

Chemical  
Engineering  
Journal  
Storage

## PEMBUATAN BRIKET DARI CAMPURAN LIMBAH CANGKANG KELAPA SAWIT DAN SERBUK KAYU GERGAJI MENGGUNAKAN PEREKAT SAGU DAN ARPUS SEBAGAI BAHAN BAKAR ALTERNATIF

**Rahmita Zulfa, Eddy Kurniawan\*, Jalaluddin, Syamsul Bahri, Ishak Ibrahim**  
Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Malikussaleh  
Kampus Utama Cot Teungku Nie Reuleut, Muara Batu, Aceh Utara – 24355  
Korespondensi: eddy.kurniawan@unimal.ac.id

### Abstrak

*Biomassa memiliki beberapa kegunaan sebagai sumber energi. Briket biomassa adalah salah satu jenis energi. Berbagai macam bahan mentah, termasuk sampah, tersedia untuk digunakan dalam produksi briket saat ini. Limbah cangkang kelapa sawit dan serbuk gergaji merupakan bahan yang digunakan dalam penelitian ini. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui hubungan kualitas briket dengan berbagai bahan perekat. Penelitian ini sudah pernah dilakukan sebelumnya, yang belum pernah dilakukan adalah penggunaan jenis campuran bahan baku berupa cangkang kelapa sawit dan serbuk kayu gergaji dan varisi perekat yaitu sagu dan arpus sehingga didapatkan briket yang terbaik dengan nilai kalor 6.814 cal/g pada briket dengan perekat arpus. Perekat yang digunakan adalah sagu dan arpus, dan briketnya dicetak dalam berbagai ukuran. Khusus pipa kecil diameter 26 mm, pipa sedang diameter 32 mm, dan pipa besar diameter 42 mm dengan tinggi masing-masing 1 inchi. Kadar air, kadar abu, nilai kalor, dan lama pembakaran semuanya diperiksa dalam penelitian ini. Briket yang dibuat menggunakan lem arpus dalam cetakan pipa kecil memiliki kadar air paling rendah (4,24%), menurut penelitian ini. Pada cetakan pipa kecil, briket yang dibuat menggunakan perekat sagu memiliki kadar abu paling rendah, yaitu 6,16%. Terdapat 4.834 kalori dan 20.239 Joule per gram serbuk gergaji dan cangkang sawit dalam briket perekat sagu. Nilai kalor lem dari Arpus adalah 28.532 (J/g) atau 6.814 (cal/g). Waktu bakar yang paling lama adalah briket dengan perekat arpus pada ukuran briket besar yaitu mencapai 90 menit.*

*Kata kunci: Briket, cangkang kelapa sawit, serbuk kayu gergaji, perekat sagu, perekat arpus.*

DOI : <https://doi.org/10.29103/cejs.v4i4.13880>

## 1. Pendahuluan

Kebutuhan energi terus meningkat, namun pasokan bahan bakar fosil, yang tidak dapat diisi ulang, pasti akan menurun seiring berjalannya waktu. Sumber energi alternatif muncul sebagai akibat dari meningkatnya permintaan energi yang melebihi pasokan sumber daya tersebut. Banyak penyelidikan terhadap produksi energi sebagai sarana untuk memenuhi kebutuhan manusia telah berupaya untuk menghindari masalah ini. Briket merupakan sumber energi alternatif yang lebih murah karena merupakan jenis bahan bakar yang terbuat dari limbah biologis. Serbuk gergaji dari pabrik kayu dan cangkang kelapa sawit merupakan dua contoh biomassa yang dapat diubah menjadi energi berkelanjutan.

Terdapat sejumlah besar sampah dari cangkang kelapa sawit. Enam puluh persen cangkang sawit yang digunakan dalam proses produksi minyak sawit berasal dari buah sawit itu sendiri. Sampahnya cukup keras, teksturnya tidak rata, dan berwarna hitam keabu-abuan. Selama ini perkebunan kelapa sawit telah memanfaatkan limbahnya sebagai bahan baku pembangkit listrik tenaga uap dan pembuat jalan. Penggunaan sampah ini secara komersial saat ini tidak efisien. Jumlah ini memungkinkan penggunaan cangkang kelapa sawit sehari-hari sebagai sumber energi. Pembuatan briket dari sisa cangkang kelapa sawit merupakan salah satu cara untuk mengolah limbah tersebut. Sementara limbah harian dari serbuk kayu berkisar antara 3,5 hingga 10 kg. Pemanfaatan limbah industri (serbuk kayu) sebagai bahan baku pembuatan briket arang merupakan salah satu upaya untuk memberikan energi alternatif dan pilihan dalam mengatasi sampah tersebut. Biobriket yang terbuat dari limbah biomassa memiliki beberapa potensi penerapan, termasuk namun tidak terbatas pada sumber energi terbarukan dan perlengkapan rumah tangga. Bahan baku terbarukan dan murah yang digunakan untuk menciptakan energi alternatif diyakini memiliki kualitas yang sangat baik (Arganda, 2007).

