

# Analisis Pengaruh Variasi Campuran Briket Tongkol Jagung dan Briket Tempurung Kelapa Sebagai Energi Alternatif

Roy Lamrun Sianturi \*<sup>1</sup>, Wilson S Nababan<sup>1</sup>, Siwan Edi Amanta Perangin angin<sup>1</sup>, Suriady Sihombing<sup>1</sup>, Hendra Ricardo Tampubolon<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Prodi Teknik Mesin Universitas HKBP Nommensen, Medan

<sup>2</sup>Mahasiswa Prodi Teknik Mesin Universitas HKBP Nommensen, Medan

[\\*Roylamrunsianturi@gmail.com](mailto:Roylamrunsianturi@gmail.com)

## Abstract

*This research was conducted to determine the level of calorific value of each variation of a mixture of briquettes and quality fuel. The research procedure is generally carried out in two stages of manufacture, namely the manufacture of charcoal briquettes and testing of charcoal briquettes. Tests were carried out to determine the level of heating value of the mixture of charcoal briquettes and corn cobs. The test results obtained by adding coconut shell charcoal can improve the quality of corncob charcoal briquettes with a mesh density value of 400 (0.61-0.70 gr/cm<sup>3</sup>) and 800 mesh (0.57-0.65), carbon content bound to the mesh 400 (23.52-57.95%) and on mesh 800 (11.74 - 44.65), calorific value (14522.11282-24486.21246 kJ/kg), moisture content on mesh 400 (7.7-4.8%), and in mesh 800 (9.6 - 7.73), the value of the volatile matter content is in mesh 400 (39.37-26.64%) and in mesh 800 (53.03 - 29.37), the ash content value in the mesh 400 (30.10-11.72%) and 800 mesh (33.04 - 18.35). The highest calorific value in 600 mesh with a composition ratio of 75% corncob powder to 25% shell powder. The higher the value of the bonded carbon content, the higher the calorific value produced and the smaller the value of the water content, volatile matter content, ash content, the better the calorific value. So the charcoal briquettes that have better quality and are close to standard are charcoal briquettes with a combination of 0% corncob charcoal: 100% coconut shell charcoal.*

**Keyword:** Fuel, alternative energy, briquettes, coconut shells, corn cobs.

## Abstrak

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui tingkatan nilai kalornya dari setiap variasi campuran briket dan bahan bakar yang berkualitas. Prosedur penelitian secara umum dilaksanakan dalam dua tahap pembuatan, yaitu pembuatan briket arang dan pengujian briket arang. Pengujian dilakukan untuk mengetahui tingkat nilai kalor campuran briket arang dan tongkol jagung. Hasil pengujian diperoleh dengan penambahan arang tempurung kelapa dapat meningkatkan kualitas briket arang tongkol jagung dengan nilai kerapatan mesh 400 (0,61-0,70 gr/cm<sup>3</sup>) dan mesh 800 (0,57-0,65), kadar karbon terikat pada mesh 400 (23,52-57,95%) dan pada mesh 800 (11,74 - 44,65), nilai kalor (14522.11282-24486.21246 kJ/kg), kadar air pada mesh 400 (7,7-4,8%), dan pada mesh 800 (9,6 - 7,73), nilai kadar zat menguap pada mesh 400 (39,37-26,64%) dan pada mesh 800 (53,03 - 29,37), nilai kadar abu pada mesh 400 (30,10-11,72%) dan mesh 800 (33,04 - 18,35). Nilai kalor tertinggi pada mesh 600 dengan perbandingan komposisi 75% serbuk tongkol jagung dengan 25% serbuk tempurung. Semakin tinggi nilai kadar karbon terikat maka semakin tinggi nilai kalor yang dihasilkan dan semakin kecil nilai kadar air, kadar zat menguap, kadar abu maka semakin bagus nilai kalornya. Maka briket arang yang mempunyai kualitas lebih baik dan mendekati standar adalah briket arang dengan kombinasi 0% arang tongkol jagung : 100% arang tempurung kelapa.

