

## PENGARUH UKURAN PARTIKEL CANGKANG KELAPA SAWIT TERHADAP EFISIENSI KALOR PADA BRIKET CANGKANG KELAPA SAWIT

### *Influence of Particle Size Palm Oil Shell to Heat Efficiency in Briquettes Palm Oil Shell*

Yoga Alun Mustafa, Suwandi, Amaliah Rohsari Indah Utami  
Universitas Telkom  
E-mail: yogaalunmustafa@yahoo.com

**Abstract** - The energy crisis is one of the problems facing mankind today. Because of the limitations of existing fossil energy on earth then much alternative energy development. One alternative energy is developed briquettes. The briquettes are used in this study is the briquettes are made from raw material palm oil shell. Palm shell briquettes made by particle size variations. The measure used in the study are smaller than 8 mesh, between 8-12 mesh, between 12-20 mesh, and greater than 20 mesh. Grouping particle size sieve used to size 8 mesh, 12 mesh and 20 mesh. As the adhesives used briquettes cassava flour in the ratio 1:7 to palm shells. Briquettes with a mesh size of between 8 - 12 mesh has an average calorific value of the largest in the amount of 4696.2 cal / g. Briquettes with size greater than 20 mesh is the briquettes to trigger the shortest time and the amount of residual char slightly. Briquettes with size smaller than 8 mesh is briquettes with flame longest time with an average temperature of 65 ° C.

**Keywords:** Briquettes palm shells, large calorific value of briquettes, bomb calorimeter

#### PENDAHULUAN

Kelapa sawit merupakan salah satu komoditas di propinsi Riau. Pada tahun 2012 tandan buah segar kelapa sawit yang dihasilkan mencapai 36.809.252 ton. Pengolahan kelapa sawit menghasilkan limbah berupa cangkang kelapa sawit, limbah cair, serat (*fiber*), dan janjang kosong. Jumlah limbah cangkang kelapa sawit sebesar 3,75% dari jumlah tandan buah yang dihasilkan dari perkebunan. Belum maksimalnya pemanfaatan limbah cangkang kelapa sawit ini yang mendorong penelitian ini untuk dilakukan.

Kandungan kalor yang terdapat di dalam cangkang kelapa sawit adalah sebesar 18034,56 kJ/kg, namun dikarenakan ukuran cangkang kelapa sawit yang keluar dari pengolahan relatif kecil maka pembuatan briket sangatlah berpotensi untuk menjadi salah satu solusi pemanfaatan limbah cangkang kelapa sawit.

Ukuran partikel bahan utama pembuatan briket sangat mempengaruhi nilai kalor yang dihasilkan oleh briket yang telah jadi. Hal ini ditegaskan dalam penelitian

pembuatan briket kulit biji nyamplung. Penelitian dilakukan dengan memvariasikan ukuran partikel kulit biji nyamplung sebesar 16 mesh, 20 mesh, dan 40 mesh. Nilai kalor terbesar terdapat pada briket dengan ukuran 20 mesh dengan kandungan perekat sebesar 17,66% yang bernilai sebesar 6772,58 kal/gram (Arif Budiarto dkk, 2012).

Untuk itu penelitian kalor yang dihasilkan oleh briket cangkang kelapa sawit berdasarkan ukuran partikel sangatlah menarik untuk dilakukan, dengan tujuan untuk menghemat energi yang digunakan dalam pemecahan cangkang kelapa sawit yang telah dikeluarkan dari pabrik.

Dalam penelitian ini ukuran partikel cangkang kelapa sawit dikelompokkan berdasarkan rentang ukuran dari ayakan dengan dimensi ukuran mesh. Adapun ukuran ayakan yang digunakan dalam penelitian ini adalah 8 mesh, 12 mesh, dan 20 mesh. Sehingga kelompok ukuran partikel yang dihasilkan adalah lebih kecil dari 8 mesh, antar 8-12 mesh, antar 12-20 mesh, dan lebih besar dari 20 mesh.



