengan perbandingan arpus dan etanol 1:4 (Modifikasi Abimanyu et al., 2024).

3. Lateks

Perekat getah karet yang digunakan berupa getah karet cair murni 100% tanpa adanya penambahan air. Getah karet yang digunakan sebanyak 9%, 12%, dan 15% dari berat bahan baku [12].

2.4.4 Pembuatan Briket

Masing-masing jenis dan konsentrasi perekat sesuai dengan perlakuan yang sudah dibuat sebelumnya dicampurkan dengan 43,96 gram serbuk arang lalu diaduk hingga merata. Adonan arang dimasukkan ke dalam cetakan berbentuk silinder dengan ukuran diameter 4 cm dan tinggi 5 cm. Briket yang telah jadi dikeringkan menggunakan oven pada suhu 75°C selama 3 jam sampai kadar air \leq 8%. Briket arang sabut buah nipah siap dilakukan pengujian.

2.4.5 Pengamatan pada Penelitian

Pengamatan pada penelitian ini adalah uji kadar air, kadar abu, zat terbang, karbon terikat, nilai kalor, nyala api, densitas, kuat tekan dan analisis break event point (BEP).



3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Analisis Karakteristik Briket

3.1.1. Kadar Air

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa terdapat interaksi antara jenis perekat dan konsentrasi perekat. Jenis perekat dan konsentrasi perekat berbeda nyata terhadap kadar air briket yang dihasilkan pada taraf $\alpha = 5\%$ (Lampiran 2), sehingga dilakukan uji lanjutan menggunakan DNMRT. Hasil pengujian kadar air disajikan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Tabel Dua Arah Nilai Rata-Rata Kadar Air (%) Briket

Perlakuan	Konsentrasi Perekat \pm SD		
	B1(9%)	B2(12%)	B3(15%)
A1(Tapioka)	8,43 \pm 0,14 ^{Ba}	9,22 \pm 0,09 ^{Bb}	11,85 \pm 0,10 ^{Bc}
A2(Arpus)	3,17 \pm 0,25 ^{Aa}	3,68 \pm 0,03 ^{Ab}	4,25 \pm 0,09 ^{Ac}
A3(Lateks)	3,27 \pm 0,15 ^{Aa}	3,77 \pm 0,15 ^{Ab}	4,33 \pm 0,15 ^{Ac}
KK = 2,4%			

Ket: Angka-angka pada superskrip dan baris yang sama diikuti oleh huruf kapital dan kecil yang tidak sama berbeda nyata pada taraf nyata 5% DNMRT. SD = Standar Deviasi, KK = Koefesien Keragaman.

Tabel 2 menunjukkan kadar air tertinggi pada penelitian ini yaitu 11,85% terdapat pada perlakuan A1B3 perekat tapioka dengan konsentrasi 15%, sedangkan kadar air terendah yaitu 3,17% terdapat pada perlakuan A2B1 perekat arpus dengan konsentrasi 9%. Kadar air terbaik briket dari kulit buah nipah dengan perekat tapioka sebesar 8,66%. Pada penelitian menghasilkan kadar air terbaik briket dari cangkang kelapa sawit dengan perekat arpus sebesar 5,5%. Penelitian yang menghasilkan kadar air terbaik briket dari cangkang buah karet dengan perekat lateks sebesar 3,13%. Hal ini menunjukkan bahwa kadar air yang dihasilkan tidak jauh berbeda dengan kadar air pada penelitian ini. Hasil kadar air semakin tinggi setiap peningkatan konsentrasi perekat pada setiap jenis perekat yang digunakan. Hal ini sejalan dengan penelitian yang menjelaskan bahwa penambahan konsentrasi perekat yang semakin tinggi menyebabkan nilai kadar air briket menjadi tinggi. Kualitas briket dipengaruhi oleh kadar air, semakin rendah kadar air pada briket, semakin tinggi nilai kalor yang dihasilkan. Kadar air tinggi memengaruhi nilai kalor yang dihasilkan karena energi yang dihasilkan sebagian besar akan digunakan dalam menguapkan air menyebabkan nilai kalor mengalami penurunan [13], [14], [15].

Jenis perekat juga mempengaruhi kadar air yang dihasilkan. Menyatakan kandungan air dalam briket ditentukan oleh jenis perekat yang digunakan, sehingga jenis perekat memiliki pengaruh besar terhadap kadar air yang dihasilkan. Kadar air akan mempengaruhi nyala api briket, semakin rendah kadar air akan menghasilkan nyala api yang semakin besar. Kadar air pada jenis perekat tapioka lebih tinggi dibandingkan dengan jenis perekat arpus dan lateks, hal ini dikarenakan perekat tapioka menggunakan air sebagai bahan pelarut pada pembuatannya dan memiliki sifat yang mudah menyerap air, sedangkan perekat arpus dan lateks tidak menggunakan air sebagai bahan pelarutnya sehingga kadar air perekat tapioka lebih tinggi dibandingkan dengan perekat arpus dan lateks. Hasil analisis kadar air jenis perekat arpus dan lateks telah memenuhi syarat mutu SNI 01-6235-2000 yaitu maksimal 8%, sedangkan pada perekat tapioka belum memenuhi syarat mutu briket karna melebihi dari 8%.

3.1.2. Kadar Abu

Kadar abu pada penelitian ini yaitu 13,47% - 20,70 %. Kadar abu tertinggi pada penelitian ini yaitu 20,70% terdapat pada perlakuan A1B3 perekat tapioka dengan konsentrasi 15%, sedangkan kadar abu terendah terendah yaitu 13,47% terdapat pada perlakuan A2B1 perekat arpus dengan konsentrasi 9%. Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa terdapat interaksi antara faktor A (jenis perekat) dengan faktor B (konsentrasi perekat). Jenis perekat dan konsentrasi perekat berbeda nyata terhadap kadar abu briket yang dihasilkan pada taraf $\alpha = 5\%$ (Lampiran 3), sehingga dilakukan uji lanjutan menggunakan DNMRT. Tabel dua arah nilai rata-rata kadar abu briket pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 3.



Tabel 3 . Tabel Dua Arah Nilai Rata-rata Kadar Abu (%) Briket

Perlakuan	Konsentrasi Perekat ± SD		
	B1(9%)	B2(12%)	B3(15%)
A1(Tapioka)	18,32 ± 0,03 ^{Ca}	19,81 ± 0,13 ^{Cb}	20,70 ± 0,19 ^{Cc}
A2(Arpus)	13,47 ± 0,07 ^{Aa}	14,02 ± 0,06 ^{Ab}	15,31 ± 0,10 ^{Ac}
A3(Lateks)	16,56 ± 0,09 ^{Ba}	17,66 ± 0,18 ^{Bb}	18,75 ± 0,18 ^{Bc}
KK = 0,7 %			

Ket: Angka-angka pada superskrip dan baris yang sama diikuti oleh huruf kapital dan kecil yang tidak sama berbeda nyata pada taraf nyata 5% DNMRT. SD = Standar Deviasi, KK = Koefesien Keragaman.