**Kata Kunci:** Bahan bakar, Energi alternatif, Briket, Tempurung Kelapa, Tongkol Jagung.

## 1. PENDAHULUAN

Sebagian besar penggunaan energi di Indonesia berasal dari fosil. ketergantungan energi fosil berdampak merusak lingkungan akibat bersifat berkelanjutan dan tidak berkelanjutan. Sumber energi fosil seperti BBM dan gas LPG selain sudah mulai langka ketersediaannya tetapi harganya sudah tidak lagi murah, maka perlu diciptakan sumber energi baru[1].

Sumber Energi alternatif sebagai pengganti BBM dan gas dapat diperoleh dari beberapa limbah seperti limbah perkebunan atau pertanian. Pemanfaatan limbah ini dapat diolah dengan teknologi alternatif, diantaranya pembuatan arang dari tongkol jagung. Kualitas briket dari tongkol jagung sangat rendah sehingga perlu penambahan bahan baku yang mempunyai kualitas tinggi[2]. Maka tujuan penelitian ini dilakukan yaitu memanfaatkan limbah tempurung kelapa disamping sebagai limbah juga memiliki nilai kalor yang cukup tinggi. Penelitian ini juga dilakukan menggunakan variasi ukuran saringan (mesh) dan komposisi campuran briket. Bertujuan untuk mengetahui tingkatan nilai kalornya dari setiap variasi campuran briket dan bahan bakar alternatif yang berkualitas.

## 2. METODE PENELITIAN

Prosedur penelitian secara umum dilaksanakan dalam dua tahap pembuatan, yaitu pembuatan briket arang dan pengujian briket arang. Pengujian dilakukan untuk mengetahui tingkat nilai kalor campuran briket arang dan tongkol jagung. beberapa variasi komposisi bahan baku yang dilakukan, yaitu melakukan penyaringan Arang tongkol jagung dan arang tempurung kelapa mesh 400 dan mesh 800. Kemudian briket diuji dengan beberapa kombinasi seperti 100% arang tongkol jagung, campuran 75% arang tongkol jagung dan 25% arang tempurung kelapa, campuran 50% arang tongkol jagung dan 50% arang tempurung kelapa, campuran 25% arang tongkol jagung dan 75% arang tempurung kelapa serta 100% arang tempurung kelapa.

Masing-masing komposisi bahan baku yang telah dibuat selanjutnya dimasukkan dalam cetakan sebanyak 16 gr berukuran diameter 2,1 cm dan tinggi 4 cm. Lalu diberi tekanan kempa sebesar 1kg/msselama 15 menit hingga terbentuknya briket. Briket arang kemudian dikeringkan dengan tungku pemanas pada suhu 60°C selama  $\pm 2 \times 24$  jam. Kemudian briket diuji untuk menentukan besarnya nilai kalor dari bahan bakar menggunakan *Oxygen Bomb Calorimeter*. Karakteristik yang diuji meliputi: kerapatan, kadar air, kadar zat mudah menguap, kadar abu, kadar karbon terikat dan nilai kalor. Analisis diperoleh menggunakan persamaan[3]:

$$K = \frac{G}{V} \quad (1)$$

$$V = \frac{1}{2} \pi r^2 h \quad (2)$$

$$KA = \frac{x_1 - x_2}{x_1} \times 100\% \quad (3)$$

$$KM = \frac{B - C}{F} \times 100\% \quad (4)$$

$$A = \frac{D - E}{W} \times 100\% \quad (5)$$

$$A = \text{Kadar abu (\%)} \quad (6)$$

$$FC (\text{Fixed Carbon}) = 100 - (KA + KM + A) \% \quad (7)$$

$$HHV = (m_w \cdot C_w + m_{kal} \cdot C_{kal} + m_{bomb} \cdot C_{bomb}) \times \Delta T \quad (8)$$

$$\text{LHV} = \text{HHV} - 3240 \text{ kJ/kg} \quad (9)$$

### 3. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Hasil Pembuatan Briket (Mesh 400 dan 800)

Briket dari campuran arang tongkol jagung dengan arang tempurung kelapa yang dibuat dengan 5 kombinasi, yaitu 100% arang tongkol jagung, 75% arang tongkol jagung dengan 25% arang tempurung kelapa, 50% arang tongkol jagung dengan 50% arang tempurung kelapa, 25% arang tongkol jagung dengan 75% arang tempurung dan 100% arang tempurung kelapa dicetak dalam satu bentuk yaitu bentuk silinder. Hasil yang diperoleh seperti pada gambar dibawah ini :