Untuk kebutuhan energi alternatif sehari-hari seperti pengganti minyak tanah dan gas elpiji, briket merupakan arang yang telah diolah lebih lanjut menjadi briket dengan tampilan dan kemasan yang menarik. Beberapa keunggulan briket arang antara lain peningkatan panas, tidak berbau, bersih, dan tahan lama, serta nilai

ekonomisnya lebih baik dibandingkan arang di pasar konvensional (Ignatius, dkk., 2010). Cara pertama adalah pemadatan rendah, yang dilakukan Estela (2002) dengan bahan pengikat yang terdiri dari tanah liat, bentonit, dan pati yucca. Cara kedua adalah pemadatan tinggi, yang tidak menggunakan bahan pengikat. Briket penelitian ini dibuat dengan menggunakan pendekatan pemadatan rendah berbasis bahan pengikat; tepung sagu dan arpus merupakan bahan pengikat yang digunakan. Penelitian produksi briket dari cangkang kelapa sawit menunjukkan bahwa briket yang dibuat dengan menggunakan bahan bakar arpus memiliki nilai kualitas yang lebih tinggi dibandingkan Standar Nasional Indonesia (SNI No.1/6235/2000). Seperti yang diungkapkan Azhar pada tahun 2019.

Pada saat yang sama, seperti yang diungkapkan oleh Rosdiana (2017), salah satu aspek yang mempengaruhi kualitas briket adalah kenyataan bahwa, seiring dengan peningkatan suhu karbonisasi, nilai kalor dan kandungan karbon juga meningkat, sedangkan kelembapan, bahan mudah menguap, dan bahan-bahan yang mudah menguap. kandungan abunya turun. Pada penelitian ini, kami akan bereksperimen dengan berbagai kombinasi perekat sagu dan arpus dengan serbuk kayu dan cangkang kelapa sawit sebagai bahan baku utama pembuatan briket. **Penelitian ini sudah pernah dilakukan sebelumnya, yang belum pernah dilakukan adalah penggunaan jenis campuran bahan baku berupa cangkang kelapa sawit dan serbuk kayu gergaji dan varisi perekat yaitu sagu dan arpus sehingga didapatkan briket yang terbaik dengan nilai kalor 6.814 cal/g pada briket dengan perekat arpus.**

## 2. Bahan dan Metode

Penelitian tersebut memerlukan sejumlah alat dan bahan, seperti alat penghancur, tungku pembakaran, mortar, ayakan, oven, lem sagu dan arpus, Aquadest, limbah cangkang kelapa sawit dan serbuk gergaji, serta alat cetak briket. Pembuatan briket memerlukan tiga langkah, yang pertama adalah menyiapkan bahan-bahannya. Setelah dibersihkan, serbuk gergaji dan cangkang dijemur di bawah terik matahari selama kurang lebih 10 jam. Proses karbonisasi cangkang kelapa sawit melibatkan pemanasan cangkang hingga 500 °C selama

dua jam dan serbuk gergaji hingga 400 °C selama satu jam. Bubuk 50 mesh dihasilkan dari cangkang dan serbuk gergaji yang dihancurkan. Pada langkah kedua, yang disebut persiapan perekat, lem harus ditimbang pada konsentrasi 10% dibandingkan dengan total massa bahan mentah. Campurkan 2 bagian air suling dengan 5 bagian perekat; campur dengan baik. Di atas hot plate, larutan perekat sagu dipanaskan. Pembuatan briket adalah langkah terakhir; proses ini memerlukan pencampuran dua perekat, cangkang inti sawit dan bubuk kayu. Printer biobriket menggunakan pipa dengan diameter dan tinggi berbeda untuk mencetak biobriket campuran. Pipa kecil diameternya 26 mm, pipa sedang 32 mm, dan pipa besar 42 mm. Setiap pipa tingginya 1 inci. Setelah selesai dicetak, biobriket didiamkan pada suhu ruangan selama satu hari penuh. Untuk membuat biobriket, panaskan oven hingga 103 derajat Fahrenheit dan panggang selama tiga jam. Biobriket telah disiapkan dan siap untuk dianalisis.