Kadar abu yang dihasilkan dapat terlihat adanya peningkatan nilai kadar abu pada setiap perlakuan, hal ini dipengaruhi oleh adanya penambahan konsentrasi perekat di setiap perlakuan. Penambahan konsentrasi perekat dapat mempengaruhi kadar abu briket yang menjadi semakin tinggi. Hasil penelitian terdahulu menunjukkan bahwa kadar abu briket dari kulit buah nipah yang menggunakan perekat tapioka berkisar sebesar 9,48%. Penelitian lain mengenai briket dari tandan kosong kelapa sawit (TKKS) dengan penggunaan perekat arpus menghasilkan kadar abu sebesar 13,26%. Sementara itu, briket yang dibuat dari daun dan batang tanaman nanas dengan perekat lateks menunjukkan kadar abu sebesar 14,35%. Nilai kadar abu yang diperoleh tersebut tidak jauh berbeda dengan kadar abu pada penelitian ini.

Kadar abu yang tinggi pada briket umumnya disebabkan oleh tingginya kandungan air yang digunakan sebagai bahan pelarut pada saat pencampuran perekat. Semakin tinggi konsentrasi perekat yang digunakan, maka kadar abu briket yang dihasilkan cenderung meningkat. Kadar abu yang tinggi dapat menyebabkan penurunan kualitas briket karena berpengaruh terhadap nilai kalor dan karakteristik pembakaran. Kandungan silita dalam abu dapat menurunkan nilai kalor briket, sementara kadar abu yang tinggi juga memengaruhi laju pembakaran dengan menghambat perpindahan panas dan difusi oksigen selama proses pembakaran pada permukaan briket, sehingga menyebabkan proses pembakaran berlangsung lebih lambat [16], [17].

Kandungan abu pada jenis perekat tidak berpengaruh signifikan terhadap kadar abu yang dihasilkan karena kandungan abu pada jenis perekat yang digunakan rendah. Perekat tapioka memiliki kandungan abu berkisar antara 0,5%-1,65%. Perekat arpus memiliki kandungan abu sebesar 0,02%-0,07%. Perekat lateks memiliki kandungan abu sebesar 0,33-0,65%. Analisis kadar abu yang didapat berkisar pada 13,47% - 20,70 % menunjukkan bahwa kadar abu briket dari sabut buah nipah dengan variasi jenis dan konsentrasi briket belum memenuhi syarat mutu SNI 01-6235-2000 yaitu maksimal 8%. Tingginya kadar abu pada penelitian ini disebabkan karena dalam proses pirolisis pengendalian bahan baku yang digunakan kurang optimal. Selain itu, tingginya kadar abu juga disebabkan oleh adanya bahan pengotor dalam bahan baku, yang mengakibatkan kandungan mineral arang menjadi tinggi, sehingga selama pembakaran, banyak abu yang tertinggal sebagai sisa [18], [19].

3.1.3. Kadar Zat Terbang

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa tidak terdapat interaksi antara jenis perekat dan konsentrasi perekat. jenis perekat (faktor A) berbeda nyata terhadap zat terbang briket, sedangkan konsentrasi perekat (faktor B) tidak berbeda nyata terhadap zat terbang yang dihasilkan pada taraf $\alpha = 5\%$. Tabel nilai rata-rata kadar zat terbang briket pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Tabel Nilai Rata-Rata Kadar Zat Terbang (%) Briket

Jenis Perekat	Zat Terbang ± SD
A1(Tapioka)	4,35 ± 0,52 ^a
A3(Lateks)	5,85 ± 0,78 ^b



A2(Arpus)	$6,13 \pm 0,76^b$
Konsentrasi perekat	
B1(9%)	$5,15 \pm 1,02$
B2(12%)	$5,51 \pm 0,80$
B3(15%)	$5,67 \pm 0,97$
KK = 9 %	

Ket : Angka-angka pada superskrip yang sama diikuti oleh huruf kecil yang tidak sama berbeda nyata pada taraf nyata 5% DNMRT. SD = Standar Deviasi, KK = Koefesien Keragaman.

Kadar zat terbang tertinggi berdasarkan jenis perekat pada penelitian ini sebesar 6,13% terdapat pada perlakuan A2 (perekat arpus), sedangkan kadar zat terbang terendah sebesar 4,35% terdapat pada perlakuan A1 (perekat tapioka). Berdasarkan variasi konsentrasi perekat, kadar zat terbang tertinggi sebesar 5,67% diperoleh pada perlakuan B3 (konsentrasi 15%), sementara kadar zat terbang terendah sebesar 5,15% terdapat pada perlakuan B1 (konsentrasi 9%). Tingginya kadar zat terbang pada perekat arpus disebabkan oleh kandungan hidrokarbon yang dimilikinya, sehingga meningkatkan daya uap pada briket yang dihasilkan [15].

Hasil penelitian terdahulu menunjukkan bahwa kadar zat terbang briket dari kulit buah nipah dapat mencapai 26,99%. Selain itu, briket dari limbah ampas kopi dengan penggunaan perekat arpus dilaporkan memiliki kadar zat terbang sebesar 15,80%, sedangkan briket dari arang kulit salak dengan perekat getah karet menghasilkan kadar zat terbang sebesar 6,27%. Temuan tersebut menunjukkan bahwa kadar zat terbang briket sangat dipengaruhi oleh jenis bahan baku dan perekat yang digunakan [17].

Kadar zat terbang yang dihasilkan menunjukkan kecenderungan meningkat seiring dengan penambahan konsentrasi perekat. Peningkatan ini disebabkan oleh semakin banyaknya zat-zat mudah menguap yang terkandung dalam perekat maupun bahan baku briket. Semakin tinggi jumlah perekat yang digunakan, maka kadar zat terbang yang dihasilkan juga semakin besar. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai kadar zat terbang yang diperoleh berkisar antara 4,35% hingga 6,13%, dan nilai tersebut telah memenuhi persyaratan mutu SNI 01-6235-2000, yaitu berada di bawah batas maksimum 15% [20], [21].

