



**PENGARUH PERBANDINGAN KOMPOSISI BRIKET DARI ARANG  
SERBUK GERGAJI KAYU DAN CANGKANG SAWIT DENGAN  
PEREKAT MOLASE TERHADAP KADAR AIR, KADAR ABU, LAJU  
PEMBAKARAN DAN NILAI KALOR BRIKET**

**M. Fahrur Rozi, Jalaluddin\*, Agam Muarif, Suryati Suryati, Masrullita  
Masrullita**

Program Studi Teknik Kimia, Jurusan Teknik Kimia,  
Fakultas Teknik, Universitas Malikussaleh  
Kampus Utama Cot Teungku Nie Reuleut, Muara Batu, Aceh Utara – 24355  
\*e-mail: [jalaluddin@unimal.ac.id](mailto:jalaluddin@unimal.ac.id)

**Abstrak**

*Briket adalah sebuah blok bahan bakar dan digunakan dengan cara dibakar yang dan berbentuk serbuk dan ukurannya yang relatif kecil dan cara penggunaannya dengan cara membakar briket dan dapat mempertahankan nyala api. Briket dibuat dari bahan-bahan organik atau biomassa, beberapa jenis limbah biomassa yang berpotensi yaitu limbah kayu, cangkang sawit, jerami, limbah sekam padi, dan ampas dari tebu. Penelitian ini memiliki tujuan yaitu mencari formulasi optimal pembuatan briket dari kombinasi serbuk gergaji kayu dan cangkang sawit dengan perekat molase dengan kriteria pengujian meliputi tingkat keabuan, tingkat kelembaban, nilai energi, dan kecepatan pembakaran. **Penelitian ini sudah pernah dilakukan sebelumnya, yang belum dilakukan adalah pembuatan briket dengan serbuk gergaji kayu dan cangkang sawit dengan perekat molase.** Pembuatan briket dilakukan dengan pengurangan bahan baku kemudian dihancurkan dan dimesh dengan menggunakan ayakan no 50, lalu dimasukkan perekat berupa molase dan dicetak lalu didiamkan dibawah sinar matahari kurang lebih sampai 3 hari dan di masukkan kedalam oven sampai berat yang didapatkan konstan. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa hasil terbaik diperoleh pada variasi 40 gr arang serbuk gergaji kayu, 60 gr arang cangkang sawit, 15 ml perekat berupa molase dengan nilai kalor yang diperoleh 5379,5261 cal/gr. Dapat dilihat dari hasil penelitian ini menunjukkan briket dari arang serbuk gergaji kayu dan arang cangkang sawit dengan menggunakan perekat molase sudah memenuhi SNI dan bisa dijadikan bahan bakar alternatif.*

**Kata Kunci:** *Briket, Laju Pembakaran, Cangkang Sawit, Molase, Serbuk Gergaji Kayu*

DOI : <https://doi.org/10.29103/cejs.v3i5.12033>

**1. Pendahuluan**

Permintaan energi di Indonesia semakin lama semakin naik seiring dengan peningkatan ekonomi, jumlah penduduk, dan efisiensi populasi yang

mengonsumsi bahan bakar utamanya minyak bumi didapatkan dari bumi. Negara kita khususnya kebutuhan akan bahan bakar umumnya adalah minyak. Namun, karena keputusan pemerintah yang memilih untuk meningkatkan harga bahan bakar dan minyak serta mengubah penggunaan minyak tanah menjadi LPG, menyebabkan kelangkaan dan meningkatnya harga minyak tanah. Kondisi tersebut mengharuskan masyarakat agar dapat berinisiatif mencari sumber energi selain minyak dan gas alam. Dengan adanya potensi sumber daya alam yang lumayan besar dan juga sektor industri yang semakin maju, sehingga perkembangan industri yang memiliki jaminan dan peluang adalah industri briket, serta memungkinkan untuk mengurangi penggunaan devisa dengan memanfaatkan bahan bakar berupa minyak bumi (Salahuddin, 2021).

Dilihat dari segi energi, teknologi produksi bahan bakar briket dapat dioptimalkan sebagai opsi lain untuk pengganti minyak fosil yang stoknya semakin berkurang (Komarayati & Pari, 2011). Permintaan dan kebergantungan terhadap sumber energi berupa minyak dan gas alam harus mulai berubah dengan menggunakan sumber energi yang bersahabat lingkungan. Pilihan populatif yang berpotensi sebagai bahan bakar yang eco friendly, terutama untuk biomassa. Biomassa merupakan bahan organik pengganti bahan bakar fosil. Salah satu penggunaan biomassa yaitu adalah memaksimalkan briket bioarang.

