

## Variasi Komposisi Biobriket Arang Terhadap Karakteristik Termal

### *Variation of Charcoal Biobriquette Composition on Thermal Characteristics*

**Meita Rezki Vegetama\***

\*Email: m.r.vegetama@gmail.com

Program Studi Pengolahan Minyak dan Gas, Sekolah Tinggi Teknologi Migas

Diterima: 11 Mei 2022 / Disetujui: 30 Agustus 2022

#### ABSTRAK

Peningkatan kebutuhan energi saat ini terus dialami oleh seluruh negara tak beda halnya dengan Indonesia. Briket arang merupakan salah satu penyelamat energi di skala industri dan rumah tangga. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan memvariasikan nilai prosentase komposisi bahan baku yang digunakan yaitu tempurung kelapa dan sekam padi, dengan perbandingan 50% TK : 25% SK; 50% TK : 50% SK; dan 25% TK : 75% SK. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui komposisi yang paling tepat untuk penentuan nilai kalor dan karakteristik lainnya dari briket arang. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini adalah komposisi terbaik dari hasil analisa yang dilakukan yaitu terdapat pada komposisi pertama yaitu 75% tempurung kelapa dan 25% sekam padi dengan nilai kalor terbesar diantara ketiganya yaitu 4.019,95 kal/g dengan pemenuhan standar yang telah ditetapkan dalam Standar Nasional Indonesia untuk Briket yaitu  $\geq 4000$  kal/g.

**Kata Kunci:** Biobriket, Karakteristik Termal, Sekam Padi, Tempurung Kelapa

#### ABSTRACT

*The current increase in energy needs continues to be experienced by all countries, not unlike Indonesia. Charcoal briquettes are one of the energy saviors on an industrial and household scale. This study used an experimental method by varying the percentage value of the composition of the raw materials used, namely coconut shell and rice husk, with a ratio of 50% TK: 25% SK; 50% TK : 50% SK; and 25% TK : 75% SK. This study aims to determine the most appropriate composition for determining the calorific value and other characteristics of charcoal briquettes. The results obtained from this study are the best composition from the results of the analysis carried out, namely in the first composition, namely 75% coconut shell and 25% rice husk with the largest calorific value of the three, namely 4,019.95 cal/g with compliance with the standards set in the Standard. Indonesian National for Briquettes is 4000 cal/g.*

**Keywords:** Biobriquettes, Thermal Characteristics, Rice Husk, Coconut Shell



This work is licensed under Creative Commons Attribution License 4.0 CC-BY International license

#### A. PENDAHULUAN

Peningkatan kebutuhan energi saat ini terus dialami oleh seluruh negara tak beda halnya dengan Indonesia. Meningkatnya kebutuhan energi ini sejalan dengan menurunnya cadangan minyak dan gas bumi fosil yang sudah tidak dapat diperbaharui secara terus

menerus. Energi baru terbarukan merupakan salah satu jalan yang ditempuh oleh pemerintah untuk mengatasi kelangkaan energi yang akan terjadi dimasa yang akan datang. Dewasa ini sudah cukup banyak penelitian-penelitian yang menjawab tentang kelangkaan energi ini dengan menemukan

berbagai sumber energi alternatif, salah satunya adalah melalui biobriket. Briket arang merupakan salah satu penyelamat energi di skala industri dan rumah tangga yang dapat digunakan sebagai pengganti bahan bakar padat yang tidak dapat diperbaharui seperti batubara.

Biobriket merupakan bentuk energi terbarukan dari biomassa yang berasal dari tumbuhan atau tanaman yang saat ini tersedia cukup banyak secara kuantitas di lingkungan, (Kahariyadi et al., 2015).

Dalam penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh (Nurhilal & Sri Suryaningsih, 2018) juga melakukan penelitian yang sama dengan perbandingan komposisi bahan baku, untuk melihat hasil perbandingan yang optimal diantara komposisi yang digunakan, namun dengan menggunakan campuran antara tempurung kelapa dengan sabut kelapa. Oleh karena itu, dalam penelitian ini, penulis ingin melihat bagaimana perbandingan yang optimal yang dihasilkan dari komposisi yang ada namun dengan bahan baku yang berbeda antara komposisi tempurung kelapa dengan sabut kelapa, dengan tempurung kelapa dengan sekam padi.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui komposisi yang paling tepat

untuk penentuan nilai kalor dan karakteristik lainnya dari briket arang.