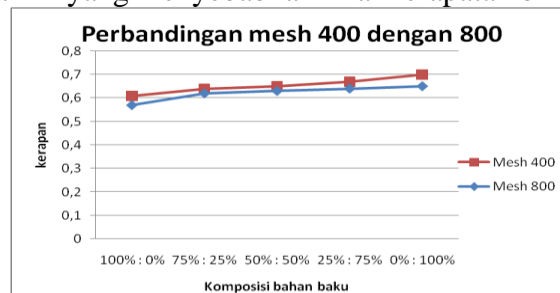


Gambar 4.1 Briket Arang

#### 3.2 Hasil Penelitian Briket

##### 3.2.1 Kerapatan Briket Mesh

Kerapatan menunjukkan perbandingan antara berat dan volume briket arang. Besar kecilnya kerapatan dipengaruhi oleh ukuran dan kehomogenan arang penyusun briket tersebut[4]. Nilai kerapatan terendah pada mesh 400 sebesar  $0,61 \text{ gr/cm}^3$  terdapat pada perlakuan komposisi arang tongkol jagung dengan arang tempurung kelapa (100% : 0%), sedangkan nilai kerapatan tertinggi  $0,70 \text{ gr/cm}^3$  terdapat pada perlakuan komposisi arang tempurung kelapa (0% : 100%). Perlakuan arangtongkol jagung dengan arang tempurung kelapa kurang mempunyai ikatan antar serat yang kompak dan kuat karena arangtongkol jagung lebih banyak dari arang tempurung kelapa. Hal ini yang menyebabkan nilai kerapatan briket rendah. Nilai kerapatan terendah pada mesh 800 sebesar  $0,57 \text{ gr/cm}^3$  terdapat pada perlakuan komposisi arangtongkol jagung dengan arang tempurung kelapa (100% : 0%), sedangkan nilai kerapatan tertinggi  $0,65 \text{ gr/cm}^3$  terdapat pada perlakuan komposisi arang tempurung kelapa (0% : 100%). Perlakuan arang tongkol jagung dengan arang tempurung kelapa kurang mempunyai ikatan antar serat yang kompak dan kuat karena arangtongkol jagung lebih banyak dari arang tempurung kelapa. Hal ini yang menyebabkan nilai kerapatan briket rendah.

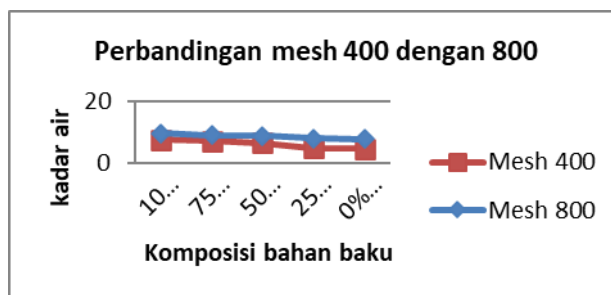


Gambar 4.2 Grafik nilai kerapatan briket

Grafik di atas menunjukkan bahwa nilai kerapatan briket mesh 800 lebih tinggi daripada mesh 400 dan komposisi 100% tempurung memperlihatkan nilai kerapatan yang lebih tinggi dibandingkan ke empat komposisi lainnya.

### 3.2.2 Kadar Air Briket

Kadar air briket berpengaruh terhadap nilai kalor. Semakin kecil nilai kadar air maka semakin bagus nilai kalornya. Briket arang mempunyai sifat higroskopis yang tinggi. Sehingga penghitungan kadar air bertujuan untuk mengetahui sifat higroskopis briket arang hasil penelitian[5]. Nilai kadar air terendah pada mesh 400 sebesar 7,7% terdapat pada perlakuan komposisi arangtongkol jagung(0%:100%). Nilai kadar air terbesar 4,8% terdapat pada perlakuan komposisi arang tempurung kelapa (100% : 0%). Kadar air yang tinggi pada perlakuan disebabkan karena jumlah pori-pori masih cukup banyak dan mampu menyerap air. Nilai kadar air terendah pada mesh 800 sebesar 9,6% terdapat pada perlakuan komposisi arangtongkol jagung dengan arang tempurung kelapa (0% : 100%). Nilai kadar air terbesar 7,73% terdapat pada perlakuan komposisi arang tempurung kelapa (100% : 0%). Kadar air yang tinggi pada perlakuan disebabkan karena jumlah pori-pori masih cukup banyak dan mampu menyerap air.