Penggunaan kayu yang dilakukan secara ketergantungan dan masif tanpa memperhatikan keberlanjutan alam dapat mengakibatkan kerusakan alam menjadikan kita harus mencari alternatif sumber bahan bakar lain. Apabila dari material kayu yang ada terdapat 40% berubah menjadi sisa gergaji kayu, maka akan terdapat potensi produksi briket sebanyak 181.173.038,4 ton/tahun (Maryudiyanto & Bhakti, 2010). Karena itulah, maka dihasilkan sisa gergaji kayu sekitar 1,4 juta meter kubik tiap tahun, jumlah signifikan ini dikarenakan sekitar setengah dari penghasil serbuk kayu gergaji (Gustan Pari, 2002). Menurut (Bahri, 2008) pemrosesan kayu akan menghasilkan sisa 54,24%, yang terdiri dari potongan-potongan dalam berbagai bentuk. Bahan baku yang mungkin dapat meminimalisir penggunaan kayu pohon adalah penggunaan sisa serbuk gergaji kayu. Serbuk gergaji kayu sangat berpotensi dan mengandung banyak energi

sehingga pastinya bisa digunakan menjadi bahan baku dalam membuat briket. Serbuk kayu adalah biomassa dan memiliki komponen utama berupa serat kayu, zat gula, dan juga lignin dalam yang jumlahnya tergolong kecil. Semakin besar kandungan serat kayu, maka briket memiliki kualitas yang baik serta dapat mengurangi kadar abu. Oleh karena itu, diperlukan solusi lain untuk mengoptimalkan penggunaan limbah serbuk kayu (Febrianto, 1999). Komponen kimia pada serbuk kayu bisa dilihat di Tabel 1.

**Tabel 1.** Komposisi Kimia Serbuk Kayu

Komponen	Kandungan (%)
Selulosa	40,99
Lignin	27,88
Pentosa	16,89
Kadar Abu	1,38
Kadar Air	5,64

**Sumber:** (Ndraha, 2009)

Adapun bahan tambahan pada penelitian ini yaitu arang cangkang sawit. Bila disamakan dengan tempurung kelapa, maka kelapa sawit juga memiliki banyak kesamaan. Perbedaan yang cukup mencolok adalah pada kandungan abunya mempengaruhi mutu barang yang dihasilkan oleh tempurung kelapa sawit dan tempurung kelapa (Husin, 2003). Komponen bahan baku tambahan dalam penelitian berikut dalam Tabel 2.

**Tabel 2.** Komposisi Cangkang Kelapa Sawit

Komponen (%)	Jumlah (%)
Kadar air	8-11
Kadar abu	1-3
Kadar yang menguap	68-70
Karbon aktif murni	20-22

**Sumber:** (Husin, 2003)

Pembuatan briket biasanya membutuhkan penambahan bahan pengikat untuk meningkatkan karakteristik fisik briket. Pemanfaatan perekat berikut supaya

briket padat dan pastinya tidak mudah rusak. Selain itu, penambahan kadar perekat yang sesuai memaksimalkan kadar kalor pada briket tersebut. Perekat banyak dipakai pada proses pembriketan adalah tepung kanji, tepung sagu, tanah liat, semen dan juga molase.

Perekat yang dimanfaatkan pada penelitian ini ialah molase. ***Penelitian ini sudah pernah dilakukan sebelumnya, yang belum dilakukan adalah pembuatan briket dengan serbuk gergaji kayu dan cangkang sawit dengan perekat molase.*** Penggunaan zat perekat berfungsi menyerap air, kemudian membentuk konsistensi yang kuat dan menggabungkan dua bahan dasar. Molase adalah produk sampingan yang dihasilkan dalam proses pengolahan gula dan berbentuk cair. Limbah dalam industri gula adalah tetes tebu. Molase adalah energi penting dengan zat gula yang terkandung dimolase. Penggunaan molase sebagai pengikat briket arang dapat menghasilkan briket arang dengan kepadatan, kekuatan tekan, dan juga nilai abu yang diharapkan tinggi dibandingkan briket pengikat tepung tapioka (Hendra, 2007).