## **B. METODE PENELITIAN**

### **1. Tempat dan Waktu**

Penelitian ini dilaksanakan selama 2 bulan di mulai bulan Maret Hingga April 2022 di Laboratorium Sekolah Tinggi Teknologi Migas Balikpapan dan Analisa di Laboratorium Kimia Analitik Jurusan Perkebunan Politeknik Pertanian Negeri Samarinda.

### **2. Tahap Penelitian**

Tempurung kelapa dan sekam padi yang sudah didapatkan, di jemur selama dua hari dibawah sinar matahari, hal ini dilakukan untuk mengurangi kadar air yang terdapat didalam kedua bahan baku diatas. Tempurung kelapa yang awal penimbangan sebelum dilakukan proses pengeringan memiliki berat 2,4 Kg, turun menjadi 2,2 Kg setelah proses pengeringan, hal ini menunjukkan terjadi penyusutan kadar air sekitar 0,2 Kg. sedangkan untuk sekam padi, dari berat awal sebesar 2,7 Kg, susut menjadi 2,2 Kg, hal ini menunjukkan selama dua hari pengeringan terjadi pengurangan kadar air sebesar 0,5 Kg.

Proses pembuatan biobriket diawali dengan melakukan pengurangan pada bahan baku yang ada, yaitu tempurung kelapa dengan sekam padi. Pemilihan

tempurung kelapa dan sekam padi pada penelitian ini berasal dari limbah tanpa mengetahui umur dan jenis kelapa dan padinya. Pengarangan dilakukan dalam reactor sederhana untuk masing-masing bahan baku selama masing-masing abhan baku dalam waktu 60 menit, sampai menjadi arang. Setelah dilakukan pengarangan, lalu arang biomassa dihaluskan menggunakan ayakan 30 mesh lalu dicampur dengan perkat melalui komposisi masing-masing, sebagai berikut:

**Tabel 1.** Variasi Komposisi Campuran Tempurung Kelapa dengan Sekam Padi

Tempurung Kelapa	Sekam Padi
75%	25%
50%	50%
25%	75%

Proses selanjutnya setelah pembagian variasi komposisi adalah, merekatkan masing-masing campuran menggunakan perekat tepung tapioca atau kanji dengan konsentrasi 30%. Pemilihan tapioca sebagai perekat, karena tapioca merupakan salah satu perekat berbahan organic, yang memiliki tingkat kerapatan yang tinggi, mudah ditemukan, dan juga harganya lebih murah, dan hanya sedikit menurunkan nilai kalor dibandingkan dengan nilai kalor yang terkandung didalamnya, (Moeksin et al., 2017).

### C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tersedia banyak macam bahan baku yang dapat digunakan untuk biobriket, Termal *et al.*, 2016 menyatakan bahan baku pembuatan biobriket diantaranya limbah hasil dari pengolahan kayu seperti: logging residues, bark, saw dusk, shavinos, waste timber.

- 1) Limbah hasil pertanian seperti; jerami, sekam, ampas tebu, daun kering.
- 2) Limbah bahan berserat seperti; serat kapas, goni, sabut kelapa.
- 3) Limbah hasil pengolahan pangan seperti kulit kacang-kacangan, biji-bijian, kulit-kulitan.
- 4) Bahan baku yang memiliki kandungan selulosa seperti, limbah kertas, karton.

Beberapa bahan baku diatas, telah menunjukkan bahwa pembuatan biobriket dapat menjadi salah satu jalan keluar yang cukup dapat diandalkan demi pemnuhan kebutuhan energi saat ini sebagai energi alternatif. Sekam padi dan tempurung kelapa merupakan salah satu bahan yang dapat digunakan dalam pembuatan biobriket. Kedua bahan baku ini digunakan sebagai komposisi pembuatan biobriket agar dapat terlihat bagaimana karakteristik termal biobriket yang dihasilkan dari perbandingan komposisi yang ada.