Berdasarkan hukum *Azas Black* yaitu kalor yang dilepas dalam sebuah reaksi atau pembakaran sama dengan kalor yang diterima oleh bahan atau benda yang terlibat didalam proses pembakaran atau reaksi kimia. Dengan persamaan :

$$Q_{\text{lepas}} = Q_{\text{serap}} \quad (2.1)$$

Dan yang terjadi pada kalori meter bom adalah

$$Q_{\text{reaksi}} = Q_{\text{air}} + Q_{\text{bom}} \quad (2.2)$$

$$Q_{\text{reaksi}} = (m_{\text{air}} \times c_{\text{air}} \times \Delta T) + (C_{\text{bom}} \times \Delta T) \quad (2.3)$$

Dimana:

$m_{\text{air}}$  = massa air didalam kolorimeter ( g )

$C_{\text{air}}$  = kalor jenis air didalam kolorimeter ( kal/g.°C )  
atau ( kal/g.°C )

$\Delta T$  = perubahan suhu sebelum reaksi dan sesudah reaksi

$C_{\text{bom}}$  = kapasitas kalor bom ( kal/°C ) atau ( kal/K )

$Q_{\text{reaksi}}$  adalah energi yang dilepas pada saat reaksi berlangsung (energi dalam). Karena proses yang terjadi di dalam kalori meter ini bersifat adiabatik dan isokhorik maka besar dari energi dalamnya sama dengan kalor yang dilepas dari proses pembakaran. Dimana untuk menentukan besar dari  $Q_{\text{reaksi}}$  adalah sebagai berikut :

$$Q_{\text{reaksi}} = \Delta h \times m_{\text{bahan}} \quad (2.4)$$

Dimana :

$m_{\text{bahan}}$  = massa bahan yang diuji

$\Delta h$  = perubahan entalpi yang nilainya

Nilai  $\Delta h$  ditentukan dengan :

$$\Delta h = \Delta U + \Delta(PV) \quad (2.5)$$

Dimana :

$\Delta U$  = energi dalam dari proses ( karena volume dalam pengukuran bernilai tetap dan usaha yang diberikan dari lingkungan tidak ada karena bersifat adiabatik maka energi dalam ini ditentukan oleh kondisi awal dan kondisi ahir).

$\Delta(PV)$  = untuk gas ideal suku ini diganti dengan  $(n_2 - n_1)RT$

Sehingga didapat :

$$\Delta(PV) = (n_2 - n_1)RT \quad (2.6)$$

Dengan :  $n_2$  = jumlah mol produk yang terbentuk gas

$n_1$  = jumlah mol reaktan yang berbentuk gas

Secara teori semua energi yang dihasilkan dari proses pembakaran digunakan untuk menaikkan suhu di lingkungan sekitar (dalam kasus ini adalah air) sehingga kalor reaksi dapat dihitung dengan menggunakan persamaan

$$Q = m_{\text{air}} \times c_{\text{air}} \times \Delta T_{\text{air}} = m_{\text{ampel}} \times \Delta h_{\text{pembakaran}} \quad (2.7)$$

Kawat yang digunakan sebagai pemantik pada proses pembakaran juga ikut terbakar sehingga mengakibatkan reaksi susulan yang menghasilkan  $\text{HNO}_3$ , dan  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Persamaan yang digunakan untuk menghitung hal tersebut adalah:

$$Hg = \frac{Tw - e_1 - e_2 - e_3}{m} \quad (2.8)$$

Dimana :

Hg : nilai kalor dari briket cangkang kelapa sawit

T : koreksi suhu

W : energi ekuifalen dari kalori meter yang digunakan, dipercobaan ini menggunakan standarisasi asam benzoat

$e_1$  : Koreksi dalam kalori untuk panas pembentukan  $\text{HNO}_3 = c1$ , jika digunakan NaOH 0.0709N untuk titrasi

$e_2$  : Koreksi dalam kalori untuk pembentukan  $\text{H}_2\text{SO}_4 = 13,7 \times c2 \times \text{massa}$

$e_3$  : Koreksi dalam kalori untuk panas pembakaran kawat = 2,3 dikali dengan konsumsi kawat yang digunakan.

Energi ekuifalen (w) dalam perhitungan berfungsi untuk menentukan nilai kapasitas dari kalorimeter. Energi ekuifalen dapat dicari dengan melakukan percobaan pembakaran asam benzoat. Persamaan digunakan untuk menentukan nilai energi ekuifalensi adalah sebagai berikut :

$$w = \frac{h \cdot m + e_1 + e_2}{T} \quad (2.9)$$

Dimana :

h : kalor pembakaran bahan yang sudah diketahui (dalam percobaan ini menggunakan asam benzoat)

$e_1$  : koreksi dalam kalori untuk panas pembentukan  $\text{HNO}_3 = c1$ , jika digunakan NaOH 0.0709N untuk titrasi