## 2. Bahan dan Metode

Bahan yang diaplikasikan saat penelitian ialah arang serbuk gergaji kayu, cangkang sawit dan molase. Untuk pembuatan briket digunakan peralatan seperti *bomb calorimeter*, ayakan 50 mesh, baskom, cetakan briket, oven, neraca analitik, desikator, alat penumbuk, cawan porselin, kompor, panci, alat pengepres dan *furnace*. Penelitian ini terdapat empat tahap yaitu pembuatan arang serbuk kayu dan cangkang sawit, preparasi perekat, pembuatan briket dan proses pengujian.

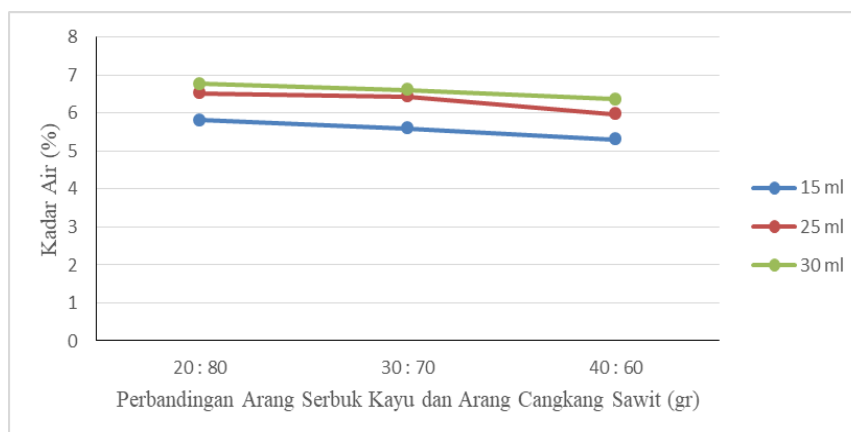
Pembuatan arang serbuk gergaji kayu dan cangkang sawit tahap pertama yang dilakukan dengan membersihkan dahulu dari pengotornya lalu didiamkan di sinar matahari hingga kering. Kemudian briket yang kering lalu dilakukan proses pengarangkan dengan alat *furnace* dengan suhu 400°C selama 60 menit. Arang didinginkan kemudian ditumbuk sampai halus dan lolos dari ayakan 50 mesh. Preparasi bahan perekat dilakukan dengan menakar molase sesuai dengan variasi yang diinginkan lalu dipanaskan larutan diatas *hotplate* sampai mendidih atau menjadi kental.

Dalam proses produksi briket dari serbuk gergaji kayu dan cangkang sawit ditimbang sesuai dengan yang divariasikan. Serbuk gergaji kayu dan cangkang sawit ditambahkan pengikat kemudian diaduk sampai merata kemudian dicetak. Cetakan yang digunakan berbentuk silinder kemudian adonan dipadatkan dengan press hidrolik pada tekanan 125 kg/cm<sup>2</sup>. Hasil cetakan tersebut dilakukan pengeringan dibawah sinar matahari selama 3 hari lalu dilakukan proses pengeringan kembali menggunakan oven kurang lebih pada suhu 105°C sampai dengan berat yang diperoleh tetap, hal ini dilakukan agar kandungan air pada perekat dapat hilang. Briket kemudian disimpan pada wadah tertutup dan rapat agar briket tetap kering. Tahap keempat yaitu pengujian dengan mengamati beberapa parameter seperti uji abu, uji air, laju pembakaran, terakhir nilai kalor.

### 3. Hasil dan Diskusi

#### 3.1 Pengaruh Berat Arang Serbuk Gergaji Kayu dan Arang Cangkang Sawit dan Terhadap Kadar Air pada Suhu 105°C Selama 2 Jam

Kualitas briket sangat dipengaruhi dengan adanya jumlah air yang terkandung pada briket. Nilai air dalam briket diharapkan sekecil mungkin sehingga bisa diperoleh kadar kalor cukup tinggi kemudian diharapkan menjadi briket yang gampang saat proses pengapian atau pembakarannya. Briket dengan nilai airnya yang besar juga akan membuat briket dengan kualitas rendah saat disimpan dikarenakan mikroorganisme. Tingginya kadar air pada briket dapat menghasilkan banyak asap ketika dibakar (Riseanggara, 2008).