3.1.4. Kadar Karbon Terikat

Karbon terikat adalah komponen karbon (C) dalam briket, selain komponen air, abu dan zat menguap. Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa terdapat interaksi antara jenis perekat dan konsentrasi perekat. Jenis dan konsentrasi perekat berbeda nyata terhadap kadar karbon terikat briket yang dihasilkan pada taraf $\alpha = 5\%$, sehingga dilakukan uji lanjutan menggunakan DNMRT. Tabel dua arah nilai rata-rata karbon terikat briket pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Tabel Dua Arah Nilai Rata-Rata Kadar Karbon Terikat (%) Briket

Perlakuan	Konsentrasi Perekat \pm SD		
Jenis Perekat	B1(9%)	B2(12%)	B3(15%)
A1(Tapioka)	$68,76 \pm 0,87^{Aa}$	$66,43 \pm 0,32^{Ab}$	$62,77 \pm 0,64^{Ac}$
A2(Arpus)	$77,39 \pm 0,48^{Ca}$	$76,20 \pm 0,41^{Cb}$	$74,12 \pm 0,78^{Cc}$



A3(Lateks)	$74,52 \pm 0,14^{\text{Ba}}$	$72,70 \pm 0,26^{\text{Bb}}$	$70,90 \pm 1,08^{\text{Bc}}$
KK = 0,9 %			

Ket: Angka-angka pada superskrip dan baris yang sama diikuti oleh huruf kapital dan kecil yang tidak sama berbeda nyata pada taraf nyata 5% DNMRT. SD = Standar Deviasi, KK = Koefesien Keragaman

Tabel 5 menunjukkan kadar karbon terikat tertinggi pada penelitian ini yaitu 77,39% terdapat pada perlakuan A2B1 perekat arpus dengan konsentrasi 9%, sedangkan karbon terikat terendah terendah yaitu 62,77% terdapat pada perlakuan A1B3 perekat tapioka dengan konsentrasi 15%. Hasil kadar karbon terikat pada setiap perlakuan mengalami penurunan nilai karbon terikat, hal ini dipengaruhi oleh kadar zat terbang dan kadar abu. Apabila nilai karbon terikat briket tinggi maka kadar abu dan zat terbang juga rendah dan sebaliknya. Kadar abu dan zat terbang rendah akan memperoleh nilai karbon terikat yang tinggi. Analisis karbon terikat pada penelitian ini perlakuan A2B1 sudah memenuhi syarat mutu SNI 01-6235-2000 yaitu harus lebih dari 77 %, sedangkan untuk perlakuan yang lainnya belum memenuhi syarat mutu briket. Hal ini dikarenakan kadar abu yang diperoleh pada penelitian ini tinggi sehingga mempengaruhi nilai kadar karbon terikat yang dihasilkan menjadi rendah. Pada kadar abu yang tinggi menyebabkan kadar karbon terikat yang dihasilkan rendah [22].

3.1.5. Nilai Kalor

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa ada interaksi antara jenis perekat dengan konsentrasi perekat. Jenis perekat dan konsentrasi perekat berbeda nyata terhadap nilai kalor briket yang dihasilkan pada taraf $\alpha = 5\%$, sehingga dilakukan uji lanjutan menggunakan DNMRT. Tabel dua arah rata-rata nilai kalor briket pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Tabel Dua Arah Nilai Rata-Rata Nilai Kalor (kal/g) Briket

Perlakuan	Konsentrasi Perekat \pm SD		
Jenis Perekat	B1(9%)	B2(12%)	B3(15%)
A1(Tapioka)	$4133,07 \pm 11,67^{\text{Aa}}$	$3893,53 \pm 12,53^{\text{Ab}}$	$3626,58 \pm 13,49^{\text{Ac}}$
A2(Arpus)	$6059,67 \pm 7,92^{\text{Ca}}$	$6240,77 \pm 10,89^{\text{Cb}}$	$6426,42 \pm 11,17^{\text{Cc}}$
A3(Lateks)	$5685,18 \pm 10,94^{\text{Ba}}$	$5870,48 \pm 11,39^{\text{Bb}}$	$6054,50 \pm 13,12^{\text{Bc}}$
KK = 0,2 %			

Ket: Angka-angka pada superskrip dan baris yang sama diikuti oleh huruf kapital dan kecil yang tidak sama berbeda nyata pada taraf nyata 5% DNMRT. SD = Standar Deviasi, KK = Koefesien Keragaman.

Tabel 6 menunjukkan nilai kalor tertinggi pada penelitian ini yaitu 6409,75 kal/g terdapat pada perlakuan A2B3 perekat arpus dengan konsentrasi 15%, sedangkan nilai kalor terendah terendah yaitu 3662,25 kal/g terdapat pada perlakuan A1B3 perekat lateks dengan konsentrasi 15%. Hasil pengujian pada jenis perekat tapioka terjadi penurunan nilai kalor setiap peningkatan konsentrasi perekat. Penambahan bahan perekat dapat menurunkan nilai kalor briket karena sifat termoplastik perekat serta kandungan air yang relatif tinggi [23].

Proses saat pembakaran berlangsung, energi panas yang dihasilkan sebagian besar terlebih dahulu digunakan untuk menguapkan air yang terkandung dalam perekat. Proses ini mengakibatkan berkurangnya energi bersih yang tersedia untuk pembakaran bahan bakar utama, sehingga secara langsung menurunkan efisiensi termal dan nilai kalor briket yang dihasilkan. Pada perekat arpus dan lateks mengalami kenaikan nilai kalor pada setiap penambahan konsentrasi perekat. Hal itu disebabkan karena arpus memiliki kandungan karbon yang tinggi dan membantu meningkatkan kepadatan sehingga menghasilkan energi panas yang lebih besar yang dapat meningkatkan nilai kalor [24].



Perekat lateks juga mempunyai nilai kalor yang meningkat setiap penambahan perekat, hal itu disebabkan karena lateks memiliki kandungan karbon yang bisa meningkatkan energi pembakaran sehingga dapat meningkatkan nilai kalor yang diperoleh. Konsentrasi lateks yang tinggi dalam briket akan semakin banyak juga karbon yang bisa digunakan dalam pembakaran sehingga meningkatkan nilai kalor yang dihasilkan [25].

Jenis perekat arpus menghasilkan nilai kalor yang lebih tinggi dari jenis perekat tapioka dan lateks. Nilai kalor arpus lebih besar dari tapioka karena kandungan hidrokarbonya yang lebih banyak, sehingga menghasilkan daya uap yang lebih tinggi dan mempermudah pembakaran [26]. Analisis nilai kalor pada penelitian ini jenis perekat arpus dan lateks sudah memenuhi syarat mutu SNI 01-6235-2000 yaitu harus lebih dari 5000 kal/g. Sedangkan untuk perekat tapioka belum memenuhi syarat mutu karena kurang dari 5000 kal/g. Hal itu disebabkan karena kadar air dan kadar abu yang dihasilkan cukup tinggi sehingga mempengaruhi nilai kalor yang dihasilkan. Menurut Novrizal *et al.* (2018) menyatakan kadar air dan kadar abu mempengaruhi nilai kalor briket, semakin tinggi kadar abu dan kadar air maka nilai kalor briket juga menjadi lebih rendah.

