

## PENGARUH BAHAN TAMBAHAN TERHADAP KALOR BRIKET DARI SAMPAH

### *THE INFLUENCE OF ADDITIVE MATERIALS TOWARDS HEAT FROM WASTE BRIQUETTES*

Raysa Nurpujawati Gunawan<sup>1</sup>, Drs. Suwandi M.Si<sup>2</sup>, Ahmad Qurthobi ST,MT<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Prodi S1 Teknik Fisika, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

[raysanurpujawati@gmail.com](mailto:raysanurpujawati@gmail.com)<sup>1</sup>, [suwandi.sains@gmail.com](mailto:suwandi.sains@gmail.com)<sup>2</sup>, [qurthobi@gmail.com](mailto:qurthobi@gmail.com)<sup>3</sup>

---

#### Abstrak

Secara umum sampah menjadi sumber masalah utama pencemaran lingkungan oleh karena itu salah satu pemanfaatan sampah bisa dijadikan bahan bakar alternative. Sampah yang akan dijadikan bahan bakar alternative terlebih dahulu dihitung nilai kalornya. Nilai kalor sampah menjadi parameter penting karena dengan mengetahui nilai kalor setiap komponen sampah akan memudahkan untuk mendapatkan bahan bakar alternative yang lebih efisien. Nilai kalor yang dibutuhkan untuk proses pembakaran sampah minimal sekitar 1500 kcal/kg, sedangkan nilai kalor sampah di Indonesia hanya mencapai 1000 kcal/kg. Selain sampah ada beberapa yang bisa dijadikan bahan campuran agar menghasilkan nilai kalor yang tinggi antara lain penambahan bahan additive seperti batu bara, sekam padi, serbuk gergaji, king grass. Metode yang dilakukan dengan mengukur nilai kalor sampah dengan alat kalorimeter bom. Untuk nilai kalor sampah rata-rata sekitar 4668 cal/g, nilai kalor batu bara sekitar 5708 cal/g, nilai kalor serbuk gergaji sekitar 4408 cal/g, nilai kalor sekam padi sekitar 4424 cal/g, dan nilai kalor king grass sekitar 4997 cal/g.

---

**Kata Kunci:** Energi Alternative, Kalor Sampah, Uji Kalorimeter Bom, Waste to Energy

---

#### *Abstract*

In general, waste becomes the main source of environmental pollution, therefore one of the utilization of waste can be used as alternative fuel. The waste that will be used as alternative fuel is calculated calorific value first. The value of waste heat becomes an important parameter because by knowing the calorific value of each waste component will make it easier to get a more efficient alternative fuel. The calorific value required for the waste combustion process is at least about 1500 kcal / kg, while the calorific value of waste in Indonesia only reaches 1000 kcal / kg. In addition to waste there are some that can be used as a mixture of materials to produce high calorific value such as the addition of additive materials such as coal, rice husks, sawdust, king grass. The method performed by measuring the value of waste heat with bomb calorimeter tool. For average waste heat calorific value of about 4668 cal / g, coal calorific value is about 5708 cal / g, sawdust heat value about 4408 cal / g, rice calorific value of rice about 4424 cal / g, and king grass calorific value about 4997 cal / g.

*Keywords: Alumina, nanoparticles, viscosity, thermal conductivity, concentration, and coefficient of performance*

---

#### 1. Pendahuluan

Berangkat dari kepedulian terhadap lingkungan yang tercemar oleh sampah. Populasi sampah yang paling banyak adalah sampah rumah tangga dan sampah plastik. Oleh karena itu maka sampah bisa dimanfaatkan sebagai bahan bakar alternative. Energi yang dibutuhkan semakin tinggi, namun sumber daya yang tersedia semakin menipis[1]. Untuk menggantikan sumber bahan bakar fosil maka dibutuhkan energi alternative. Salah satu bahan bakar yang dapat dimanfaatkan adalah energi yang terkandung di dalam sampah, atau yang dikenal dengan konsep waste to energy. Proses waste to energy adalah proses rekoveri energi dari limbah dengan cara proses pembakaran langsung, atau dengan bahan bakar dalam bentuk hidrogen, metan, atau bahan bakar sintetik lainnya[2]. Nilai kalor sampah menjadi parameter penting karena dengan mengetahui nilai kalor setiap komponen sampah akan memudahkan untuk mendapatkan bahan bakar alternative yang lebih efisien.