**Gambar 1.** Grafik Antara Berat Serbuk Gergaji Kayu dan Cangkang Sawit dan Berat Perekat Molase Terhadap Kadar Air

Gambar 1 menunjukkan nilai air tertinggi pada besar pengikat 30 ml dan berat serbuk gergaji kayu dan arang cangkang sawit 20:80 gram yaitu 6,768%. Sedangkan kadar air terendah yaitu berat perekat 15 gram dan berat serbuk gergaji kayu dan cangkang sawit 40:60 gram yaitu 5,316%. Kadar air briket pada penelitian ini berada pada antara 5,316% - 6,768%. Kadar air yang diperoleh di penelitian ini telah memenuhi standar kualitas briket berdasarkan SNI 01-6235-2000.

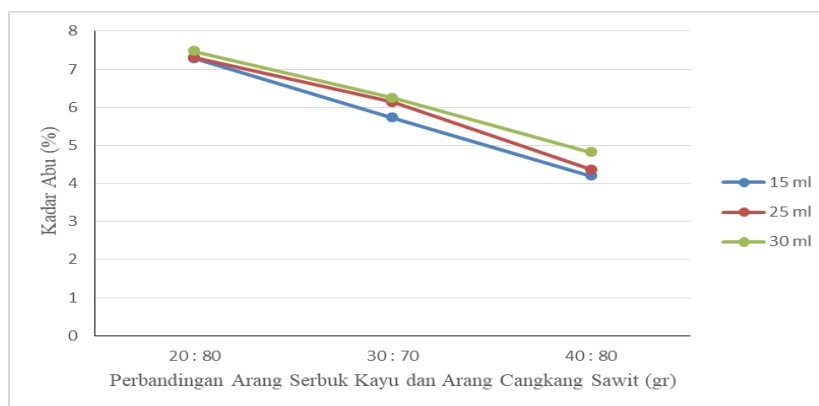
Dari Gambar 1 dapat dilihat bahwa berat pengikat serta berat serbuk gergaji kayu dan arang cangkang sawit juga dapat mempengaruhi kadar air. Hal ini dikarenakan sedikit arang akan menyebabkan berkurangnya bahan penyerap perekat sehingga meningkatkan kadar air pada briket. Semakin banyak bahan perekat maka jumlah air akan semakin meningkat. Ini dapat terjadi disebabkan banyaknya perekat mengakibatkan banyak pula menyerap air dan air tersebut tersimpan dalam briket sehingga persentase kadar air semakin tinggi.

Secara umum, kandungan air yang ditemukan dalam penelitian ini cukup tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa tidak semua air terikat telah terlepas saat proses pembakaran sebelum bahan dicampur dengan perekat dan dikeringkan di dalam oven. Penyebab tingginya kadar air briket yaitu karakteristik perekat berupa molase yang memiliki kadar air yang tinggi dan bentuk fisik molase yang lebih cair dan karena kurang lamanya waktu pengeringan briket. Proses penghilangan air yang dibuat secara cepat maka akan makin sedikit air pula yang menguap, menyebabkan kelembaban briket pun semakin rendah.

**3.2 Pengaruh Berat Serbuk Gergaji Kayu dan Cangkang Sawit dan Berat Perekat Molase Terhadap Kadar Abu pada Suhu 650°C Selama 2 Jam**

Komponen yang terbuang saat proses pembakaran yang sudah tidak terdapat komponen karbon disebut kadar abu. Kadar abu pembakaran digunakan untuk mengetahui persentase massa sisa pembakaran terhadap massa awal bahan terbakar. nalisis kandungan abu ini dapat menunjukkan persentase material yang

terbakar. Abu adalah hasil dari pembakaran unsur-unsur yang tidak dapat diubah menjadi gas atau cair. Jumlah abu sangat mempengaruhi kualitas bahan bakar, di mana semakin banyak abu, kualitas bahan bakar akan semakin rendah.



**Gambar 2.** Grafik Hubungan Antara Berat Serbuk Gergaji Kayu dan Cangkang Sawit dan Berat Perekat Molase Terhadap Kadar Abu

Kadar abu tertinggi terletak di perekat 30 ml dan berat serbuk gergaji kayu dan arang cangkang sawit 20 : 80 gram yaitu 7,469%. Sedangkan kadar abu terendah terletak di perekat 15 gram dan berat serbuk gergaji kayu dan arang cangkang sawit 40 : 60 gram yaitu 4,197%. Kadar abu briket yang didapat saat penelitian berlangsung kurang lebih antara 4,197% - 7,469%. Kadar abu yang diperoleh dari penelitian tersebut sudah memenuhi standar kualitas briket berdasarkan SNI 01-6235-2000, yaitu maksimal 8%.