Penelitian ini mencakup empat jenis analisis yang berbeda: kadar air, kadar abu, nilai kalor, dan lama pembakaran. Sebelum melakukan penelitian kadar air, perlu dilakukan penimbangan setiap sampel briket. Tiga jam dihabiskan untuk memanaskan briket sampel hingga 103°C. Setelah sampel briket yang masih terdapat residu dikeluarkan, didinginkan selama lima belas menit. Rumus berikut digunakan untuk menghitung berat sampel briket yang mengandung residu:

$$\% \text{ Kadar air} = \frac{M1 - M2}{M1} \times 100\%$$

Keterangan:

M1 = Sampel Sebelum Dipanaskan

M2 = Sampel Setelah Dipanaskan

Analisa selanjutnya adalah analisa kadar abu, langkah-langkah yang perlu dilakukan adalah Sampel ditimbang setelah itu dipindahkan ke cangkir porselen yang ditimbang. Wadah porselen sampel dipanaskan hingga 500 derajat Celcius dalam tungku selama delapan jam. Sampel dibiarkan dingin di udara terbuka hingga mencapai suhu kamar. Gelas porselen yang berisi sisa makanan selanjutnya diukur beratnya dengan rumus sebagai berikut:

$$\% \text{ Kadar Abu} = \frac{A}{B} \times 100 \%$$

Ket : A = Berat Sampel Setelah Difurnace

B = Berat Sampel Sebelum Difurnace

Analisis nilai kalori berada di urutan ketiga. Prosedur analisisnya meliputi: Menyiapkan peralatan pengujian kalorimeter bom. Cawan besi digunakan untuk menimbang sampel yang beratnya sekitar 1 gram. Kawat platina digunakan untuk menghubungkan peralatan ke sampel, dan prosedurnya dilakukan sesuai dengan instruksi. Saklar utama diaktifkan dan lubang jaket di belakang tutupnya diisi dengan air suling. Pendingin air yang ada dihubungkan dengan sirkulator, dan C 4000 dihubungkan dengan selang. Terdapat lokasi yang tersedia untuk penutup kalorimeter. Rangkaian kalorimeter bom yang terletak di dalam kepala bom dihubungkan ke cawan. Ember tersebut kemudian diisi dengan kepala bom. Setelah menyalakan pengatur waktu TI selama 10 menit, suhu tampilan dicatat. Saya telah menyalakan saklar pembakaran. Kami memulai pengatur waktu T2 dan melacak suhu di layar. Berikut rumus untuk menentukan nilai kalor:

$$\text{Nilai Kalor} = CV = (T1 - T2) \times C_{\text{bom}} M$$

Keterangan:

CV = Nilai kalor (cal/gr)

T1 = Temperatur awal (°C)

T2 = Temperatur akhir (°C)

C<sub>bom</sub> = Koefisien Bom Kalorimeter (2458 cal/°C)

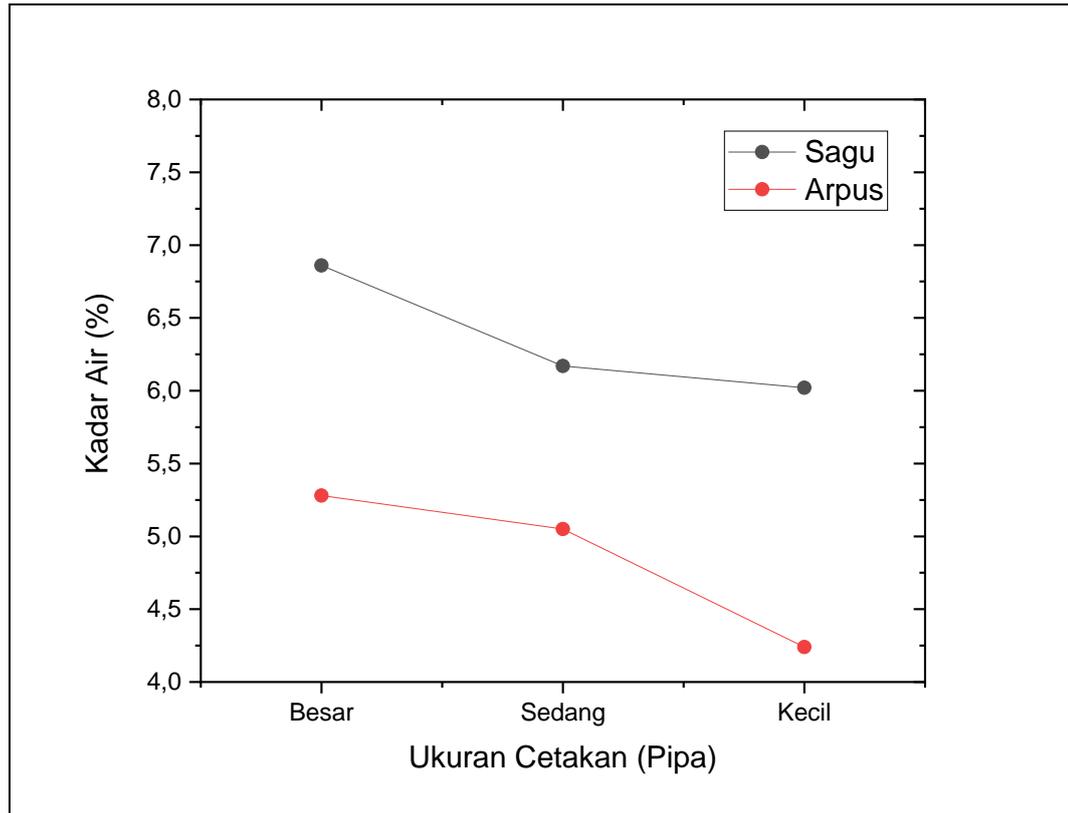
M = Berat sampel yang diuji (gr)