3.1.6. Nyala Api

Pengujian nyala api digunakan untuk mengukur waktu pembakaran briket sampai menjadi abu. Uji nyala api dikerjakan dengan membakar briket diatas spiritus sampai briket menyala. Pengujian nyala api ini meliputi waktu awal briket mulai menyala (*self burning time*) dan waktu briket habis terbakar mulai dari menyala (*burning time*).

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa terdapat interaksi antara jenis perekat dan konsentrasi perekat. Jenis dan konsentrasi perekat berbeda nyata terhadap *self burning time* dan *burning time* briket yang dihasilkan pada taraf $\alpha = 5\%$, sehingga dilakukan uji lanjutan menggunakan DNMRT. Tabel dua arah nilai rata-rata *self burning time* briket dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Tabel Dua Arah Nilai Rata-rata *Self Burning Time* (Menit) Briket

Perlakuan	Konsentrasi Perekat \pm SD		
Jenis Perekat	B1(9%)	B2(12%)	B3(15%)
A1(Tapioka)	$8,28 \pm 0,23^{\text{Ca}}$	$9,53 \pm 0,15^{\text{Cb}}$	$10,63 \pm 0,15^{\text{Cc}}$
A2(Arus)	$5,05 \pm 0,10^{\text{Aa}}$	$5,77 \pm 0,16^{\text{Ab}}$	$6,20 \pm 0,13^{\text{Ac}}$
A3(Lateks)	$5,47 \pm 0,15^{\text{Ba}}$	$6,37 \pm 0,28^{\text{Bb}}$	$6,70 \pm 0,25^{\text{Bc}}$

KK = 2,6 %

Ket: Angka-angka pada superskrip dan baris yang sama diikuti oleh huruf kapital dan kecil yang tidak sama berbeda nyata pada taraf nyata 5% DNMRT. SD = Standar Deviasi, KK = Koefesien Keragaman.

Tabel 7 hasil uji nyala api dapat dilihat *self burning time* tercepat terdapat pada perlakuan A2B1 perekat arpus dengan konsentrasi 9% yaitu 5,05 menit, sedangkan *self burning time* terlama pada perlakuan A1B3 perekat tapioka dengan konsentrasi 15%. Pada *burning time* tercepat terdapat pada perlakuan A3B1 perekat lateks dengan konsentrasi 9% yaitu 102,30 menit, sedangkan *burning time* terlama terdapat pada perlakuan A1B3 perekat tapioka dengan konsentrasi 15% yaitu 135,95 menit. Hasil uji pada *self burning time* mengalami peningkatan waktu setiap penambahan konsentrasi perekat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan konsentrasi perekat menyebabkan semakin lamanya waktu awal briket terbakar (*self burning time*) [27], [28]. Waktu awal briket terbakar yang semakin lama mengindikasikan bahwa kualitas briket yang dihasilkan cenderung kurang baik. Perekat tapioka menunjukkan waktu awal briket menyala yang lebih lama dibandingkan dengan perekat arpus dan lateks, yang disebabkan oleh tingginya kadar air yang terkandung



dalam perekat tapioka. Selain itu, kadar karbon dalam briket juga berpengaruh terhadap kecepatan nyala, di mana briket dengan kandungan karbon yang lebih rendah cenderung membutuhkan waktu lebih lama untuk menyala. Nilai rata-rata *burning time* briket berdasarkan perlakuan dua arah disajikan pada Tabel 8.

Tabel 8. Tabel Dua Arah Nilai Rata-rata- *Burning Time* (Menit) Briket

Perlakuan	Konsentrasi Perekat ± SD		
Jenis Perekat	B1(9%)	B2(12%)	B3(15%)
A1(Tapioka)	117,45 ± 2,23 ^{Ba}	127,55 ± 1,60 ^{Bb}	137,08 ± 2,70 ^{Bc}
A2(Arpus)	116,28 ± 2,06 ^{Ba}	131,48 ± 2,81 ^{Bb}	135,95 ± 1,61 ^{Bc}
A3(Lateks)	102,30 ± 2,50 ^{Ca}	104,15 ± 3,60 ^{Cb}	110,37 ± 2,76 ^{Cc}

KK = 2,1 %

Ket: Angka-angka pada superskrip dan baris yang sama diikuti oleh huruf kapital dan kecil yang tidak sama berbeda nyata pada taraf nyata 5% DNMRT. SD = Standar Deviasi, KK = Koefesien Keragaman.

Berdasarkan hasil uji *burning time* pada Tabel 8, terlihat bahwa waktu pembakaran briket cenderung meningkat seiring dengan peningkatan konsentrasi perekat. Peningkatan konsentrasi pada perekat tapioka menyebabkan nyala api menjadi lebih lambat, yang berkaitan dengan tingginya kadar air pada perekat tersebut. Kadar air yang tinggi berpengaruh terhadap rendahnya nilai kalor dan laju pembakaran, sehingga proses penyalaan briket menjadi lebih lambat.

Pada perekat arpus, peningkatan konsentrasi perekat menyebabkan nyala api briket menjadi lebih kuat dan berlangsung lebih lama. Hal ini disebabkan oleh kandungan hidrokarbon pada perekat arpus serta sifatnya yang tidak termoplastik, sehingga karakter pembakarannya berbeda dibandingkan dengan perekat tapioka. Sementara itu, pada perekat lateks, penambahan konsentrasi perekat juga menyebabkan peningkatan waktu bakar briket. Kondisi ini terjadi karena konsentrasi perekat yang semakin tinggi membuat struktur briket menjadi lebih padat, sehingga proses pembakaran berlangsung lebih lambat dan kurang efisien. Selain itu, lamanya waktu pembakaran juga dipengaruhi oleh abu hasil pembakaran yang masih melekat kuat pada permukaan briket, sehingga menghambat aliran udara masuk, memperlambat proses pembakaran, dan menyebabkan penurunan suhu briket [29], [30].

3.1.7. Densitas

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa tidak terdapat interaksi antara jenis perekat dan konsentrasi perekat. Jenis dan konsentrasi perekat berbeda nyata terhadap nilai densitas yang dihasilkan pada taraf $\alpha = 5\%$. Tabel nilai rata-rata densitas briket pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Tabel Nilai Rata-Rata Densitas (g/cm^3) Briket

Jenis Perekat	Densitas (g/cm^3) ± SD
A1(Tapioka)	0,409 ± 0,012 ^a
A3(Lateks)	0,416 ± 0,002 ^b
A2(Arpus)	0,430 ± 0,002 ^c
Konsentrasi perekat	



B1(9%)	0,413 ± 0,015
B2(12%)	0,419 ± 0,010
B3(15%)	0,424 ± 0,008
KK = 1,6 %	

Ket : Angka-angka pada superskrip yang sama diikuti oleh huruf kecil yang tidak sama berbeda nyata pada taraf nyata 5% DNMRT. SD = Standar Deviasi, KK = Koefesien Keragaman.