Pembakaran sampah mengacu pada pembakaran limbah dan meninggalkan abu dan menimbulkan emisi udara[3]. Pembakaran sampah masih dilakukan karena beberapa komponen yang terkandung dalam sampah seperti kandungan kimia yang tidak dapat dilakukan oleh metode lain, lebih cepat dan dapat mengurangi volume lebih besar[4]. Nilai kalor yang dibutuhkan untuk proses pembakaran sampah minimal sekitar 1500 kkal/kg, sedangkan nilai kalor sampah di Indonesia hanya mencapai 1000 kkal/kg[5]. Selain limbah sampah anorganik yang digunakan dalam penelitian ini, ada beberapa bahan additive yang digunakan antara lain batu bara, sekam padi, serbuk gergaji, dan king grass. Beberapa bahan additive digunakan untuk mengetahui pengaruh bagi nilai kalor sampah setelah dicampurkan karena setiap bahan additive memiliki nilai kalor yang berbeda. Nilai kalor yang dihasilkan dapat dijadikan parameter untuk mengetahui pengaruh bahan additive. Konsep yang dilakukan pada penelitian perhitungan nilai kalor ditentukan dengan percobaan kalorimeter bom. Perhitungan nilai kalor sampah dan bahan additive dengan kalorimeter bom tidak selalu memberikan hasil yang akurat karena sampel yang representative[6]. Oleh karena itu, pada penelitian ini akan dilakukan analisis perbandingan antara massa bahan, dan jenis bahan. Dengan ketelitian yang dilakukan, diharapkan dari data ini nilai kalor dapat diukur dengan lebih mudah. Pada tugas akhir ini akan dilakukan uji briket sampah, dan untuk mengetahui pengaruh macam-macam bahan additive untuk mendapatkan nilai kalor paling tinggi untuk campuran briket. Hasil pengujian dilakukan dengan mencari nilai kalor briket sampah yang ditambah bahan additive dengan massa yang berbeda menggunakan metoda pengukuran dengan alat kalorimeter bom. Hasil perbandingan ini yang nantinya akan memberikan ketentuan bahwa dengan adanya campuran bahan additive akan membantu pertambahan nilai kalor.

## **2. Dasar Teori**

### **2.1 Kalor**

Kalor adalah energi yang diterima oleh benda sehingga suhu benda atau wujudnya berubah. Ukuran jumlah kalor dinyatakan dalam satuan joule (J). Kalor disebut juga dengan bahang atau kalor adalah energi yang ditransfer dari satu sistem ke sistem lain dengan interaksi termal. Berbeda dengan bekerja, kalor selalu disertai dengan pengalihan entropi. Aliran kalor adalah karakteristik dari objek makroskopik dan sistem, tetapi sumber dan sifatnya dapat dipahami dari segi konstituen mikroskopis mereka. Satuan untuk kalor ini adalah joule. Kalor dapat diukur dengan kalorimeter, atau ditentukan secara tidak langsung dengan perhitungan berdasarkan jumlah yang lain, bergantung misalnya pada hukum pertama termodinamika.

### **2.2 Pengolahan Sampah**

Pengolahan sampah sangat penting untuk mencapai kualitas lingkungan yang bersih dan sehat, dengan demikian sampah harus dikelola dengan sebaik-baiknya sedemikian rupa sehingga hal-hal yang negatif bagi kehidupan tidak sampai terjadi. Dalam ilmu kesehatan lingkungan, suatu pengolahan sampah dianggap baik jika sampah tersebut tidak menjadi tempat berkembangbiaknya bibit penyakit serta sampah tersebut tidak menjadi media perantara menyebar luasnya suatu penyakit. Syarat lainnya yang harus terpenuhi dalam pengelolaan sampah ialah tidak mencemari udara, air, dan tanah, tidak menimbulkan bau (segi estetis), tidak menimbulkan kebakaran dan lain sebagainya. Pengolahan sampah adalah suatu bidang yang berhubungan dengan pengaturan terhadap penimbunan, penyimpanan (sementara), pengumpulan, pemindahan dan pengangkutan, pemrosesan dan pembuangan sampah dengan suatu cara yang sesuai dengan prinsip-prinsip terbaik dari kesehatan masyarakat, ekonomi, teknik (engineering), perlindungan alam (conservation), keindahan dan pertimbangan lingkungan lainnya dan juga mempertimbangkan sikap masyarakat.