Kadar perekat pada briket serbuk kayu dan arang cangkang sawit memiliki korelasi terhadap nilai abu briket serbuk kayu dan arang cangkang sawit. Peningkatan jumlah perekat di briket serbuk gergaji kayu dan cangkang sawit dapat mengakibatkan meningkatnya kadar abu briket serbuk gergaji kayu dan cangkang sawit. Hal ini dikarenakan didalam perekat masih mengandung air yang tidak dapat menguap pada saat proses pengeringan.

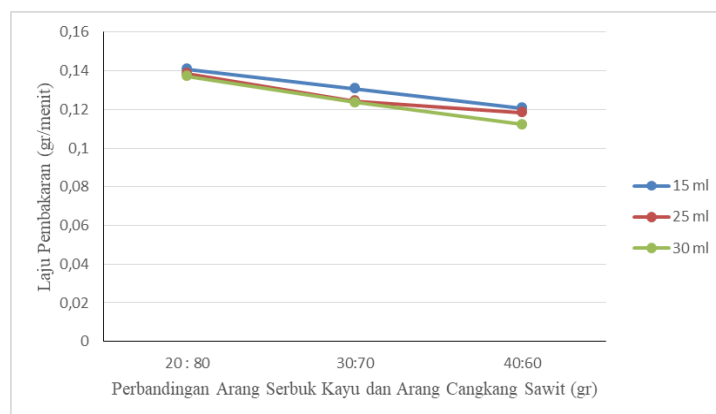
Selain kadar perekat, jumlah serbuk gergaji kayu dan arang cangkang sawit juga dapat memengaruhi jumlah abu yang dihasilkan. Semakin banyak arang cangkang sawit yang digunakan, semakin tinggi juga jumlah abunya. Penyebabnya adalah karena jumlah silika yang terdapat dalam zat, jika banyak cangkang kelapa sawit maka jumlah silika juga banyak menghasilkan nilai abu yang tinggi. Unsur yang terkandung dalam kadar abu adalah silika, yang mana

silika ini berdampak tidak bagus untuk nilai kalor yang diperoleh, saat nilai abu semakin rendah maka semakin tinggi kualitas briket yang diperoleh.

### 3.3 Pengaruh Berat Komposisi Serbuk Gergaji Kayu dan Berat Perekat Molase Terhadap Laju Pembakaran

Daya bakar biomassa sangat penting diuji dikarenakan ini akan membuktikan sebesar bahan bakar yang dibutuhkan, semakin banyak waktu untuk bahan bakar biomassa habis maka bahan bakar yang digunakan akan semakin dikit dan semakin hemat atau makin kecil pengeluaran untuk bahan bakar. Laju pembakaran menunjukkan berkurangnya berat permenit waktu pembakaran. Penurunan berat yang semakin besar berarti laju pembakaran dihasilkan pun semakin tinggi.

Briket yang memiliki kualitas unggul yaitu memiliki nilai kalor tinggi, kandungan air rendah, kecepatan pembakaran rendah, hidup briket secara merata dan panasnya juga merata, bersih dan tidak menempel pada tangan. Jumlah konsentrasi perekat juga mempengaruhi kecepatan pembakaran dan tingkat kekuatan briket tidak mudah hancur. Memperhatikan lama pembakaran dilakukan untuk memperoleh durasi waktu untuk terbakar material, dengan cara membakar blok briket sampai terlihat bara. Penghitungan waktu bisa dimulai saat blok briket menyala hingga pembakaran berhasil dan menjadi abu.



**Gambar 3.** Grafik Hubungan Antara Berat Arang Serbuk Gergaji Kayu dan Arang Cangkang Sawit dan Berat Perekat Molase Terhadap Laju Pembakaran

Kadar perekat pada briket serbuk gergaji kayu dan cangkang sawit memiliki korelasi pada laju pembakaran briket serbuk gergaji kayu dan cangkang



sawit. Peningkatan kadar perekat pada briket arang serbuk gergaji kayu dan arang cangkang sawit akan memperlambat laju pembakaran briket serbuk gergaji kayu dan cangkang sawit. Peningkatan waktu pembakaran briket searah dengan penambahan kadar perekat yang digunakan, hal ini dapat dihubungkan dengan kerapatan briket. Jumlah banyaknya perekat yang ditambahkan relatif meningkatkan kerapatan briket sehingga dapat meminimalisir pori pori pada briket. Oleh karena itu, kecepatan pembakaran briket serbuk gergaji kayu dan cangkang sawit mengalami penurunan.