Yang terakhir adalah Pemeriksaan Pembakaran Biobriket, Biobriket yang akan diuji harus dipersiapkan terlebih dahulu. Alat uji biobriket digunakan untuk memasang biobriket. Biobriket dibakar seiring berjalannya waktu. Kami mencatat waktu nyala api.

### **3. Hasil dan Diskusi**

#### **3.1 Analisa Kadar air**

Penelitian pengembangan briket lengket tepung sagu dengan arpus memiliki kadar air yang bervariasi tergantung besar ukuran cetakan briket tersebut. Dengan rata-rata kadar air yang diperoleh semua briket memenuhi standar yaitu mempunyai nilai kadar air maksimal 8% (SNI 1/6235/2000). Adapun uji kadar air pada briket dapat dilihat pada gambar 4.1:



**Gambar 1. Pengaruh Ukuran Briket Perekat Sagu dan Arpus Terhadap Kadar Air**

Jumlah air yang ada dalam briket dikenal sebagai kadar airnya. Anda dapat menentukan kadar air dengan memasukkan sampel briket ke dalam cangkir porselen kosong dan kemudian menimbang cangkir tersebut. Sampel dipanaskan dalam oven pada suhu 105°C selama tiga jam. Setelah cangkir mendingin, keluarkan dari oven, kemudian ditimbang bobotnya (Wicaksono & Nurhatika, 2019).

Gambar 4.1, yang menampilkan grafik penelitian, menunjukkan jumlah air diperoleh dari perekat sagu dengan ukuran briket besar adalah sebesar 6,86 %, pada ukuran briket sedang kadar air sebesar 6,17 %, pada ukuran briket kecil kadar air sebesar 6,02 %, kadar air yang di peroleh pada briket menggunakan perekat arpus dengan ukuran briket besar adalah sebesar 5,28 %, pada ukuran