$e_2$  : koreksi dalam kalori untuk panas pembakaran kawat = 2,3 dikali dengan konsumsi kawat yang digunakan.

t : koreksi suhu

m : massa dari asam benzoat



Nilai koreksi pada  $e_1$  dan  $e_2$  dihasilkan dari titrasi menggunakan NaOH dengan konsentrasi 0,0709 N (0,09709 Mol). Dengan perhitungan :

$$e_1 = \frac{V_{\text{NaOH}} \times N_{\text{NaOH}}}{0,0709 N} \quad (2.10)$$

Sedangkan untuk mencari nilai  $t$  (koreksi suhu) pada percobaan

$$T = (T_c - T_a) - r_1(b - a) - r_2(c - b) \quad (2.11)$$

dimana :

$T_c$  : temperatur diwaktu  $c$

$T_a$  : temperatur pada saat pembakaran

$r_1$  : laju (celcius/menit) ketika temperatur naik selama 5 menit (periode sebelum pembakaran)

$r_2$  : laju (celcius/menit) ketika temperatur naik selama 5 menit (periode sesudah pembakaran)

$a$  : waktu pembakaran (*Pre-period*)

$b$  : waktu temperatur mencapai 60% dari total kenaikan (*rise periode*)

$c$  : waktu mula-mula (setelah temperatur naik) dan laju perubahan temperatur mulai konstan (*Post-period*)

$T$  : koreksi suhu

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1.1 Karakteristik Ukuran Cangkang Kelapa sawit Sebelum Ditumbuk

Pengukuran karakterisasi ukuran cangkang kelapa sawit yang merupakan hasil dari proses pengolahan menggunakan saringan mesh yang memiliki ukuran 8 mesh, 12 mesh, 20 mesh. Hasil percobaan didapat ukuran cangkang kelapa sawit sebagai berikut :

Tabel 1. Karakteristik ukuran cangkang kelapa sawit sebelum ditumbuk

Banyak Percobaan	Berat Total	Ukuran X < 8	Ukuran	Ukuran	Ukuran X > 20
			8 < X < 12	12 < X < 20	
1	67.86	67.2	0.55	0	0.11
2	82.54	81.6	0.37	0	0.48
3	75.83	72.34	2.85	0.31	0.31

Kesimpulan dari tabel karakteristik ukuran cangkang kelapa sawit sebelum ditumbuk adalah ukuran cangkang kelapa sawit adalah lebih kecil dari 8 mesh atau lebih besar dari 2,380 milimeter. Namun

untuk ukuran antara 8 mesh sampai 12 mesh sudah ada, namun jumlahnya tidak banyak. Pada ukuran lebih besar dari 20 mesh merupakan campuran dari partikel cangkang yang halus ditambah dengan fiber kelapa sawit.

### 1.2 Jumlah Energi yang Dibutuhkan untuk Menembuk

Energi untuk menembuk bertujuan untuk mengetahui seberapa besarkah energi yang dibutuhkan untuk menghancurkan cangkang kelapa sawit agar menjadi ukuran partikel yang sesuai. Jumlah energi yang digunakan dalam proses penumbukan dihitung menggunakan persamaan energi potensial. Dengan menggunakan alat tumbuk yang telah disediakan. Besar energi yang digunakan untuk proses penumbukan adalah sebagai berikut:

Tabel 2. Persentase rata-rata jumlah partikel

UKURAN PARTIKEL	PERSENTASE JUMLAH PARTIKEL		
	JUMLAH TUMBUKAN		
	30 kali	40kali	50 kali
X < 8 MESH	65.22%	50.48%	36.88%
8 < X < 20 MESH	19.05%	26.19%	32.34%
12 < X < 20 MESH	9.14%	13.04%	17.58%
X > 20 MESH	6.58%	10.29%	13.20%

### 1.3 Nilai Kalor yang Terkandung dari Masing-Masing Partikel

Adapun hasil dari pengukuran menggunakan kalori meter bom untuk masing masing briket adalah sebagai berikut:

Tabel 3. Kalor yang dihasilkan oleh briket dari masing-masing tumbukan dan ukuran partikel

ukuran partikel	NILAI KALOR RATA-RATA MASING MASING BRIKET (Kal/g)			
	30 kali tumbukan	40 kali tumbukan	50 kali tumbukan	rata-rata
x>20	4551,22	4462,90	4789,55	4601,22
12<x<20	4592,55	4621,93	4700,89	4638,46
8<x<12	4740,64	4614,79	4733,17	4696,20
x<8	4431,84	4393,64	4790,23	4538,57