### **2.3 Bahan Bakar Alternative**

Bahan bakar alternative yang digunakan PT Indocement Tunggul Prakarsa Tbk. Adalah sekam padi, serbuk gergaji, king grass, dan sampah. Alasan memilih bahan bakar alternative ini karena dari bahan tersebut memiliki nilai kalor yang lumayan tinggi sehingga dapat digunakan sebagai bahan bakar alternative, dan memanfaatkan bahan bahan bakar alternative tersebut yang terdapat disekitar perusahaan. Penggunaan sekam padi sebagai bahan bakar yaitu sekitar 4 ton per jam dan direncanakan akan ditingkatkan sampai 12,5 ton per jam. Penggunaan sekam akan menurunkan kualitas residu abu dalam sekam cukup besar yaitu 30-35 % dengan kandungan terbesarnya silika. Untuk bahan bakar alternative sampah, sebelum diumpukan sebagai bahan bakar sampah dipilah terlebih dahulu untuk memisahkan sampah organik dan anorganik. sampah organik digunakan untuk pembuatan kompos, sedangkan sampah anorganik digunakan untuk bahan bakar. Bahan bakar alternative yang digunakan adalah sekam padi, batubara, serbuk gergaji, king grass. Syarat bahan bakar alternative yang diterima adalah memiliki kalor minimum 1000 kkal/kg.

### **2.4 Bomb Calorimeter**

Kalorimeter Bom merupakan kalorimeter yang khusus digunakan untuk menentukan nilai kalor yang dihasilkan dari reaksi-reaksi pembakaran. Kalorimeter bom ini digunakan untuk menghitung jumlah kalor atau nilai kalori yang dibebaskan pada pembakaran sempurna. Namun, kalorimeter bom lebih banyak digunakan untuk penentuan nilai kalor bahan bakar padat dan cair. Pengukuran kalorimeter bom dilakukan pada kondisi

volume konstan tanpa aliran, atau dengan kata lain reaksi pembakaran dilakukan tanpa menggunakan nyala api melainkan menggunakan gas oksigen sebagai pembakar dengan volume konstan atau tekanan tinggi.



Gambar 2.1 Alat Kalori Meter

### 2.5 Uji Bomb Calorimeter

Nilai kalor dapat ditentukan dengan percobaan kalorimeter bom di laboratorium, dua gram sampel dimasukkan ke dalam bom, dan disambungkan dengan kawat yang menghantarkan arus listrik. Bom ditutup dan diberikan oksigen pada tekanan tinggi. Kemudian bom diletakkan ke dalam bak air adiabatik. Ketika listrik mulai dialirkan, maka terjadi pembakaran di dalam bom. Panas yang dihasilkan dari pembakaran akan memanaskan medium air dan kenaikan temperatur yang terjadi akan terukur oleh termometer dan kemudian dikonversikan menjadi besaran nilai kalor.

## 3. Pembahasan

### 3.1 Prosedur Penelitian

#### 3.1.1 Proses Pemilahan Sampah

Terdapat tahapan-tahapan yang harus diperhatikan dalam pemilahan sampah, tahap-tahapannya sebagai berikut :

1. Pisahkan antar sampah organik dan anorganik
2. Sampah anorganik dibawa ke UPS BUMDES
3. Sampah anorganik dimasukkan kedalam mesin crusher agar bentuknya kecil sehingga memudahkan untuk dimasukkan ke dalam alat kalorimeter bom

#### 3.2.2 Proses Pembuatan Atau Penambahan Bahan Additive

Terdapat tahapan-tahapan yang harus diperhatikan dalam mencari nilai kalor briket ditambah bahan additive, tahap-tahapannya adalah sebagai berikut :

1. Mengukur nilai kalor :
  - a. Sampah terdiri dari 15 sample
  - b. Bahan Additive (batu bara, sekam padi, serbuk gergaji, king grass)
2. Mengukur Kalor Campuran (sampah dan additive) dengan variasi massa yang berbeda tetapi dengan massa maksimal dua gram tetapi massa briket lebih banyak dibanding bahan additive.