Gambar 4.3 Grafik nilai kadar air briket.

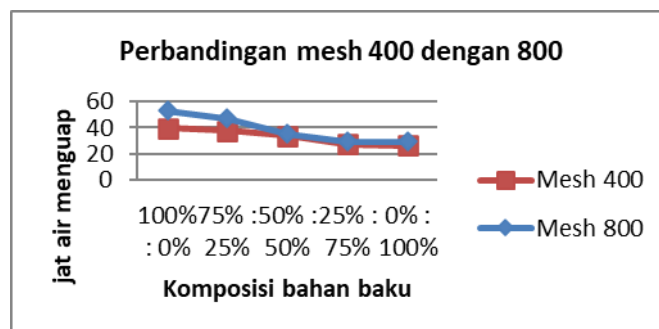
Dari hasil grafik menunjukkan bahwa kadar air mesh 800 lebih tinggi dari pada mesh 400, dan pada komposisi 100% tempurung baik pada mesh 400 dan mesh 800 memperlihatkan nilai kadar air yang lebih tinggi dibandingkan dengan keempat komposisi lainnya.

### 3.2.3 Kadar Zat Menguap Briket 400

Kadar zat menguap adalah zat (*volatile matter*) yang dapat menguap sebagai hasil dekomposisi senyawa-senyawa yang masih terdapat di dalam arang selain air. Kandungan kadar zat menguap yang tinggi di dalam briket arang akan menyebabkan asap yang lebih banyak pada saat briket dinyalakan. Menurut Pane (2015) tinggi rendahnya kadar zat menguap briket arang yang dihasilkan dipengaruhi oleh jenis bahan baku, sehingga perbedaan jenis bahan baku berpengaruh nyata terhadap kadar zat menguap briket arang.

Nilai kadar zat menguap terendah pada mesh 400 sebesar 26,64% terdapat pada perlakuan komposisi arangtempurung kelapa (0% : 100%), sedangkan nilai tertinggi sebesar 39,37% terdapat pada perlakuan komposisi arang tongkol jagung (100% : 0%). Nilai kadar zat menguap yang rendah pada perlakuan 100% arang tempurung kelapa disebabkan karena tempurung kelapa mengalami proses pengarangan sehingga terjadi proses karbonisasi yang mengakibatkan kandungan zat yang terdapat di dalam tempurung banyak yang terbuang. Nilai kadar zat menguap terendah pada mesh 800 sebesar 29,37% terdapat pada perlakuan komposisi arangtempurung kelapa (0% :

100%), sedangkan nilai tertinggi sebesar 53,03% terdapat pada perlakuan komposisi arangtongkol jagung(100% : 0%). Nilai kadar zat menguap yang rendah pada perlakuan 100% arang tempurung kelapa disebabkan karena tempurung kelapa mengalami proses pengarangan sehingga terjadi proses karbonisasi yang mengakibatkan kandungan zat yang terdapat di dalam tempurung banyak yang terbuang.



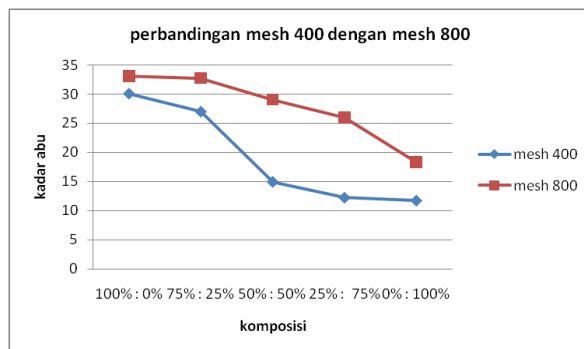
**Gambar 4.4** Grafik nilai kadar zat menguap briket