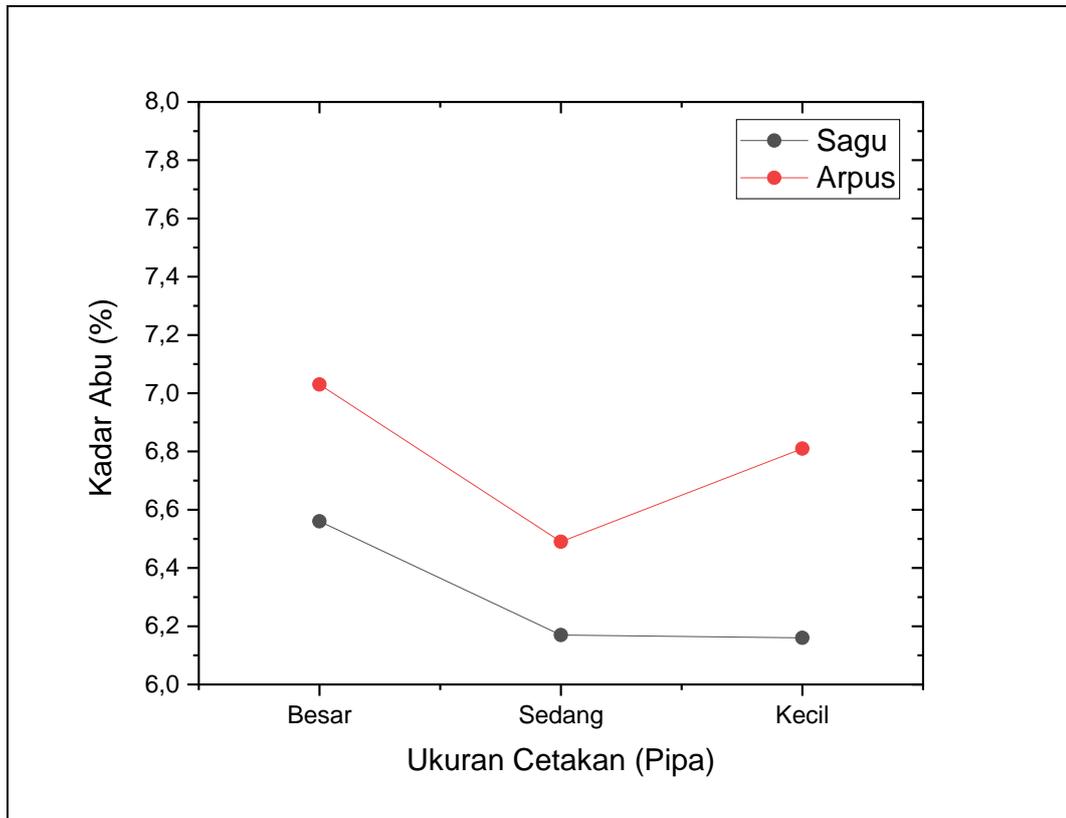
briket sedang kadar air sebesar 5,05%, pada ukuran briket kecil kadar air sebesar 4,24%.

Kandungan air pada perekat sagu dan arpus menyebabkan briket memiliki kadar air yang lebih besar pada saat pengujian. Hal ini karena semakin besar ukuran briket, semakin banyak pula perekat yang dikandungnya, sehingga menyebabkan kandungan air secara keseluruhan lebih tinggi. Kadar air briket mungkin dipengaruhi oleh jenis perekat, jenis bahan baku, dan teknik pengujian yang digunakan. Karena panas diperlukan untuk menguapkan air dalam briket terlebih dahulu, nilai kalor dan laju pembakaran yang rendah merupakan ciri khas dari kandungan air yang tinggi (Wicaksono & Nurhatika, 2019).

Temuan menunjukkan perekat arpus mempunyai nilai kadar air rata-rata 4,8% dan perekat sagu rata-rata 6,35 persen. Berdasarkan temuan, briket yang dibuat dengan perekat arpus dan tepung sagu telah memenuhi kode (SNI 1/6235/2000). khususnya, tidak lebih dari delapan persen air.

### **3.2 Analisa Kadar Abu**

Tujuan pengukuran kadar abu adalah untuk mengetahui bagian briket yang tersisa setelah terbakar sehingga tidak lagi mengandung komponen karbon. Jumlah bahan anorganik dalam briket berkorelasi langsung dengan jumlah abu. (Wicaksono & Nurhatika, 2019). Faktor yang menentukan tinggi rendahnya nilai kadar abu dari briket salah satunya ditentukan dari sifat dan jenis bahan yang digunakan. Gambar 2 menampilkan hasil pengujian kadar abu briket :



**Gambar 2. Pengaruh Ukuran Briket Perekat Sagu dan Arpus Terhadap Kadar Abu**

Grafik Gambar 4.2 menampilkan temuan penelitian yang menunjukkan kandungan abu yang diperoleh dari perekat sagu dengan ukuran briket besar adalah 6,56 %, pada ukuran briket sedang kadar abu sebesar 6,17 %, pada ukuran briket kecil kadar abu sebesar 6,16 %, kadar abu yang di peroleh pada briket menggunakan perekat arpus dengan ukuran briket besar adalah sebesar 7,03 %, pada ukuran briket sedang kadar abu sebesar 6,49%, pada ukuran briket kecil kadar abu sebesar 6,81%.

Hasil samping pembakaran briket arang adalah abu. Abu mempunyai silika sebagai salah satu komponennya. Hasilnya adalah briket arang dengan nilai kalor lebih rendah. Nilai kalor dan kualitas briket arang secara keseluruhan mungkin terkena dampak negatif oleh tingginya kadar abu (Handoko dkk., 2019). Konsentrasi abu briket arang, tinggi atau rendah, sangat bergantung pada jenis bahan baku yang digunakan. Konsentrasi silika cangkang kelapa sawit lebih besar

dibandingkan serbuk gergaji, sama halnya dengan tempurung kelapa (Sundari, 2009 dalam Febrina, 2020).