### 3.3 Metode Analisis Perbandingan

Analisis perbandingan untuk penelitian ini ada beberapa variabel pengamatan yaitu meliputi : massa bahan, jenis bahan. Pengambilan data akan dilakukan sampai 11 kali dengan massa dan bahan additive yang berbeda supaya terlihat perbandingan nilai kalornya.

### 3.4 Hasil Pengamatan Hasil Pengamatan Nilai Kalor Briket Setelah Diberi Batu Bara

Batu bara adalah salah satu bahan bakar fosil. Pengertian umumnya adalah batuan sedimen yang dapat terbakar, terbentuk dari endapan organik, utamanya adalah sisa-sisa tumbuhan dan terbentuk melalui proses pematuan. Batu bara yang digunakan oleh PT Indocement Tunggul Prakarsa Tbk adalah batubara jenis sub bituminous dengan nilai high heating value (HHV) rata-rata sebesar 5000-6000 kkal/kg dan memiliki kadar air yang lebih besar dari 12%. Hasil pengujian awal nilai kalor rata-rata dari batu bara diperoleh dengan hasil perhitungan sebagai berikut:

Tabel 4.1 Nilai kalor briket + batu bara

Sampah (gr)	Batu Bara (gr)	GHV (cal/g)	NHV (cal/g)
2	0	4668	4503
1,9	0,1	4719	4584
1,8	0,2	4772	4637
1,7	0,3	4689	4688
1,6	0,4	4876	4740
1,5	0,5	4928	4928
1,4	0,6	4980	4845
1,3	0,7	5031	4896
1,2	0,8	5083	4948
1,1	0,9	5135	5001
1	1	5188	5053

### 3.5 Hasil Pengamatan Nilai Kalor Briket Setelah Diberi Sekam Padi

Sampah (gr)	Sekam Padi (gr)	GHV (cal/g)	NHV (cal/g)
2	0	4608	4533
1,9	0,1	4657	4579
1,8	0,2	4546	4418
1,7	0,3	4485	4357
1,6	0,4	4424	4274
1,5	0,5	4374	4246
1,4	0,6	4303	4175
1,3	0,7	4242	4115
1,2	0,8	4181	4054
1,1	0,9	4121	3993
1	1	4060	3943

Pada tabel 4.2, penambahan nilai kalor pengambilan datanya dilakukan menggunakan kalorimeter bom. Pengambilan nilai kalor dilakukan dari mulai perbandingan massa yang berbeda. Kandungan volatil matters memegang peranan penting dari bahan bakar padat dalam hal kemampuan menyala (ignitability) dan kemampuan terbakar (combustibility). Dari data diatas dalam pengujian kadar air atau inherent moisture berpengaruh. IM yang terkandung pada sekam padi adalah 5,09. Nilai GHV dan NHV tertinggi pada saat campuran bahan sekam padi pada perbandingan 1,9 : 0,1 gram yaitu dengan nilai GHV sebesar 4657 cal/g dan NHV sebesar 4579 cal/g sedangkan nilai GHV terendah pada 1,0 : 1,0 sebesar 4060 cal/g dan NHV sebesar 3943 cal/g.