Pada saat pengujian pembakaran briket, ada beberapa aspek yang perlu diperhatikan. Dalam hal keberbakaran, briket serbuk gergaji kayu dan cangkang sawit harus memenuhi persyaratan sebagai bahan bakar. Briket arang serbuk gergaji kayu dan arang cangkang sawit tidak memerlukan sistem buatan untuk menjalankannya, jadi kita hanya hanya perlu langsung membakar hingga terbentuk bara. Adapun hal minus dari briket adalah adanya asap yang dapat berdampak buruk bagi kesehatan pengguna jika menggunakan tungku yang tidak menggunakan cerobong. Hal tersebut terjadi pada semua komposisi jumlah perekat yang digunakan dalam penelitian ini (Riseanggara, 2008).

Jika briket ini digunakan untuk industri rumahan ataupun industri kecil yang pada umumnya memakai tungku bercerobong, sehingga briket arang serbuk gergaji kayu dan arang cangkang sawit ini dapat digunakan. Menurut penelitian yang telah dilakukan oleh Wahyuni (2006), pabrik produksi tahu di kabupaten Bogor menggunakan bio massa dalam proses pemasakan tahu. Menggunakan tungku yang memiliki cerobong asap untuk pembakaran biomassa adalah standar penggunaan briket. Selain itu, briket pada umumnya tidak menghasilkan api saat dibakar. Briket akan mengalami perubahan warna dan juga tidak menghasilkan api.

### **3.4 Pengaruh Berat Serbuk Gergaji Kayu dan Cangkang Sawit dan Berat Perekat Molase Terhadap Nilai Kalor**

Nilai kalor sangat dibutuhkan saat pembuatan briket supaya diketahui panas pembakaran yang diperoleh oleh briket sebagai bahan bakar. Jika nilai kalor yang diperoleh besar maka akan semakin baik pula mutu briket.

**Tabel 3.** Hasil Uji Nilai Kalor pada Pembuatan Briket dari Serbuk Gergaji Kayu dan Cangkang Sawit dengan Perekat Molase

No.	Berat Serbuk Gergaji Kayu dan Cangkang Sawit (gr)	Berat Molase (ml)	Nilai Kalor (J/g)	Nilai Kalor (cal/gr)
1.	40 : 60	15	22523	5379,5261
2.	40 : 60	30	20658	4934,0785

Berdasarkan Tabel 3 menunjukkan bahwa nilai kalor tertinggi terdapat pada berat perekat 15 ml dan serbuk gergaji kayu : arang cangkang sawit 40 : 60 gram yaitu 5379,5261 cal/gr. Sedangkan nilai kalor terendah diperoleh di berat perekat 30 ml dan berat arang serbuk gergaji kayu : arang cangkang sawit 40 : 60 gram yaitu 4934,0785 cal/gr. Nilai kalor yang dihasilkan pada penelitian berikut sudah memenuhi standar kualitas briket berdasarkan SNI 01-6235-2000, yaitu minimal 5000 cal/gr. Tetapi nilai kalor yang didapat memenuhi standard mutu dan karakteristik briket untuk keperluan rumah tangga yaitu 4000 kal/gr.

Berdasarkan Tabel 3 diperoleh data bahwa semakin besar pengikat maka nilai kalornya semakin rendah. Hal ini dikarenakan pada perekat 30 ml, nilai dari kadar abu dan kadar air briket lebih besar dibandingkan saat menggunakan perekat 15 ml. Nilai kalor pada briket perlu diperhatikan dikarenakan berkaitan dengan efisiensinya, apabila nilai kalor yang diperoleh rendah maka jumlah bahan bakar yang diharuskan untuk ada akan lebih banyak, tapi jika nilai kalornya tinggi maka bahan bakar yang dibutuhkan juga semakin sedikit. Parameter penting yang perlu diperhatikan dalam menentukan kualitas briket bisa atau tidak diaplikasikan sebagai bahan bakar adalah nilai kalor.