Grafik diatas menunjukkan bahwa nilai kadar zat menguap briket mesh 800 lebih tinggi daripada mesh 400 dan komposisi 100% tongkol jagung memperlihatkan nilai kadar zat menguap yang lebih tinggi dibandingkan ke empat komposisi lainnya

### 3.2.4 Kadar Abu Briket 400

Abu merupakan bagian yang tersisa dari hasil pembakaran dalam hal ini adalah sisa pembakaran briket arang. Salah satu unsur penyusun abu adalah silika. Pengaruhnya kurang baik terhadap nilai kalor briket arang yang dihasilkan. Kandungan abu yang tinggi dapat menurunkan nilai kalor briket arang sehingga kualitas briket arang tersebut menurun[7]. Nilai kadar abu terendah pada mesh 400 sebesar 30,10% terdapat pada perlakuan komposisi arangtongkol jagung (100% : 0%), sedangkan nilai tertinggi sebesar 11,72 % terdapat pada perlakuan komposisi arangtongkol jagung (0% : 100%). Penambahan arang tempurung kelapa ternyata mengurangi kadar abu, hal ini disebabkan karena kandungan silika pada arangtongkol jagung lebih tinggi dibandingkan dengan kandungan silika pada arang tempurung kelapa. Secara statistik penambahan arang tempurung kelapa berpengaruh nyata terhadap nilai kadar abu.

Nilai kadar abu terendah sebesar 33,04% terdapat pada perlakuan komposisi arangtongkol jagung (0% : 100%), sedangkan nilai tertinggi sebesar 18,35% terdapat pada perlakuan komposisi arangtongkol jagung dengan arang tempurung kelapa (100% : 0%). Penambahan arang tempurung kelapa ternyata mengurangi kadar abu, hal ini disebabkan karena kandungan silika pada arangtongkol jagung lebih tinggi dibandingkan dengan kandungan silika pada arang tempurung kelapa. Secara statistik penambahan arang tempurung kelapa berpengaruh nyata terhadap nilai kadar abu.



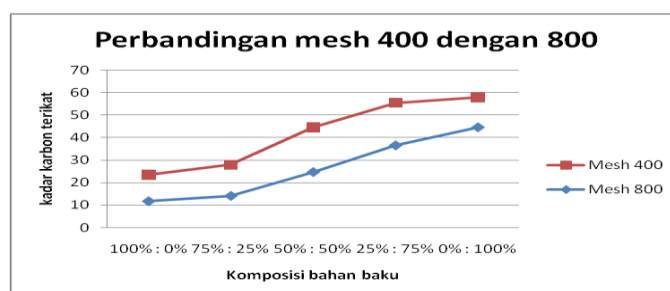
**Gambar 4.5** Grafik nilai kadar abu briket

Grafik menunjukkan bahwa nilai kadar abu briket mesh 800 lebih tinggi daripada mesh 400 dan komposisi 100% tongkol jagung memperlihatkan nilai kadar abu yang lebih tinggi dibandingkan ke empat komposisi lainnya.

### 3.2.5 Kadar Karbon Terikat Briket

Karbon terikat (*fixed carbon*) yaitu fraksi karbon (C) yang terikat di dalam arang selain fraksi air, zat menguap dan abu. Keberadaan karbon terikat di dalam briket arang dipengaruhi oleh nilai kadar abu dan kadar zat menguap. Kadarnya akan bernilai tinggi apabila kadar abu dan kadar zat menguap briket arang tersebut rendah. Karbon terikat berpengaruh terhadap nilai kalor bakar briket arang. Nilai kalor briket akan tinggi apabila nilai karbon terikatnya tinggi.

Nilai terendah pada mesh 400 sebesar 23,53 % terdapat pada perlakuan komposisi arangtongkol jagung (100% : 0%), sedangkan nilai tertinggi sebesar 57,95% terdapat perlakuan komposisi arang tempurung kelapa (0% : 100%). Penambahan arang tempurung kelapa ternyata mampu meningkatkan kadar karbon terikat briket. Nilai karbon terendah pada mesh 800 sebesar 11,74% terdapat pada perlakuan komposisi arangtongkol jagung (100% : 0%), sedangkan nilai tertinggi sebesar 44,65% terdapat perlakuan komposisi arang tempurung kelapa (0% : 100%). Penambahan arang tempurung kelapa ternyata mampu meningkatkan kadar karbon terikat briket.