### 3.6 Hasil Pengamatan Nilai Kalor Briket Setelah Diberi Serbuk Gergaji

Sampah (gr)	Serbuk Gergaji (gr)	GHV (cal/g)	NHV (cal/g)
2	0	4389	4129
1,9	0,1	4449	4189
1,8	0,2	4440	4180
1,7	0,3	4432	4172
1,6	0,4	4423	4163
1,5	0,5	4415	4155
1,4	0,6	4406	4146
1,3	0,7	4398	4138
1,2	0,8	4668	4408
1,1	0,9	4381	4121
1	1	4373	4113

Pada tabel 4.3, diatas nilai GHV tertinggi pada saat campuran bahan serbuk gergaji 1,2 : 0,8 gram sebesar 4668 cal/g dan NHV sebesar 4408 cal/g. Nilai kalor yang tinggi akan membuat pembakaran menjadi lebih efisien dan dapat menghemat kebutuhan briket yang digunakan. Perbedaan nilai GHV dan NHV karena perbedaan perhitungan antara menggunakan alat dan perhitungan secara teori. Kandungan IM pada serbuk gergaji sebesar 5,94. Sedangkan nilai GHV terendah pada saat bahan komponen serbuk gergaji 1,0: 1,0 gram yaitu dengan nilai 4373 cal/g dan NHV sebesar 4113 cal/g. Pada tabel diatas menunjukkan bahwa komposisi bahan additive tidak selalu bisa menghasilkan kalor yang tinggi karena ada faktor lain yang dapat mempengaruhi nilai kalor yang dihasilkan.

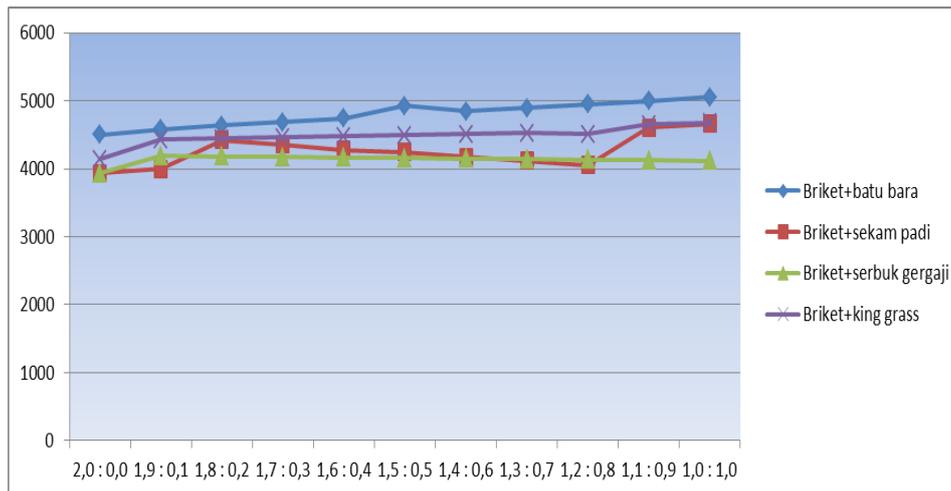
### 3.7 Hasil Pengamatan Nilai Kalor Briket Setelah Diberi King Grass

Tabel 4.4 Nilai kalor sampah+ king grass

Sampah (gr)	King grass (gr)	GHV (cal/g)	NHV (cal/g)
2	0	4468	4533
1,9	0,1	4684	4538
1,8	0,2	4700	4554
1,7	0,3	4717	4571
1,6	0,4	4733	4587
1,5	0,5	4750	4603
1,4	0,6	4766	4620
1,3	0,7	4782	4782
1,2	0,8	4565	4653
1,1	0,9	4815	4686
1	1	4832	4703

Dari data tabel 4.4, sampel sampah yang digunakan memiliki nilai kalor 4668 cal/g dan menggunakan king grass dengan nilai kalor sebesar 4997 cal/g karena semakin tinggi kualitas bahan maka semakin kecil porositas bahan tersebut atau semakin padat bahan tersebut. Dengan demikian dapat menghasilkan nilai kalor yang tinggi. Dari penelitian ini nilai GHV dan NHV tertinggi pada saat campuran komponen briket batu bara 1,0 : 1,0 gram yaitu dengan nilai kalor sebesar 4832 cal/gr dan 4703 cal/g, sedangkan nilai GHV dan NHV terendah pada saat 2 : 0 gram yaitu dengan nilai kalor sebesar 4668 cal/gr dan 4533 cal/g. Pada tabel diatas menunjukkan bahwa massa bahan additive sangat berpengaruh terhadap nilai GHV dan NHV.