Tabel 9 menunjukkan densitas jenis perekat tertinggi didapatkan pada perlakuan A2 yaitu $0,430 \text{ g/cm}^3$, sedangkan densitas terendah pada perlakuan A1 yaitu $0,409 \text{ g/cm}^3$. Densitas konsentrasi perekat tertinggi diperoleh pada perlakuan B3 yaitu $0,424 \text{ g/cm}^3$, sedangkan densitas terendah diperoleh pada perlakuan B1 yaitu $0,413 \text{ g/cm}^3$. Hasil densitas terdapat adanya kenaikan nilai densitas seiring dengan peningkatan konsentrasi perekat. Semakin banyak konsentrasi perekat nilai densitas juga menjadi lebih tinggi. Hal ini dikarenakan konsentrasi perekat yang semakin tinggi mengakibatkan ikatan antar partikel yang ada dalam briket semakin kuat dan menyebabkan kerapatan juga meningkat [31].

Hasil penelitian terdahulu menunjukkan bahwa nilai densitas briket dari kulit buah nipah dengan penggunaan perekat tepung tapioka mencapai $0,38 \text{ g/cm}^3$. Briket dari kulit pinang yang menggunakan perekat arpus menghasilkan nilai densitas sebesar $0,599 \text{ g/cm}^3$, sedangkan briket dari cangkang buah karet memiliki nilai densitas sebesar $0,49 \text{ g/cm}^3$. Nilai densitas tersebut menunjukkan kecenderungan yang tidak jauh berbeda dengan densitas yang diperoleh pada penelitian ini [32].

Densitas briket yang tinggi menunjukkan bahwa ikatan antarpartikel arang semakin padu dan kokoh, sehingga menghasilkan tekstur briket yang lebih kuat. Ukuran partikel yang lebih kecil dapat memperluas ikatan antarserbusk dan meningkatkan kerapatan briket. Namun demikian, densitas yang tinggi cenderung menyebabkan laju pembakaran menjadi lebih lambat karena struktur briket yang lebih padat menghambat masuknya udara ke dalam bahan, sehingga proses pembakaran tidak berlangsung secara optimal.

3.1.8. Kuat Tekan

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa terdapat interaksi antara jenis perekat dan konsentrasi perekat. Jenis dan konsentrasi perekat berbeda nyata terhadap kuat tekan briket yang dihasilkan pada taraf $\alpha = 5\%$, sehingga dilakukan uji lanjutan menggunakan DNMRT. Tabel dua arah nilai rata-rata densitas briket pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Tabel Dua Arah Nilai Rata-rata Kuat Tekan (kg/cm^2) Briket

Perlakuan	Konsentrasi Perekat		
Jenis Perekat	B1(9%)	B2(12%)	B3(15%)
A1(Tapioka)	$4,72 \pm 0,21^{\text{Ca}}$	$6,34 \pm 0,17^{\text{Cb}}$	$6,84 \pm 0,15^{\text{Cc}}$
A2(Arus)	$4,63 \pm 0,18^{\text{Ba}}$	$5,80 \pm 0,17^{\text{Bb}}$	$6,51 \pm 0,21^{\text{Bc}}$
A3(Lateks)	$4,73 \pm 0,18^{\text{Aa}}$	$5,07 \pm 0,07^{\text{Ab}}$	$5,83 \pm 0,16^{\text{Ac}}$
KK = 3,1 %			



Ket: Angka-angka pada superskrip dan baris yang sama diikuti oleh huruf kapital dan kecil yang tidak sama berbeda nyata pada taraf nyata 5% DNMRT. SD = Standar Deviasi, KK = Koefesien Keragaman.

Tabel 10 menunjukkan bahwa kuat tekan tertinggi didapatkan pada perlakuan A1B3 perekat tapioka dengan konsentrasi 15% yaitu 6,84 kg/cm², sedangkan nilai kuat tekan terendah diperoleh pada perlakuan A2B1 perekat tapioka yaitu 4,63 kg/cm². Penelitian Faujiah menghasilkan kuat tekan briket terbaik dari kulit buah nipah sebesar 5,11 kg/cm². Kuat tekan briket dari limbah pengolahan rumput sebesar 5,76 kg/cm². Hal ini menunjukkan bahwa kuat tekan yang dihasilkan tidak jauh berbeda dengan kuat tekan pada penelitian ini. Kuat tekan yang dihasilkan semakin meningkat seiring dengan kenaikan konsentrasi perekat, semakin tinggi konsentrasi perekat maka kuat tekan briket juga semakin tinggi.

Peningkatan konsentrasi perekat cenderung meningkatkan kekuatan pecah briket. Hal ini disebabkan oleh semakin besarnya daya ikat antar partikel bahan seiring bertambahnya jumlah perekat yang digunakan. Perekat tapioka memperoleh nilai kuat tekan yang lebih tinggi dari perekat arpus maupun lateks. Hal ini dikarenakan perekat tapioka memiliki sifat yang lebih efektif dalam mengikat partikel-partikel bahan baku briket dan membentuk perekat kuat saat dipanaskan. Sifat perekat tepung tapioka yang kuat memungkinkan briket untuk mempertahankan bentuk dan strukturnya, bahkan saat terkena tekanan atau benturan [24].

3.2. Rekapitulasi Hasil Penelitian

Penentuan perlakuan terbaik ditentukan berdasarkan analisis oleh peneliti dengan mempertimbangkan masing-masing pengujian dan tujuan dari penelitian. Penentuan perlakuan terbaik dilakukan dengan membandingkan sesuai dengan SNI briket 01-6235-2000. Data rekapitulasi hasil uji penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 13.