Dalam penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh (Nurhilal & Sri Suryaningsih, 2018) juga melakukan penelitian yang sama dengan perbandingan komposisi bahan baku, untuk melihat hasil perbandingan yang optimal diantara komposisi yang digunakan, namun dengan menggunakan campuran antara tempurung kelapa dengan sabut kelapa. Oleh karena itu, dalam penelitian ini, penulis ingin melihat bagaimana perbandingan yang optimal yang dihasilkan dari komposisi yang ada namun dengan bahan baku yang berbeda antara komposisi tempurung kelapa dengan sabut kelapa, dengan tempurung kelapa dengan sekam padi. Maka berdasar atas latar belakang diatas, penulis mengangkat judul penelitian yaitu Perbandingan Komposisi Biobriket Arang Terhadap Karakteristik Termal.

### 1) **Biobriket**

Potensi biomassa di Indonesia adalah cukup tinggi. Dengan hutan tropis Indonesia yang sangat luas, setiap tahun diperkirakan terdapat limbah kayu sebanyak 25 juta ton yang terbuang dan belum dimanfaatkan. Jumlah energi yang terkandung dalam kayu itu besar, yaitu 100 milyar kkal setahun. Demikian juga sekam padi, tongkol jagung, dan tempurung kelapa yang merupakan

limbah pertanian dan perkebunan, memiliki potensi yang besar sekali, (Herawati & Dubron, 2017).

Briket merupakan bahan bakar padat sebagai sumber energi alternatif pengganti bahan bakar minyak yang melalui proses karbonasi kemudian dicetak dengan tekanan tertentu baik dengan atau tanpa bahan pengikat (binder) maupun bahan tambahan lainnya. Biobriket merupakan salah satu energi alternatif sebagai pengganti energi fosil, yang dapat digunakan di skala industry dan rumah tangga. Menurut (Kune et al., n.d.), biobriket arang merupakan (salah satu jenis bahan bakar) yang dibuat dari aneka macam bahan hayati atau biomassa, misalnya kayu, ranting, daun daunan, rumput, jerami, dan limbah pertanian lainnya. Bioarang ini dapat digunakan sebagai bahan bakar yang tidak kalah dari bahan bakar sejenis yang lain. Akan tetapi, untuk memaksimalkan pemanfaatannya, bioarang ini masih harus melalui sedikit proses pengolahan sehingga menjadi briket bioarang.

### 2) **Tempurung Kelapa**

Tempurung kelapa memiliki nilai kalor yang tinggi dibandingkan dengan nilai kalor biomassa yang lainnya, yaitu sebesar 7283,5 cal/g, (Nurhilal & Sri Suryaningsih, 2018). Biomassa dengan

nilai kalor tinggi seperti tempurung kelapa merupakan bahan baku yang paling sering digunakan sebagai bahan baku utama dalam pembuatan biobriket. Dalam penelitian lainnya, (Nurhilal & Suryaningsih, 2017) memaparkan bahwa tempurung kelapa merupakan bagian buah kelapa yang fungsinya secara biologis adalah pelindung inti buah dan terletak di bagian sebelah dalam sabut dengan ketebalan berkisar antara 3–6 mm. Tempurung kelapa juga masuk dalam kategori kayu keras namun, dengan kadar lignin yang lebih tinggi dan kadar selulosa lebih rendah dengan kadar air sekitar 6 - 9% (dihitung berdasarkan berat kering).

Apabila tempurung kelapa dibakar pada temperatur tinggi dalam ruangan yang tidak berhubungan dengan udara maka akan terjadi rangkaian proses penguraian penyusun tempurung kelapa tersebut dan akan menghasilkan arang, destilat, tar dan gas.

**Tabel 2.** Komponen Kimia Tempurung Kelapa

Komponen Kimia	Persentase
Selulosa	26,60%
Pentosa	27%
Lignin	29,40%
	0,60%
Nitrogen	0,11%
Air	8,00%

### 3) Sekam Padi

Sekam padi merupakan limbah salah satu hasil pertanian yang jumlahnya

cukup melimpah di Indonesia. Bahkan Indonesia dinobatkan sebagai salah satu daerah penghasil padi terbesar di Asia Tenggara. Sekam padi dikategorikan sebagai biomassa yang dapat digunakan untuk berbagai kebutuhan seperti bahan baku industri, pakan ternak dan energi atau bahan bakar. Dari proses penggilingan padi biasanya diperoleh sekam sekitar 20-30%, dedak antara 8-12% dan beras giling antara 50-63,5% data bobot awal gabah. Sekam dengan persentase yang tinggi tersebut dapat menimbulkan problem lingkungan, (Termal et al., n.d.). Sekam padi dengan jumlah sebanyak diatas, maka sebagai limbah dapat dimanfaatkan sebagai bahan campuran untuk pembuatan biobriket. Meskipun berdasarkan data dari penelitian sebelumnya, tercatat nilai kalor yang ditunjukkan oleh sekam padi tidak terlalu tinggi, namun karena ketersediaannya dalam jumlah limbah cukup melimpah tadi, maka sekam padi digunakan sebagai bahan campuran, namun dengan bahan baku lainnya yang sudah tercatat memiliki nilai kalor yang cukup tinggi, seperti salah satu contohnya adalah tempurung kelapa.