Produk sampingan dari pembakaran sempurna adalah abu, seperti yang ditunjukkan dalam penelitian (Saukani et al., 2019). Silika adalah komponen utama abu. Peningkatan produksi abu sebanding dengan jumlah silika dalam briket. Menurut (Nahas dkk., 2019), briket dengan konsentrasi silika rendah menghasilkan lebih sedikit abu, hal ini diinginkan karena abu mempengaruhi nilai kalor dan nilai karbon; semakin banyak abu yang dikandung briket, semakin sedikit abu yang dihasilkan. Nilai kalori dan karbon berkorelasi positif dengan nilai kadar abu. Jika kadar abu briket tinggi, pembakarannya akan lebih lambat dan menghasilkan lebih banyak abu selama pembakaran; sebaliknya jika kadar abu briket rendah maka briket akan terbakar lebih cepat dan menghasilkan abu yang lebih sedikit pada saat pembakaran. Dengan demikian, kriteria mutu penelitian ini secara keseluruhan telah terpenuhi (SNI 1/6235/2000), khususnya kadar abu maksimum 8%.

### **3.3. Penentuan Nilai Kalor Pada Briket Campuran Cangkang Kelapa Sawit Dan Serbuk Gergaji Menggunakan Perekat Sagu Dan Arpus.**

Nilai kalor merupakan faktor terpenting dalam menentukan kualitas briket. Kualitas briket berbanding lurus dengan nilai kalornya. Untuk menghitung potensi panas pembakaran dengan menggunakan briket sebagai bahan bakar, kita harus mengetahui nilai kalornya. Karena tingginya konsentrasi karbon terikat dalam briket arang, nilai kalor meningkat seiring dengan meningkatnya suhu pirolisis. Hal ini karena karbon merupakan bahan penting dalam pembakaran, yang menghasilkan panas bila dikombinasikan dengan oksigen. Kandungan karbon briket arang menentukan nilai kalornya, bisa tinggi atau rendah (Purnama et al., 2012, dalam (Ristianingsih et al., 2015)).

Iskandar dkk. (2019) mengutip Rahman (2011). Nilai kalor suatu zat yang mudah terbakar adalah jumlah panas yang dihasilkannya per satuan berat ketika dibakar. Nilai kalor merupakan metrik utama untuk mengevaluasi kualitas bahan bakar briket. Nilai Pembakaran sejumlah satuan bahan bakar (massa) melepaskan

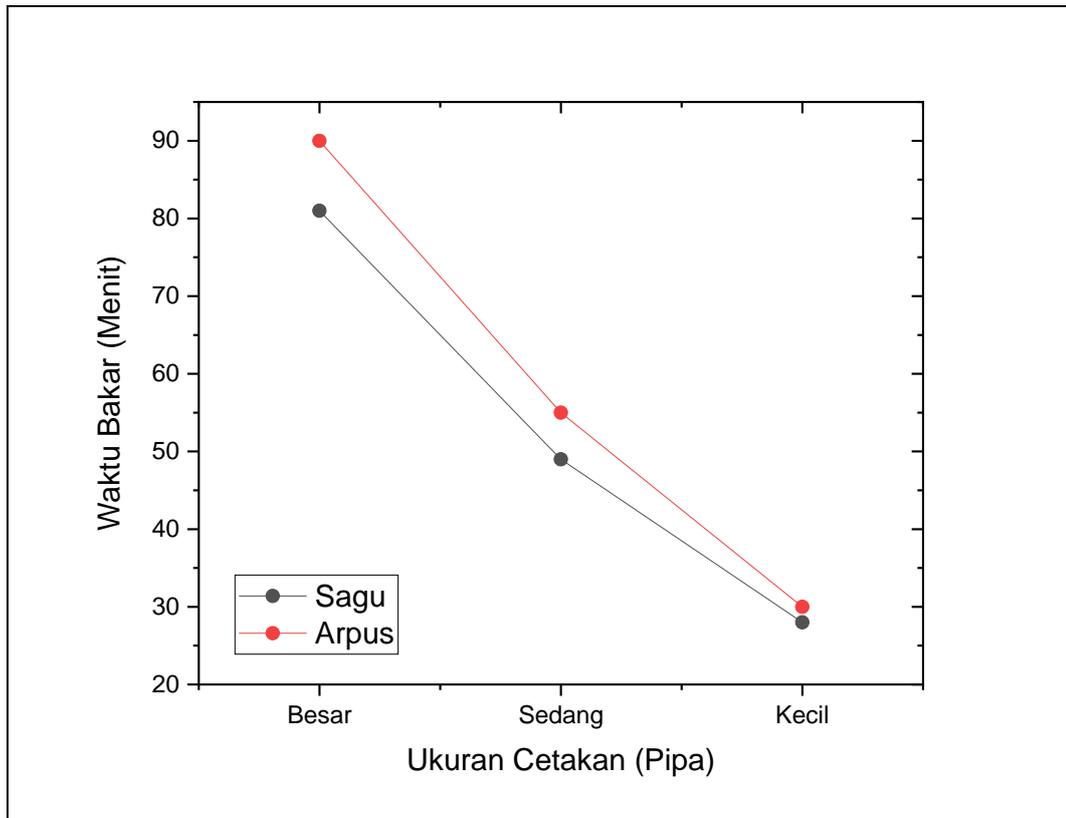
panas dalam bentuk abu, gas karbon dioksida, nitrogen, dan air (kecuali uap air yang diubah menjadi uap). Kualitas bahan bakar sebanding dengan suhunya. Bagus. Konsentrasi karbon terikat dalam briket mempunyai korelasi positif dengan nilai kalor; nilai kalor yang lebih tinggi menunjukkan kualitas briket yang lebih tinggi. Briket arang dengan kandungan karbon tinggi yang terikat padanya akan mempunyai nilai kalor yang tinggi, seperti yang dikemukakan oleh Nurhilal dkk. (2018) dalam Suryani dkk. (2019).