### 3.8 Grafik Perbandingan Nilai Kalor Sampah pada Setiap Komponen Tambahan



Gambar 4.1 Grafik Perbandingan NHV

Dari data grafik gambar 4.1 pertambahan nilai kalor dari briket sampah ditambah bahan additive dengan berat 2 gram terlihat rata-rata pertambahan nilai kalor pada saat ditambah batu bara. Briket dari campuran batubara dan bahan additive memiliki beberapa kelebihan karena tingginya kadar senyawa volatil dari bahan additive dan tingginya kandungan karbon (fixed carbon) dari batubara. Nilai kalor atas (Gross higher heating value) GHV, didefinisikan sebagai panas yang dilepaskan dari pembakaran sejumlah kuantitas unit bahan bakar (massa) dimana produknya dalam bentuk ash, gas CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, Nitrogen dan air, dan tidak termasuk air yang menjadi uap (vapor). Bahan additive yang bagus untuk dijadikan bahan tambahan nilai kalor briket sampah adalah *king grass* karena *king grass* mempunyai potensi tinggi dalam menghasilkan biomassa yang tinggi dengan nilai panas yang tinggi pula.

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan mengenai Pengaruh bahan tambahan terhadap kalor briket dari sampah, maka penulis dapat menarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Nilai kalor sangat dipengaruhi oleh kadar air dan kadar abu dari setiap komponen. Semakin tinggi kadar volatil yang terbakar, nilai kalor semakin tinggi.
2. Bahan additive yang digunakan dan massa bahan additive mempengaruhi nilai kalor yang dihasilkan.

#### 5. Referensi

- [1] B. Fredy. (2016). Briket Daun Kering Sebagai Sumber Energi Alternatif. Proceeding Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin XI (SNTTM XI) & Thermofluid IV Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta, 16-17 Oktober 2012. [http://repository.unhas.ac.id/bitstream/handle/123456789/2226/Full%20Paper%20SNTTM%20XI%20UGM%20\(Effendy%20Arif\).doc?sequence=1](http://repository.unhas.ac.id/bitstream/handle/123456789/2226/Full%20Paper%20SNTTM%20XI%20UGM%20(Effendy%20Arif).doc?sequence=1). Diakses pada 26 Mei 2015.
- [2] Cheng, Hefa and Yuanan Hu. (2010). *Municipal solid waste (MSW) as a renewable source of energy: Current and future practices in China*. Bioresource Technology 101 (2010) 3816- 1824.
- [3] Damanhuri. (2006). *Pengolahan Sampah*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- [4] Dong, Trang T.T. (2009). *Analysis of potential RDF resources from solid waste and their values in the largest industry city of Korea*. Waste Management.

- [5] Kathiravale, Sivapalan, Muhd. Noor Muhd Yunus, K.Sopian, A.H.Samsuddin, and R.A.Rahman. (2003). *Modeling the heating value of municipal solid waste*. Fuel 82 (2003) 1119-1125.
- [6] Ma, Wenchao, Gaston Hoffmann, Mattias Schirmer, Guanyi Chen, and Vera Susanne Rotter. (2010). *Chlorine characterization and thermal behavior in MSW and RDF*. Journal of Hazardous Materials 178 (2010) 489-498.
- [7] Marya Novita, Dian.(2009). *Solid Fuel Production from Municipal Solid Waste Applying Hydrothermal Treatment*. YSEP 2008-2009 Report. Tokyo Institute of Technology. Japan.
- [8] Narayana, Tapan. (2009). *Municipal solid waste management in India : From waste disposal to recovery of resources*. Waste Management 29 (2009) 1163-1166.
- [9] Nguyen Ngoc, Uyen and Hans Schnitzer. (2009). *Sustainable solution for solid waste management in Southeast Asian Countries*. Waste Management 29 (2009) 1982-1995.
- [10] Soerawidjaja, T.H. (2007). *Overview of Biofuel Technologies for Indonesia*. EAS Asia Biomass Seminar – Indonesia 1st Follow-up Workshop. Jakarta.