### 4) Perekat

Perekat adalah suatu zat atau bahan yang memiliki kemampuan untuk

mengikat dua benda melalui ikatan permukaan. Perekat terbagi menjadi dua jenis, yaitu perekat organik dan perekat anorganik. Penambahan perekat dalam pembuatan briket arang dimaksudkan agar partikel arang saling berikatan dan tidak mudah hancur. Perekat organik menghasilkan abu yang relatif sedikit setelah pembakaran briket dan umumnya bahan perekat yang efektif, misalnya tepung tapioka (kanji). Penggunaan perekat kanji memiliki beberapa keuntungan, yaitu: harga murah, mudah pemakaiannya, dan dapat menghasilkan kekuatan rekat yang kering tinggi, (Zaenul amin et al., 2017).

Campuran tempurung kelapa dengan sekam padi yang telah dicampur berdasarkan masing-masing komposisi, selanjutnya dilakukan pemanasan melalui oven dengan suhu 80°C selama 5 jam, untuk mengurangi kadar air yang masih terkandung didalam briket. Setelahnya dilakukan uji karakterisasi melalui Analisa proksimat, yaitu kadar air, kadar abu, kadar zat terbang, dan Analisa nilai kalor. Dibawah ini adalah tabel hasil uji karakteristik Analisa proksimat dari campuran tempurung kelapa dan sekam padi berdasarkan komposisinya masing-masing.

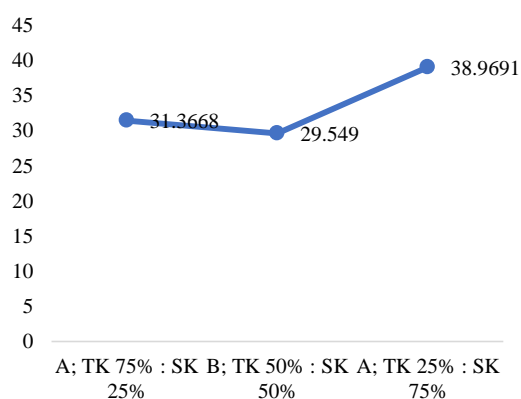
**Tabel 3.** Hasil Karakteristik Uji Proksimat

Sampel	Kadar Air (%)	Kadar Abu (%)	Kadar Zat Terbang (%)	Nilai Kalor (kal/ g)
A: TK 75% : SK 25%	31,36	12,16	38,44	4.019,95
B: TK 50% : SK 50%	29,54	17,11	49,50	3.145,00
C: TK 25% : SK 75%	38,96	18,00	37,10	2.784,61

Dari hasil uji proksimat pada tabel 3 diatas, dapat terlihat bahwa kadar air dan kadar abu tempurung kelapa dengan komposisi lebih besar secara berturut-turut yaitu pada sampel C 38,9691% dan 12,1697% jika dibandingkan dengan sampel A sebesar 31,3668% dan 18,0045%, yang komposisi sekam padinya lebih besar. Hanya saja pada kadar zat terbang terjadi nilai yang lebih tinggi pada sampel A dibandingkan sampel C. Sedangkan untuk kadar air, kadar abu dan kadar zat terbang pada sampel B berada ditengah-tengah hasil Analisa dari kedua variasi lainnya, yaitu sebesar 29,5490%, 17,1165%, 49,50751% secara berturut-turut.