#### 4. Simpulan

1. Semakin sedikit perekat yang digunakan maka akan menurunkan kadar air dan kadar abu yang terkandung didalam briket arang serbuk gergaji kayu dan arang cangkang sawit dan dapat meningkatkan nilai kalor.
2. Kondisi terbaik untuk uji kadar air didapatkan pada variasi perbandingan arang serbuk gergaji kayu dan arang cangkang sawit dengan perekat molase yaitu (40:60:15) dengan kadar air terendah yaitu sebesar 5,316%.
3. Kondisi terbaik untuk uji kadar abu didapatkan pada variasi perbandingan arang serbuk gergaji kayu dan arang cangkang sawit dengan perekat molase yaitu (40:60:15) dengan kadar abu terendah yaitu sebesar 4,197%.
4. Kondisi terbaik untuk uji laju pembakaran didapatkan pada variasi perbandingan arang serbuk gergaji kayu dan arang cangkang sawit dengan perekat molase yaitu (40:60:30) dengan laju pembakaran tertinggi dan terlama yaitu sebesar 0,1123 gr/menit.
5. Kondisi terbaik untuk uji nilai kalor didapatkan pada variasi perbandingan arang serbuk gergaji kayu dan arang cangkang sawit dengan perekat molase yaitu (40:60:15) dengan nilai kalor tertinggi yaitu sebesar 5379,5261 cal/gr.

## 5. Daftar Pustaka

1. Hendra, D., & Darmawan. (2000). Pembuatan Briket Arang Dari Serbuk Gergaji Kayu Pinus Dengan Penambahan Tempurung Kelapa. In *Jurnal Redoks*, Vol. 18 (1) : 1-9 <https://doi.org/10.20886/jphh.2000.18.1.1-9>
2. Riseanggara, R. R. (2008). *Optimasi Kadar Perekat Pada Briket Limbah Biomassa*. Skripsi. Pertanian, Fakultas Teknologi.
3. Salahudin, A., Dewi, R., Jalaluddin, J., ZA, N., & Nurlaila, R. (2021). Pemanfaatan Limbah Serbuk Kayu Pada Industri Kusen Di Blang Pulo Menjadi Arang Briket Sebagai Sumber Energi Alternatif. *Chemical Engineering Journal Storage*, 1(2), 95. <https://doi.org/10.29103/cejs.v1i2.5385>
4. Maryudiyanto, D. E. & Bhakti, D. K. (2010). Pembuatan Biobriket Dari Campuran Kulit Kacang dan Serbuk Gergaji Sebagai Bahan Bakar Alternatif. <http://digilib.its.ac.id/ITS-Undergraduate3100010039064/10555> <http://dx.doi.org/10.22302/ppk.wp.v32i2.38>
5. Febrianto. (1999). Pirolisis Serbuk Gergaji Secara Batch. *Laporan Penelitian Proses Kimia, Jurusan Teknik Kimia. Universitas Gadjah*

Mada: Yogyakarta. <http://dx.doi.org/10.25273/cheesa.v4i2.8589.91-99>

6. Gustan Pari. (2002). “ *Teknologi Alternatif Pemanfaatan Limbah Industri Pengolahan Kayu* “, Institut Pertanian Bogor  
<http://dx.doi.org/10.9790/2402-08230611>
7. Bahri, S. (2008). *Untuk memperoleh Gelar Magister Sains Dalam Program Studi Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan*.  
<http://dx.doi.org/10.31289/jcebt.v1i2.1679>
8. Komarayati, S., & Pari, G. (2011). (Production of Wood Vinegar that Resulted from the Integrated Kiln Modification) Penelitian dilakukan di Laboratorium Kimia Hasil Hutan , Pusat Litbang Keteknikan. 234–247.  
<https://doi.org/10.22146/ijl.v4i3.69273>
9. Ndraha, N. (2009). Uji Komposisi Bahan Pembuat Briket Bioarang Tempurung Kelapa Dan Serbuk Kayu Terhadap Mutu Yang Dihasilkan. *Universitas Sumatera Utara. Fakultas Pertanian. Departemen Teknologi pertanian*. <http://dx.doi.org/10.36499/jim.v15i2.3073>
10. Husin, A. A. (2003). Limbah Untuk Bahan Bangunan. *Sains dan Teknologi*. 10(2). <http://dx.doi.org/10.20527/k.v2i1.136>