Berdasarkan hasil pengujian, nilai kalor briket yang dibuat dari kombinasi serbuk gergaji dan cangkang kelapa sawit memenuhi kriteria mutu briket arang (SNI 1/6235/2000). Misalnya briket berbahan perekat arpus mempunyai nilai kalor 6.814 kal/g, namun briket berbahan perekat sagu mempunyai nilai kalor 20.239 J/g atau 4.834 kal/g. Sesuai SNI 1/6235/2000, briket yang diproduksi mempunyai nilai kalor minimal 5.000 kal/gr dan kadar abu dan air maksimal 8%.

### **3.4 Analisis Uji Waktu Bakar**

Untuk mencapai kualitas dan efisiensi pembakaran yang optimal, disarankan untuk menjaga nyala api tetap menyala dalam jangka waktu yang lama (Jamilatun, 2008). Jadi, dengan melihat lama waktu pembakaran, data penelitian dapat diklasifikasikan berdasarkan kualitas dan efisiensi tinggi untuk tiga jenis beras: arpus, tepung tapioka, dan sagu.

Adapun hasil penelitian uji waktu bakar pada pembuatan briket menggunakan perekat sagu dan arpus dapat ditunjukkan pada gambar 3



**Gambar 3. Uji Waktu Bakar**

Kadar air dan kualitas briket arang secara keseluruhan sangat dipengaruhi oleh lama pembakaran. Nilai kalor dan daya pembakaran berkorelasi positif dengan kadar air; sebaliknya, kandungan air yang lebih besar dikaitkan dengan nilai kalor dan daya pembakaran yang lebih rendah. Karena perpindahan panas ke bagian dalam briket lebih sedikit dan difusi oksigen ke permukaan briket arang selama pembakaran lebih sedikit, laju pembakaran dipengaruhi oleh kandungan abu (Karim et al., 2015). Selain itu, emisi debu dari briket dengan kandungan abu yang tinggi dapat menyebabkan pencemaran udara. mempunyai pengaruh terhadap volume pembakaran. Kecepatan nyala briket menyebabkan briket mudah pecah, sulit menyala, dan berjamur. Pengujian waktu bakar briket dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui seberapa lama briket bisa menyala.

#### **4. Simpulan dan Saran**

Briket dengan perekat arpus dalam cetakan pipa kecil memiliki kadar air paling rendah yaitu sebesar 4,24%. Briket dengan perekat sagu dalam cetakan

pipa kecil memiliki persentase abu terendah yaitu sebesar 6,16%. Nilai kalor briket campuran cangkang sawit dan serbuk gergaji untuk lem sago adalah 20,239 (J/g) atau 4,834 (cal/g). Nilai kalor lem arpus adalah 28.532 joule per gram (J/g) atau 6.814 kalori per gram (kal/g). Briket dengan perekat arpus dan diameter besar mempunyai masa pembakaran paling lama, yakni mencapai 90 menit. Studi ini menyelidiki kelayakan penggunaan kombinasi limbah cangkang kelapa sawit dan limbah serbuk gergaji, yang direkatkan dengan lem sago dan arpus, sebagai pengganti sumber bahan bakar konvensional.