Sedangkan untuk nilai kalor, secara berurutan dari sampel A, B, dan C menunjukkan penurunan yang signifikan, pada sampel A diperoleh nilai kalor sebesar 4.019,95 kal/g, pada sampel B sebesar 3.145,00 kal/g dan pada sampel C 2.784,61 kal/ g, dari ketiga data diatas dapat terlihat bahwa uji proksimat menunjukkan nilai kalor terbesar diantara ketiganya yaitu pada sampel A dengan komposisi tempurung kelapa terbesar, hal

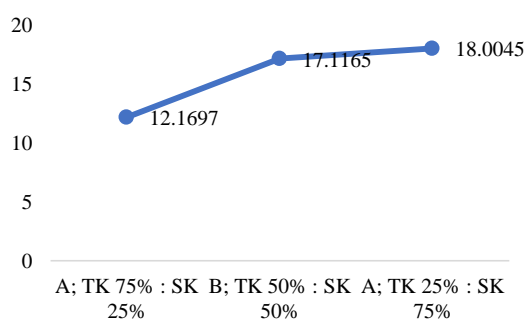
ini dikarenakan oleh besarnya nilai karbon terikat yang terkandung dalam sampel A lebih besar dibandingkan dengan sampel B dan sampel C. Tingginya nilai karbon terikat didalam sampel A disebabkan oleh kadar selulosa, hemiselulosa dan lignin yang terkandung dalam tempurung kelapa lebih besar dibandingkan dengan yang ada didalam sekam padi. Hal senada diampaikan oleh (Nurhilal, 2018) bahwa kadar selulosa, hemiselulosa dan lignin tempurung kelapa lebih besar secara prosentase berturut-turut yaitu 33,61%, 19,27% dan 36,51%. Ditambah lagi setelah proses karbonisasi dilakukan, karena selulosa hemiselulosa dan lignin pada tempurung kelapa dan sekam pada akan terurai dengan dilakukannya temperature berlebih melalui proses karbonisasi atau pengarangan.



**Gambar 1.** Variasi Komposisi Terhadap Kadar Air

Berdasarkan uji proksimat kadar air dalam gambar 1 terlihat bahwa, dari

sampel A mengalami penurunan kadar air sebesar 1,8178% pada sampel B, dari 31,2668% menuju 29,549%. Menurunnya kadar air disini disebabkan oleh penambahan komposisi tempurung kelapa yang memiliki kadar air lebih rendah dibandingkan dengan sekam padi. Data berikutnya terlihat pada sampel C yang diberikan variasi komposisi sekam padi lebih besar dari tempurung kelapa, prosentasenya jauh lebih meningkat dibanding dengan pada sampel B sebelumnya yaitu dari 29,549% menjadi 38,9691%, hal ini menunjukkan kenaikan yaitu sebesar 9,4201% dari sampel B dan sebesar 7,7023% dari sampel A, hal ini dikarenakan pada sampel A merupakan variasi tertinggi dari komposisi yang ada untuk tempurung kelapa dengan nilai kadar air terendah. Namun dari ketiga variasi komposisi diatas, nilai kadar air masih belum memenuhi Standar Nasional Indonesia yaitu maksimal 8%, hal ini disebabkan oleh masih tingginya kadar air yang terkandung didalam bahan baku yang diakibatkan kurangnya waktu pengeringan sebagai proses pra treatment diawal, dan tingginya konsentrasi perekat yang diberikan, dimana perekat yang digunakan mengandung air yang cukup tinggi, sehingga mempengaruhi nilai kadar air saat pengujian proksimat.

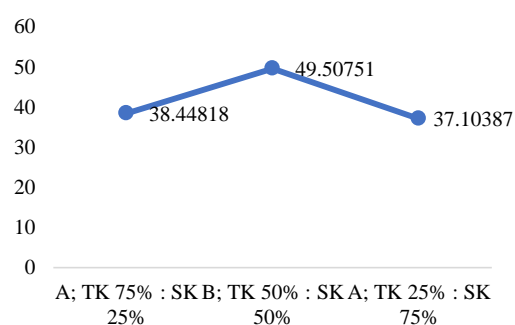


**Gambar 2.** Variasi Komposisi Terhadap Kadar Abu

Untuk nilai kadar abu, berdasarkan grafik diatas diketahui bahwa pada pencampuran briket tempurung kelapa dengan sekam padi nilai kadar abu terendah yaitu pada komposisi tempurung kelapa 75% dan sekam padi 25% yaitu sebesar 12,1697% dan yang kadar air tertinggi yaitu pada komposisi tempurung kelapa 25% sebesar 18,0045%. Peningkatan kadar abu signifikan dengan meningkatnya komposisi sekam padi didalam campuran yang dilakukan pengujian. Kadar abu merupakan jumlah zat residu anorganik yang didapat dalam proses pengabuan suatu produk, residu tersebut berupa zat – zat mineral yang tidak hilang selama proses pembakaran,