Tabel 11. Rekapitulasi Hasil Penelitian

	Kadar (%)	Air	Kadar (%)	Abu	Zat (%)	Terbang	Karbon (%)	Terikat	Nilai (kal/g)	Kalor	Densitas (g/cm ³)	Kuat (kg/cm ²)	Tekan
A1B													
1	8,43		18,32		3,82		68,76		4133,07		0,397		4,72
A1B													
2	9,22		19,81		4,54		66,43		3893,53		0,409		6,34
A1B													
3	11,85		20,70		4,68		62,77		3626,58		0,421		6,84
A2B													
1	3,17		13,47		5,97		77,39		6059,67		0,428		4,63
A2B													
2	3,70		14,02		6,10		76,20		6240,77		0,431		5,80
A2B													
3	4,25		15,31		6,35		74,12		6426,42		0,432		6,51
A3B													
1	3,27		16,56		5,65		74,52		5685,18		0,414		4,73
A3B													
2	3,77		17,66		5,87		72,70		5870,48		0,417		5,07
A3B													
3	4,33		18,75		6,01		70,90		6054,50		0,419		5,83
SNI	≤ 8		≤ 8		≤ 15		≥ 77		≥ 5000		-		-



3.3. Analisis Break Event Point (BEP)

Perhitungan BEP yang digunakan pada penelitian ini merupakan perlakuan terbaik yaitu perlakuan A2B1 (perekat arpus konsentrasi 9 %). Total biaya produksi dapat dilihat pada Tabel 12.

Tabel 12. Total Biaya Produksi Briket

Biaya Produksi per Bulan	Harga (Rp)
Komponen	
1. Biaya Tetap	
a. Biaya penyusutan Gedung	Rp 1.083.333
b. Biaya penyusutan alat dan mesin	Rp 30.000
c. Biaya pemasaran	Rp 250.000
Sub Total (Biaya Tetap)	Rp 1.363.333
2. Biaya Variabel (Biaya Tidak Tetap)	
a. Biaya bahan baku	Rp 5.040.000
b. Biaya tenaga kerja	Rp 3.600.000
c. Biaya air	Rp 125.000
d. Biaya listrik	Rp 300.000
Sub Total (Biaya Tidak Tetap)	Rp 9.065.000
Grand Total	Rp 10.428.333

Diketahui bahwa berat 1 psc briket adalah 43,96 gram, dalam satu kali produksi menghasilkan 9kg (1kg = 23 pcs) briket sehingga diperoleh 207 pcs per satu kali produksi atau setara dengan 9.000 gram. Perhitungan penetapan harga jual produk dapat dilihat pada Tabel 13.

Tabel 13. Harga Jual Briket

Harga Jual	Briket
Total Biaya Produksi	Rp 10.428.333/bulan
Biaya 1 unit	Rp 2099/pcs
Total Produksi	4.968 / pcs
Harga Jual (Biaya per unit) + (50% x biaya produksi per unit)	Rp 3.149 / pcs

3.4. Analisis Break Event Point (BEP) Produksi Briket

Pendekatan yang digunakan untuk menentukan titik impas dapat dilakukan dengan teknik persamaan. Hal ini dilakukan dengan menggunakan rumus matematis untuk mencari titik impas dengan menyamakan total pendapatan dengan total biaya (biaya tetap dan biaya variabel). Titik impas tercapai ketika pendapatan sama dengan jumlah biaya yang dikeluarkan. Ada dua cara pendekatan dalam menghitung break-even point (BEP), yaitu pendekatan berdasarkan unit dan pendekatan berdasarkan rupiah. Berikut ini adalah perhitungan BEP dalam unit dan BEP dalam rupiah untuk produksi biobriket.

Biaya Variable (CV):

$$VC = "Rp\ 9.065.000" / "4.968\ kemasan/bulan"$$

$$= Rp\ 1.824,67$$

BEP dalam pcs:

$$BEP = "FC" / "P-VC"$$



$$= ("Rp\ 1.363.\ "33\) / "Rp\ 3.487/pcs - Rp\ 1.824,67/pcs "$$

$$= 1.029,45 \text{ pcs/bulan}$$

Keterangan:

BEP = Break Even Point (pcs)

VC = Biaya Variabel per kemasan(Rp)

FC = Biaya Tetap (Rp/pcs)

P = Harga Jual (Rp/pcs)

Berdasarkan perhitungan di atas didapatkan nilai BEP adalah sebesar 1.029,45 pcs/bulan yang berarti perusahaan akan mencapai titik impas ketika perusahaan dapat menjual produk biobriket sebanyak 1.029,45 pcs/bulan.

Produk yang dihasilkan = Total produksi perbulan x Jumlah unit per produksi

$$= 24 \times 207 \text{ pcs/produksi}$$

$$= 4.968 \text{ pcs/bulan}$$

Perhitungan laba kotor sebagai berikut:

Laba kotor = Harga jual per unit x Total produk yang dihasilkan per bulan

$$= Rp\ 3.149/\text{pcs} \times 4.968 \text{ pcs/bulan}$$

$$= Rp\ 15.644.232/\text{bulan}$$

Jadi, laba kotor yang didapatkan jika mampu menjual produk sebanyak 4.968 dalam satu bulan adalah sebesar Rp 15.644.232

Perhitungan laba bersih sebagai berikut:

Laba bersih = Laba kotor per bulan – Biaya tetap per bulan - Biaya variabel per bulan

$$= Rp\ 15.644.232 - Rp\ 1.363.333 - Rp\ 9.065.000$$

$$= Rp\ 5.215.899$$

Jadi, laba bersih yang didapatkan perusahaan jika mampu menjual produk sebanyak 8.736 pcs dalam satu bulan adalah sebesar Rp 5.215.899.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dalam pembuatan briket dari sabut buah nipah dengan variasi perekat dan konsentrasi perekat dapat disimpulkan bahwa:

1. Terdapat interaksi antara jenis perekat dan konsentrasi perekat terhadap kadar air, kadar abu, karbon terikat, nilai kalor, nyala api (*self burning time* dan *burning time*), dan kuat tekan, sedangkan pada zat terbang dan densitas tidak terdapat adanya interaksi antara jenis perekat dan konsentrasi perekat.
2. Jenis perekat berbeda nyata terhadap kadar air, kadar abu, zat terbang, karbon terikat, nilai kalor, nyala api (*self burning time* dan *burning time*), densitas dan kuat tekan. Konsentrasi perekat berbeda nyata terhadap kadar air, kadar abu, karbon terikat, nilai kalor, nyala api (*self burning time* dan *burning time*), densitas dan kuat tekan, sedangkan pada zat terbang tidak berbeda nyata terhadap kadar zat terbang yang dihasilkan.
3. Perhitungan nilai BEP dihitung berdasarkan analisis perlakuan terbaik yaitu perlakuan A2B1 (perekat arpus konsentrasi 9%). Berdasarkan hasil perhitungan pada penelitian ini untuk mencapai titik impas harus memproduksi briket sebanyak 1.029,45 pcs/bulan. Hasil perhitungan produksi perbulan briket diperoleh 4968 pcs dan hasil produksi briket perbulan memperoleh keuntungan sebesar Rp 5.215.899.