Pada penelitian selanjutnya dapat digunakan dengan campuran limbah organik lain seperti sampah daun kering atau jangkos sawit, dan dengan jenis perekat lainnya seperti getah pohon nangka atau tepung pulut. Pengujian briket dapat dilakukan diversifikasi dengan memeriksa kekuatan tekanan (Press) selama pencetakan, serta mempelajari kestabilan ketinggian dan kestabilan diameter briket.

## 5. Daftar Pustaka

1. Fahmy, T. Y. A., Fahmy, Y., Mobarak, F., El-Sakhawy, M., & Abou-Zeid, R. E. (2018). *Biomass pyrolysis: past, present, and future. Environment, Development and Sustainability, July*, 1–16. <https://doi.org/10.1007/s10668-018-0200-5>
2. Febrina, W. (2020). Potensi Sampah Organik Sebagai Bahan Baku Pembuatan Briket Bio Arang. *Jurnal Unitek*, 11(1). <https://doi.org/10.52072/unitek.v11i1.27>
3. Handoko, R., Fadelan, F., & Malyadi, M. (2019). Analisa kalor bakar briket berbahan arang kayu jati, kayu asam, kayu johar, tempurung kelapa dan campuran. *Komputek*, 3(1). <https://doi.org/10.24269/jkt.v3i1.198>
4. Haryanto. (2017). *Energi Terbarukan. July*, 1–23. Iskandar, N., Nugroho, S., & Feliyana, M. F. (2019). Uji kualitas produk briket arang tempurung kelapa berdasarkan standar mutu sni. *Jurnal ilmiah momentum*, 15(2). <https://doi.org/10.36499/jim.v15i2.3073>

5. Kholiq, I. (2015). Pemanfaatan energi alternatif sebagai energi terbarukan untuk mendukung substitusi BBM. *Jurnal IPTEK*, 19. [https://doi.org/10.1016/S1877-3435\(12\)00021-8](https://doi.org/10.1016/S1877-3435(12)00021-8)
6. Ristianingsih, Y., Ulfa, A., & Syafitri K.S, R. (2015). Pengaruh suhu dan konsentrasi perekat terhadap karakteristik briket bioarang berbahan baku tandan kosong kelapa sawit dengan proses pirolisis. *Konversi*, 4(2). <https://doi.org/10.20527/k.v4i2.266>
7. Rumiyantri, L., Irnanda, A., & Hendronursito, Y. (2018). Analisis proksimat pada briket arang limbah pertanian. *Spektra: Jurnal Fisika Dan Aplikasinya*, 3(1). <https://doi.org/10.21009/spektra.031.03>.
8. Saukani, M., Setyono, R., & Trianiza, I. (2019). Pengaruh Jumlah Perekat Karet Terhadap Kualitas Briket Cangkang Sawit. *Jurnal Fisika Flux*, 1(1). <https://doi.org/10.20527/flux.v1i1.6159>
9. Smith, H., & Idrus, S. (2017). Pengaruh Penggunaan Perekat Sagu Dan Tapioka Terhadap Karakteristik Briket Dari Biomassa Limbah Penyulingan Minyak Kayu Putih Di Maluku. *Majalah BIAM*, 13(2), 21. <https://doi.org/10.29360/mb.v13i2.3546>
10. Suryani, E., Farid, M., & Mayub, A. (2019). Implementasi Karakteristik Nilai Kalor Briket Campuran Limbah Kulit Durian dan Tempurung Kelapa pada Pembelajaran Suhu dan Kalor Di SMP N 15 Kota Bengkulu. *PENDIPA Journal of Science Education*, 3(3). <https://doi.org/10.33369/pendipa.3.3.146-153>
11. Susanto, A., & Yanto, T. (2013). Pembuatan briket bioarang dari cangkang dan tandan kosong kelapa sawit. *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, 6(2). <https://doi.org/10.20961/jthp.v0i0.13516>
12. Wicaksono, W. R., & Nurhatika, S. (2019). Variasi Komposisi Bahan pada Pembuatan Briket Cangkang Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis*) dan Limbah Biji Kelor (*Moringa oleifera*). *Jurnal Sains Dan Seni ITS*, 7(2). <https://doi.org/10.12962/j23373520.v7i2.372>