Kadar abu akan mempengaruhi kualitas dari briket yang dihasilkan, semakin tinggi kadar abu briket maka semakin kurang baik kualitas dari briket tersebut, karena kadar abu yang tinggi dapat menurunkan nilai kalor briket. Dalam penelitiannya, Dalam Standar SNI

yang telah ditetapkan oleh Kementerian ESDM yaitu sebesar  $\leq 8\%$ , dalam pengujian proksimat kali ini, kadar abu juga belum memenuhi persyaratan yang ditetapkan oleh SNI. Hal yang sama diungkapkan oleh (Nurhilal, 2018) bahwa semakin tinggi nilai kadar abu maka akan mempengaruhi kualitas briket dengan penurunan terhadap nilai kalor.

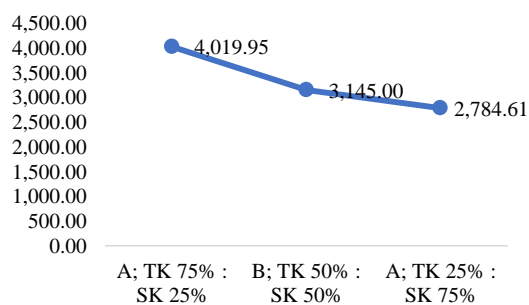


**Gambar 3.** Variasi Komposisi Terhadap Kadar Zat Terbang

Untuk kadar zat terbang, dari grafik diatas dapat diketahui bahwa bahwa kadar zat terbang memiliki range nilai yang mengalami kenaikan dari sampel A ke sampel B sebesar 11,05933% dan mengalami penurunan sebesar 12,40364% dari sampel B menuju sampel C. Kadar zat terbang dari briket campuran sabut dan tempurung kelapa ini belum memenuhi Standar Nasional Indonesia untuk Briket yaitu maksimal 15%. Tingginya kadar zat terbang pada briket disebabkan karena suhu pada proses pengarangan atau karbonisasi tidak terlalu tinggi. Hal tersebut sesuai dengan



pernyataan Sunyata dalam (Nurhilal, 2018) kadar zat terbang akan semakin kecil jika dilakukan proses pirolisa atau pengarangan dengan suhu yang tinggi. Kadar zat terbang yang tinggi dengan akan menurunkan kualitas briket karena dengan banyaknya zat terbang, maka kandungan karbon semakin kecil sehingga nilai kalor yang dihasilkan semakin rendah serta akan menimbulkan banyaknya asap yang dihasilkan dari pembakarannya.



**Gambar 4.** Variasi Komposisi Terhadap Kadar Zat Terbang

Dalam Analisa Nilai kalor adalah pengujian yang tak kalah pentingnya dengan pengujian lainnya, penentuan nilai kalor sangat penting untuk diketahui dalam pembuatan briket, guna mengetahui nilai panas pembakaran yang dapat dihasilkan oleh briket itu sendiri. Nilai kalor menjadi parameter mutu penting bagi briket sebagai bahan bakar padat. Semakin tinggi nilai kalor yang dihasilkan oleh bahan bakar briket, maka akan semakin baik pula kualitasnya. Nilai

kalor tertinggi pada penelitian ini terdapat pada variasi A dengan nilai komposisi 75% tempurung kelapa dan 25% sekam padi yaitu sebesar 4019,95 kal/ g dan nilai kalor terendah yaitu pada komposisi tempurung kelapa 25% dan sekam padi 75% yaitu sebesar 2.784,61 kal/g. Semakin banyak komposisi tempurung kelapa maka nilai kalornya akan semakin tinggi, dan semakin sedikit komposisi dari tempurung kelapa maka nilai kalor yang dihasilkannya akan cenderung menurun, Hal tersebut karena tempurung kelapa memiliki nilai kalor lebih tinggi dibandingkan dengan sekam padi. Tinggi atau rendahnya nilai kalor dipengaruhi oleh tinggi rendahnya nilai karbon terikat dalam briket tersebut, semakin tinggi nilai karbon terikatnya, maka semakin tinggi nilai kalor yang dihasilkannya, (Nurhilal, 2018).