5. Referensi

- [1] S. Munawaroh, R. Sirait, and E. Jumiati, "Karakteristik Sifat Fisika dan Kimia terhadap Pembuatan Briket Arang Kulit Salak dengan Penambahan Perekat Getah Karet," *Jurnal Fisika Unand*, vol. 13, no. 3, pp. 358–364, May 2024, doi: 10.25077/jfu.13.3.358-364.2024.
- [2] M. F. Mahdie, A. Rahmadi, N. M. Sari, K. Nisa, M. Mirna, and M. Rizki, "Briket Arang Aromaterapi Akar Wangi dari Limbah Tempurung Kelapa, Sekam Padi dan Plastik LDPE Berdasarkan Rasio Ukuran Partikel dan Getah Damar," *Jurnal Hutan Tropis*, vol. 12, no. 1, p. 125, Mar. 2024, doi: 10.20527/jht.v12i1.19032.
- [3] M. D. Fadlurrahman, L. Widiyanti, E. Erlinawati, I. Rusnadi, and I. Pratiwi, "Pengaruh Variasi Massa Tempurung Kelapa dan Waktu Karbonisasi terhadap Kualitas Arang," *Jurnal Redoks*, vol. 9, no. 2, pp. 205–212, Nov. 2024, doi: 10.31851/redoks.v9i2.16821.
- [4] R. A. Murda, M. Wahyuningrum, R. A. Zahra, and S. Maulana, "Karakteristik Biobriket Arang Campuran Limbah Batang Singkong dan Kayu Kaliandra pada Berbagai Variasi Komposisi," *Jurnal Media Informatika*, vol. 6, no. 3, pp. 2260–2167, Jul. 2025, doi: 10.55338/JUMIN.V6I3.6583.
- [5] F. Junianti, S. Diana, A. Ramdhani, R. I. Lestari, I. P. A. Assagaf, and D. Ranggina, "Pembuatan Briket dengan Variasi Ukuran Partikel Cangkang Kelapa Sawit (CKS) dan Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS)," *Majamecha*, vol. 6, no. 1, pp. 169–179, Jun. 2024, doi: 10.36815/majamecha.v6i1.3297.
- [6] M. Akbar, J. Jalaluddin, F. Faisal, S. Suryati, and M. Muhammad, "Pembuatan Briket dari Sabut Kelapa Kombinasi Sabut Pinang dengan Perekat Tepung Tapioka sebagai Bahan Bakar Alternatif," *Chemical Engineering Journal Storage (CEJS)*, vol. 5, no. 04, pp. 423–434, Aug. 2025, doi: 10.29103/cejs.v5i04.19153.
- [7] R. Napitupulu, R. J. Pratama, and Y. Dharta, "Analisis Pengaruh Konsentrasi Perekat Tepung Tapioka terhadap Pengurangan Kadar Abu pada Briket Tempurung Kelapa," *J Teknol*, vol. 25, no. 1, p. 20, Apr. 2025, doi: 10.30811/teknologi.v25i1.6258.
- [8] F. A. Barus *et al.*, "Pembuatan Briket Arang dari Tempurung Kelapa Sebagai Alternatif Bahan Bakar di Desa Danau Sijabut Kabupaten Asahan," *DEDIKASI Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, vol. 2, no. 1, pp. 1–8, Apr. 2024, Accessed: Dec. 29, 2025. [Online]. Available: <https://www.ejurnal.itsi.ac.id/index.php/JAD/article/view/219>
- [9] E. Y. Wulandari and H. Matlubah, "Studi Literatur: Potensi Tumbuhan Nipah (*Nypa Fruticans*) Sebagai Sumber Belajar IPA," *PESHUM : Jurnal Pendidikan, Sosial dan Humaniora*, vol. 4, no. 4, pp. 5472–5492, Jun. 2025, doi: 10.56799/peshum.v4i4.9175.
- [10] S. Suriyani, E. Indrawati, and N. A. Umar, "Pengaruh Pemberian Arang Aktif Buah Nipah dalam Mengabsorpsi Logam Berat Timbal pada Air Tambak Wilayah Kantisang, Makassar," *Journal of Aquaculture and Environment*, vol. 7, no. 2, pp. 85–89, Jun. 2025, doi: 10.35965/jae.v7i2.5946.
- [11] M. D. Ilhami, T. Bustami, M. S. Hartati, and R. Rahmi, "Pemanfaatan Sampah Plastik Sebagai Kerajinan Tangan di Kelurahan Pagar Dewa Kota Bengkulu," *Jurnal Gerakan Mengabdi untuk Negeri*, vol. 2, no. 1, pp. 1–6, Feb. 2024, doi: 10.37729/gemari.v2i1.4121.
- [12] Z. Lutfiya and Zainab, "Pemanfaatan Limbah Rumah Tangga Menjadi Kerajinan Tangan," *Indonesia Berdampak: Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat*, vol. 1, no. 1, p. 7, May 2025, doi: 10.63822/2NE36S30.
- [13] L. Fitria, R. Mulyawan, and I. Ishak, "Pemanfaatan Limbah Cangkang Kelapa Sawit Sebagai Pembuatan Briket Dengan Perekat Tepung Singkong , " in *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia Universitas Malikussaleh*, 2024. Accessed: Dec. 29, 2025. [Online]. Available: <https://proceedings.unimal.ac.id/sntk/article/view/944>
- [14] E. H. Alfarizi, F. I. Abdi, A. M. Sakti, A. N. F. Ganda, and A. M. Sakti, "Studi Karakteristik Briket Arang Sabut Kelapa dengan Variasi Komposisi Menggunakan Mesin Screw Extruder," *Jurnal Rekayasa Mesin*, vol. 10, no. 1, pp. 462–469, Jul. 2025, doi: 10.26740/JRM.V10I01.67067.