**Gambar 4.6** Grafik nilai kadar karbon terikat briket

Grafik diatas menunjukkan bahwa nilai kadar karbon terikat briket mesh 800 lebih rendah daripada mesh 400 dan komposisi 100% tempurung memperlihatkan nilai kadar karbon terikat yang lebih tinggi dibandingkan ke empat komposisi lainnya.

### 3.2.6 Nilai Kalor Briket

Nilai kalor sangat menentukan kualitas briket arang. Semakin tinggi nilai kalor bakar briket arang, semakin baik pula kualitas briket arang yang dihasilkan. Nilai kalor

dipengaruhi oleh kadar air dan kadar abu briket arang. Semakin tinggi kadar air dan kadar abu briket arang, maka akan menurunkan nilai kalor bakar briket arang yang dihasilkan[7]. Hasil Pengujian Nilai Kalor Bahan Bakar ditunjukkan tabel berikut:

Tabel 4.11 Hasil pengujian nilai kalor pada komposisi 75% arangtongkol jagung dengan 25 % tempurung kelapa mesh 400

No	Bahan Bakar	T1( <sup>0</sup> C)	T2( <sup>0</sup> C)	HHC (KJ/Kg)	HHV Rata <sup>2</sup> (KJ/Kg)	LHV Rata <sup>2</sup> (KJ/Kg)
1	75 Tongkol	26,98	27,46	31617.728		
2	jagung , 25 %	27,54	28,02	31617.728	31,617.73	31,073.81
3	Tempurung Kelapa Mesh 400	27,09	28,57	31617.728		

Tabel 4.12 Hasil pengujian nilai kalor pada komposisi 75% arangtongkol jagung dengan 25 % Tempurung kelapa mesh 800.

No	Bahan Bakar	T1( <sup>0</sup> c)	T2( <sup>0</sup> c)	HHC (KJ/Kg)	HHV Rata <sup>2</sup> (KJ/Kg)	LHV Rata <sup>2</sup> (KJ/Kg)
1	75 Tongkol jagung,	27,40	27,83	27941.248		
2	25 % Tempurung	27,84	28,77	64706.048	40,441.28	37,201.28
3	Kelapa Mesh 800	28,29	28,73	28676.544		

### 3.3 Pembahasan

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa briket arang tongkol jagung dengan tempurung kelapa mempunyai nilai kalor yang bagus ,dimana briket tongkol jagung dan tempurung kelapa dilakukan dengan dua kali pengujian yaitu dengan membandingkan dengan dua jenis ukuran saringan ,yaitu mesh 400 dengan mesh 800. Nilai kandungan *moisture* yang terdapat dalam masing-masing komposisi briket yang dihasilkan apabila dibandingkan dengan standar mutu briket, akan sesuai dengan standar mutu biket komersial. nilai kalor yang terdapat dalam briket arang tempurung yang dihasilkan lebih baik (nilai kalornya lebih besar) apabila dibandingkan dengan briket arang tongkol jagung. Berdasarkan ukuran mesh perbandingan briket arang tongkol jagung dengan tempurung kelapa diperoleh nilai kerapatan mesh 400 lebih tinggi dibandingkan dengan nilai kerapatan mesh 800, semakin besar ukuran mesh (ukuran saringan) maka nilai kerapatan akan semakin rendah. , disebabkan oleh ukuran mesh yang tinggi atau lebih halus, maka nilai kerapatan semakin rapat. Nilai kadar air pada mesh 400 lebih rendah di bandingkan dengan kadar air pada mesh 800, Semakin halus briket yang di saring maka kadar air yang di kandung dalam briket akan semakin banyak atau semakin tinggi. Nilai kadar zat menguap pada mesh 400lebih rendah di bandingkan dengan kadar zat menguap pada mesh 800,semakin tinggi kadar air yang di kandung dalam briket maka nilai kadar menguap akan semakin tinggi juga. Nilai kadar abu pada mesh 400 lebih rendah dibandingkan dengan nilai kadar abu pada mesh 800.semakin tinggi ukuran mesh maka semakin halus briket dan semakin banyak atau semakin tinggi nilai abu yang di hasil kan. Nilai kadar karbon terikat lebih tinggi pada mesh 400 dibandingkan pada mesh 800.