Nilai karbon terikat tempurung kelapa lebih besar dibandingkan dengan nilai karbon terikat pada sekam padi. Hal ini disebabkan kadar karbon terikat dan nilai kalor tempurung kelapa lebih besar dari sabutnya. Nilai kalor juga dipengaruhi oleh kada air dan kadar abu yang ada dalam briket arang, semakin rendah kadar air dan kadar abu dalam briket arang maka akan meningkatkan nilai kalor briket arang yang dihasilkan.

Sesuai dengan pernyataan bahwa nilai kalor dipengaruhi oleh kadar air dan kadar abu yang ada pada briket arang, Apabila semakin tinggi kadar air dan kadar abu, maka nilai kalor yang dihasilkan rendah (Thoha & Fajrin, 2010). Nilai kalor yang dihasilkan dari briket campuran tempurung kelapa dengan sekam padi pada variasi sampel A ini telah memenuhi Standar Briket Nasional yaitu minimal 4000 kal/g.

#### **D. KESIMPULAN DAN SARAN**

Hasil penelitian dan pembahasan dapat ditarik kesimpulan bahwa komposisi terbaik dari bahan baku briket tempurung kelapa dan sekam padi berada pada komposisi 75% tempurung kelapa : 25% sekam padi pada sampel A dengan nilai kalor sebesar 4019,95 kal/g. Diharapkan juga agar penelitian selanjutnya dapat membahas tentang variasi komposisi yang berbeda, dari jenis bahan baku hingga perekat yang digunakan.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

Herawati, N., & Dubron, F. (2017). Pedagang Jagung Rebus Dan Rumah Tangga Sebagai Bahan Bakar Energi Terbarukan Dengan Proses Karbonisasi. *2(2)*, 39–46.

Kahariyadi, A., Setyawati, D., Nurhaida, Diba, F., & Roslinda, E. (2015). Kualitas Arang Briket Berdasarkan Persentase Arang Batang Kelapa Sawit (*Elaeis Guineensis* Jacq) dan Arang Kayu Laban (*Vitex Pubescens* Vahl).

Hutan Lestari, *3(4)*, 561–568.

Kune, S., Ilham, J., & Harun, H. (n.d.). Studi Nilai Kalor Briket Bioarang Dari Limbah Rumah Tangga Sebagai Sumber Energi Alternatif. *JVST*, *1(2)*, 23–28.

Moeksin, R., Ade, K. G. S., Pratama, A., & Tyani, D. R. (2017). Cangkang Biji Karet. *Jurnal Teknik Kimia*, *23(3)*, 146–156.

Nurhilal, O. (2018). Pengaruh Komposisi Campuran Sabut dan Tempurung Kelapa terhadap Nilai Kalor Biobriket dengan Perekat Molase. *Jurnal Ilmu Dan Inovasi Fisika*, *2(1)*, 8–14. <https://doi.org/10.24198/jiif.v2i1.15606>

Nurhilal, O., & Sri Suryaningsih, D. (2018). Pengaruh Komposisi Campuran Sabut dan Tempurung Kelapa terhadap Nilai Kalor Biobriket dengan Perekat Molase. *Jiif (Jurnal Ilmu Dan Inovasi Fisika)*, *2(1)*, 8–14. <https://doi.org/10.24198/Jiif.V2i1.15606>

Nurhilal, O., & Suryaningsih, S. (2017). Karakterisasi Biobriket Campuran Serbuk Kayu dan Tempurung Kelapa. *Jurnal Material Dan Energi Indonesia*, *07(02)*, 13–16.

Termal, K., Arang, B., Padi, S., Variasi, D., Perekat, B., & Patabang, D. (2016). Karakteristik Termal Briket Arang Sekam Padi Dengan Variasi Bahan Perekat.

Thoha, M. Y., & Fajrin, D. E. (2010). Pembuatan Briket Arang dari Daun Jati dengan Sagu Aren Sebagai Pengikat. *Jurnal Teknik Kimia*, *17(1)*, 34–43.

Zaenul Amin, A., Mesin, J. T., Teknik, F., & Semarang, U. N. (2017). Pengaruh Variasi Jumlah Perekat Tepung Tapioka Terhadap Karakteristik Briket Arang Tempurung Kelapa. *Saintekno : Jurnal Sains Dan Teknologi*, *15(2)*, 111–118.