- [15] S. Wulandari, R. Fernandez, F. Yuwita, and G. Sidik, "Analisis Briket Arang Kulit Kopi Robusta dengan Variasi Kosentrasi Perekat Tepung Tapioka sebagai Bahan Bakar Alternatif," *Agroteknika*, vol. 8, no. 2, pp. 263–275, Jun. 2025, doi: 10.55043/AGROTEKNIKA.V8I2.511.
- [16] Muh. I. Ismail, A. Ruswanto, and M. P. Bimantio, "Pembuatan Biobriket Kombinasi Daun Pinus dan Eceng Gondok dengan Variasi Konsentrasi Perekat Getah Karet," *AGROFORETECH*, vol. 3, no. 1, pp. 365–374, 2025, Accessed: Dec. 29, 2025. [Online]. Available: <https://jurnal.instiperjogja.ac.id/index.php/JOM/article/view/1772>
- [17] N. Komari, A. Rahmadi, and Samsul Hadi, "Determination of Protein Content Protein from Various Growing Places of Pineapple (*Ananas comosus Merr.*)," *JURAGAN - Jurnal Agroteknologi*, vol. 2, no. 1, pp. 28–33, Aug. 2024, doi: 10.58794/juragan.v2i1.828.
- [18] F. Yasinta, S. A. Zahra, H. Budiaستuti, and T. Taufiqurohim, "Pengaruh Variasi Komposisi dan Ukuran Partikel terhadap Kualitas Briket Tempurung Kelapa dan Cangkang Kemiri," *Chemical Engineering Journal Storage (CEJS)*, vol. 5, no. 05, pp. 837–852, Oct. 2025, doi: 10.29103/cejs.v5i05.22969.
- [19] H. Hadisantono, T. B. Hanandaka, P. K. Dewa, and J. J. Emiton, "Usulan Peningkatan Kualitas Produk Briket Arang Kelapa," *Jurnal Teknik Industri dan Manajemen Rekayasa*, vol. 2, no. 1, pp. 25–39, Jun. 2024, doi: 10.24002/jtimr.v2i1.9187.
- [20] H. Yaqinnas, M. Muhammad, Z. Zulnazri, A. Muarif, and R. Ulfa, "Pemanfaatan Limbah Tempurung Kelapa Menjadi Briket Arang dengan Menggunakan Perekat Tepung Durian," *Chemical Engineering Journal Storage (CEJS)*, vol. 5, no. 05, pp. 887–896, Oct. 2025, doi: 10.29103/cejs.v5i05.19491.
- [21] F. T. Wulandari and D. Lestari, "Analisis Kelayakan Limbah Serbuk Kayu dan Tempurung Kelapa sebagai Bahan Baku Briket Arang," *Kappa Journal*, vol. 9, no. 1, pp. 7–12, Mar. 2025, doi: 10.29408/kpj.v9i1.29268.
- [22] E. Permana et al., "Biobriket Pelepas Sawit di Desa Ibru sebagai Alternatif Energi Baru Terbarukan," *BERBAKTI: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, vol. 1, no. 04, pp. 138–144, Apr. 2025, Accessed: Dec. 29, 2025. [Online]. Available: <http://jurnal.mifandimandiri.com/index.php/berbakti/article/view/104>
- [23] A. R. Pratama, P. Subekti, and S. Anwar, "Pengaruh Tepung Tapioka Sebagai Bahan Perekat terhadap Waktu Pembakaran Briket dari Tandan Kosong Kelapa Sawit," *ENOTEK : Jurnal Energi dan Inovasi Teknologi*, vol. 4, no. 02, pp. 83–86, Apr. 2025, Accessed: Dec. 29, 2025. [Online]. Available: <https://journal.upp.ac.id/index.php/Enoteck/article/view/3184>
- [24] J. F. Nugraha, W. Wagiman, and J. M. Wikarta, "Optimisation of Biobriquette Production Enriched with Burning Lighter Materials," *Agro Bali : Agricultural Journal*, vol. 8, no. 3, pp. 740–752, Nov. 2025, doi: 10.37637/ab.v8i3.2423.
- [25] J. M. Tampubolon, S. Sarono, and A. Analianasari, "Pemanfaatan Limbah Tanam Jamur Merang Bermedia Tandan Kosong Kelapa Sawit dan Pelepas Sawit sebagai Briket Energi Terbarukan," *Prosiding Seminar Nasional Pembangunan dan Pendidikan Vokasi Pertanian*, vol. 5, no. 1, pp. 928–933, Oct. 2024, doi: 10.47687/snppvp.v5i1.1169.
- [26] T. Ningsih, I. Pransiska, H. Prayitno, and G. Giyanto, "Pembuatan Pupuk Organik Cair dari Limbah Buah dan Sayur dengan Penambahan Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit," *Tabela Jurnal Pertanian Berkelanjutan*, vol. 2, no. 2, pp. 77–83, Aug. 2024, doi: 10.56211/tabela.v2i2.579.
- [27] L. D. A. Bin Laday, D. Wulandari, F. I. Abdi, and D. Riandadari, "Pengaruh Komposisi Jenis Perekat Arpus dan Tepung Beras terhadap Karakteristik Briket Bioarang Sebagai Bahan Bakar Alternatif," *Jurnal Rekayasa Mesin*, vol. 9, no. 01, pp. 271–276, Apr. 2024, doi: 10.26740/jrm.v9i01.59612.
- [28] A. N. C. Labibah, G. K. Q. Yuliono, D. N. Chairunniza, T. P. Nurrohman, and D. O. Radianto, "Upaya Pemanfaatan Limbah Kelapa Sawit," *JOURNAL SAINS STUDENT RESEARCH*, vol. 2, no. 2, pp. 148–153, Apr. 2024, doi: 10.61722/JSSR.V2I2.1187.



- [29] A. Annas Mufti, M. Akram, Y. Lisafitri, and E. Kurnianingtyas, "Analisis Variasi Jenis Perekat Tetes Tebu dan Tepung Tapioka Pada Pemanfaatan Limbah Ampas Tebu Menjadi Briket," *Al-Ard: Jurnal Teknik Lingkungan*, vol. 9, no. 2, pp. 71–77, May 2024, doi: 10.29080/ALARD.V9I2.1857.
- [30] E. Wahyudi, B. Setyawan, and A. U. Utami, "Pengaruh Komposisi Perekat terhadap Kualitas Briket Sekam Kopi : The Effect of Adhesive Composition on The Quality of Coffee husk Brikets," *JURNAL TEKNOLOGI PANGAN DAN ILMU PERTANIAN (JIPANG)*, vol. 6, no. 1, pp. 20–27, Mar. 2024, doi: 10.47219/ATH.V6I1.116.
- [31] P. Purwaningsih, E. W. Saragih, and B. Santoso, "Diseminasi Pemanfaatan Limbah Pelepah Kelapa Sawit dan Kotoran Sapi menjadi Briket Arang sebagai Bahan Bakar Alternatif di Kampung Majemus Distrik Masni Kabupaten Manokwari," *Jurnal ABINUS : Jurnal Pengabdian Nusantara*, vol. 8, no. 1, pp. 172–183, Jan. 2024, doi: 10.29407/ja.v8i1.19031.
- [32] D. N. Saputra, A. I. Ritonga, K. Kastilon, R. Reflis, and S. P. Utama, "Peran Kemitraan Masyarakat dan Perusahaan Kelapa Sawit dalam Pengelolaan Limbah serta Implikasinya pada Kesehatan Lingkungan: Sebuah Telaah Pustaka," *INSOLOGI: Jurnal Sains dan Teknologi*, vol. 3, no. 3, pp. 325–332, Jun. 2024, doi: 10.55123/insologi.v3i3.3589.