## 4. KESIMPULAN

Penambahan arang tempurung kelapa mampu meningkatkan kualitas briket arang tongkol jagung yang dihasilkan. Yaitu: Penambahan arang tempurung kelapa dapat

meningkatkan nilai kerapatan mesh 400 (0,61-0,70 gr/cm<sup>3</sup>) dan mesh 800 (0,57-0,65), kadar karbon terikat pada mesh 400 (23,52-57,95%) dan pada mesh 800 (11,74 - 44,65), nilai kalor (14522.11282-24486.21246 kJ/kg), Serta mampu menurunkan nilai kualitas briket pada kadar air pada mesh 400 (7,7-4,8%), dan pada mesh 800 (9,6 - 7,73), nilai kadar zat menguap pada mesh 400 (39,37-26,64%) dan pada mesh 800 (53,03 - 29,37), nilai kadar abu pada mesh 400 (30,10-11,72%) dan mesh 800 (33,04 - 18,35), Varisai ukuran mesh 400 dan 800 dalam penyaringan serbuk tongkol jagung dan tempurung kelapa dilakukan untuk mengetahui peningkatan atau penurunan nilai nilai pengujian pada briket arang tersebut, dimana pengujian sebelumnya telah menggunakan ukuran mesh 600, sehingga penulis melakukan pengujian dengan variasi ukuran tersebut. Nilai kalor tertinggi pada mesh 600 atau pada pengujian sebelumnya terdapat pada perbandingan komposisi 75% serbuk tongkol jagung dengan 25% serbuk tempurung, berdasarkan hasil pengujian tersebut perbandingan nilai kalor dengan variasi ukuran mesh 400 dengan 800 terhadap ukuran mesh 600 atau yang ukuran sebelumnya. Semakin tinggi nilai kadar karbon terikat maka semakin tinggi nilai kalor yang dihasilkan dan semakin kecil nilai kadar air, kadar zat menguap, kadar abu maka semakin bagus nilai kalornya. Maka briket arang yang mempunyai kualitas lebih baik dan mendekati standar adalah briket arang dengan kombinasi 0% arang tongkol jagung : 100% arang tempurung kelapa.

## 5. REFERENSI

- [1] S. Wahyuni and S. MP, *Biogas: Energi Alternatif Pengganti BBM, Gas dan Listrik*. AgroMedia, 2013.
- [2] L. Sulistyaningkartti and B. Utami, "Making Charcoal Briquettes from Corncobs Organic Waste Using Variation of Type and Percentage of Adhesives," *JKPK J. Kim. Dan Pendidik. Kim.*, vol. 2, no. 1, pp. 43-53, 2017.
- [3] Y. Darvina and A. Nur, "Upaya peningkatan kualitas briket dari arang cangkang dan tandan kosong kelapa sawit (TKKS) melalui variasi tekanan pengepresan," 2011.
- [4] F. A. S. Sibarani, "Pengaruh Perbandingan Tempurung Kelapa Dan Eceng Gondok Serta Variasi Ukuran Partikel Terhadap Karakteristik Briket," *J. Tek. Kim. USU*, vol. 5, no. 3, pp. 56-61, 2016.
- [5] A. Saleh, I. Novianty, S. Murni, and A. Nurrahma, "Analisis kualitas briket serbuk gergaji kayu dengan penambahan tempurung kelapa sebagai bahan bakar alternatif," *Al Kim.*, vol. 5, no. 1, pp. 21-33, 2017.
- [6] J. P. Pane, E. Junary, and N. Herlina, "Pengaruh konsentrasi perekat tepung tapioka dan penambahan kapur dalam pembuatan briket arang berbahan baku pelepah aren (*Arenga pinnata*)," *J. Tek. Kim. USU*, vol. 4, no. 2, pp. 32-38, 2015.
- [7] Y. Ristianingsih, P. Mardina, A. Poetra, and M. Y. Febrida, "Pembuatan briket bioarang berbahan baku sampah organik daun ketapang sebagai energi alternatif," *INFO-Tek.*, vol. 14, no. 1, pp. 74-80, 2013.