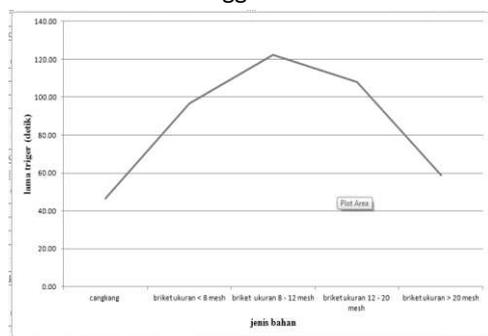
### 1.4 Nilai Efisiensi Briket

Untuk menentukan nilai efisiensi dari cangkang kelpa sawit dan briket cangkang kelapa sawit berdasarkan ukuran partikelnya, maka dilakukanlah percobaan pembakaran di ruang terbuka. Guna dari percobaan yang dilakukan adalah untuk



mengetahui lama trigger (waktu yang dibutuhkan untuk menyalakan briket), lama nyala dari briket, dan sisa pembakaran yang berupa arang. Adapun hasil dari penelitian adalah sebagai berikut:

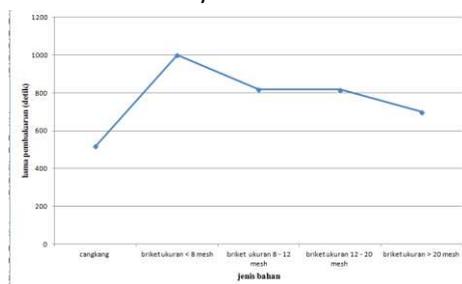
- Grafik waktu trigger



Gambar 1. Grafik trigger dari briket dan cangkang kelapa sawit

Dapat dilihat bahwa waktu trigger terlama terjadi pada briket dengan ukuran partikel 8-12 mesh dengan waktu 122 detik, sedangkan waktu tercepat terjadi pada cangkang kelpa sawit tanpa dibuat briket 46 detik. Briket dengan ukuran lebih besar 20 mesh adalah briket yang memiliki waktu trigger tercepat dengan waktu rata-rata 59 detik.

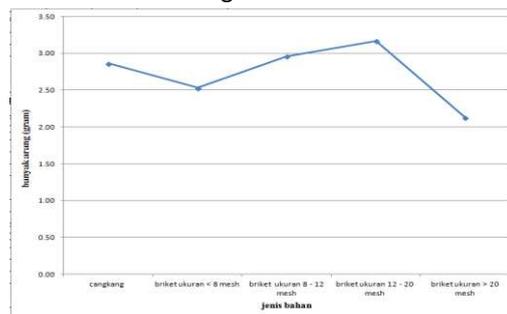
- Grafik lama nyala



Gambar 2. Grafik lama pembakaran dari briket

Waktu padam terlama terjadi pada briket dengan ukuran kurang dari 8 mesh dengan lama nyala rata-rata 16,67 menit (1000 detik), sedangkan waktu padam tercepat terjadi pada cangkang kelapa sawit tanpa dibuat briket dengan lama nyala rata-rata 8,67 menit (520 detik). Briket dengan ukuran partikel lebih besar dari 20 mesh adalah briket yang memiliki waktu nyala tercepat dengan waktu 11,67 menit (700 detik).

- Grafik sisa arang



Gambar 3. Grafik sisa arang yang dihasilkan dari pembakaran

Jumlah arang paling sedikit terdapat pada proses pembakaran briket dengan ukuran partikel lebih besar dari 20 mesh dengan total arang yang dihasilkan sebanyak 2,13 gram. Sedang jumlah arang terbanyak terjadi pada briket dengan ukuran partikel 12-20 mesh dengan berat rata-rata 3.16 gram.

Briket dengan efisien terbagus ditentukan dengan waktu trigger yang cepat, nyala api yang lama, dan sisa arang yang sedikit. Sehingga dapat disimpulkan bahwa nilai briket dengan efektifitas baik untuk lama nyala adalah briket dengan ukuran kurang dari 8 mesh. Efektifitas untuk waktu trigger yang paling cepat adalah cangkang kelapa sawit tanpa dibuat briket. Efektifitas terbaik untuk jumlah arang yang tersisa adalah briket dengan ukuran lebih dari 20 mesh.

**KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil dari penelitian yang dilakukan, maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut :

1. Ukuran partikel berpengaruh terhadap nilai kalor yang dihasilkan oleh briket. Briket dengan ukuran partikel 8-12 mesh memiliki nilai kandungan kalor terbesar dengan nilai kalor rata-rata 4638,46 Kal/g. Briket dengan ukuran partikel 20 mesh adalah briket yang memiliki nilai kandungan kalor terkecil dengan nilai kalor rata-rata 4538,57 Kal/g.
2. Briket dengan ukuran partikel lebih besar dari 20 mesh adalah briket yang

3. memiliki nilai paling bagus karena waktu trigger yang dibutuhkan sangat singkat dan sisa arang dari pembakaran juga paling sedikit diantara briket yang lain yaitu 2,13 gram.
4. Briket dengan ukuran partikel lebih besar dari 20 mesh adalah briket dengan waktu trigger tercepat yaitu 59 detik. Briket dengan ukuran partikel antara 8-12 mesh adalah briket dengan waktu trigger terlama yaitu 122,3 detik.
5. Briket dengan ukuran kurang dari 8 mesh adalah briket yang memiliki waktu nyala terlama yaitu 16,67 menit. Briket dengan ukuran partikel 20 mesh adalah briket dengan waktu nyala tersingkat yaitu dengan lama nyala 11,67 menit.
6. Sisa arang terbanyak terjadi pada briket dengan ukuran partikel 12-20 mesh dengan berat arang 3,17 gram. Sedangkan sisa arang paling sedikit terjadi pada briket dengan ukuran partikel lebih besar 20 mesh dengan berat arang 2,13 gram.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Budiarto, Arif.dkk .(2012). Pemanfaatan Limbah Biji Nyamplung Untuk Bahan Bakar Briket Bioarang Sebagai Sumber Energi Alternatif.Jurnal Teknologi Kimia dan Industri, Vol 1, halaman 165-174.
- Buku panduan "*Measuring the Energi Content of Food using the Bomb Kalorimeter*"
- Febrijanto,Irhan. (2011). Kajian Teknis & Keekonomian Pembangkit Listrik Tenaga Biomassa Sawit; Kusus: Di Pabrik Kelapa Sawit Pinang Tinggi, Sei Bahar, Jmabi. Jurnal Of Mechatronics, Elektrik Power, And Vehicular Tecknology. Vol. 02, halaman 11-22.
- Haji, Abdul Gani. dkk.(2010).Kajian Mutu Arang Hasil Pirolisis Cangkang Kelapa Sawit. Jurnal Purifikasi. Vol 11, hakaman 77- 86.
- Kurniati, Elly.(2008). Pemanfaatan Cangkang Kelapa Sawit Sebagai Arang Aktif. Jurnal Penelitian Ilmu Teknik. Vol 8, halaman 96-103.
- Napitupulu, Farel H. (2006). Analisa Nilai Kalor Bahan Bakar Serabut Dan Cangkang Sebagai Bahan Bakar Ketel Uap Di Pabrik Kelapa Sawit. Volume 23, halaman 44-48.

- Syahza, Almasd. (2004). Kelapa Sawit Dan Kesejahteraan Petani Di Pedesaan Daerah Riau. Perspektif. Vol 9, halaman 1-10.
- Soelaiman, Jalal Rosyidi. (2013).Perbandingan Karakteristik Briket-Briket Berbahan dasar Sekam Padi Sebagai Energi. Tamrin,gamal. November 2012. Gambar dan cara kerja kalorimeter bom tersedia :<http://chemistrynecistry.blogspot.com/2012/11/gambar-dan-cara-kerja-kalorimeter-bom.html> [16 maret 2014].

#### TANYA JAWAB

Penanya : Siti Chalimah ( UMS )

Pertanyaan :

- a. Bagaimana dengan ukuran briket ?
- b. Komposisi air kenapa di ukur dalam satuan gram tidak ml atau liter?
- c. Ukuran partikel adalah memakai satuan mesh, tetapi mengapa di gambar terdapat pengaris atau mistar?
- d. Apakah fungsi air?

Jawaban :

- a. Ukuran briket yang diameter 1 cm dengan tinggi 1 cm hanya digunakan untuk pengujian kalor.
- b. 20 gram air karena menimbang air dengan neraca .
- c. Sebagai penunjuk kalau briketnya tidak berukuran homogen .

Fungsi air adalah sebagai pelekat atau lem untuk tepung tapiok

