

# Peningkatan Nilai Kalor Biomassa Kotoran Kuda dengan Metode Densifikasi dan Thermolisis

I Gede Bawa Susana

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Mataram, Mataram

Email: bawa.mech@yahoo.co.id

## ABSTRAK

Proses pembakaran langsung kotoran kuda yang digunakan sebagai bahan bakar alternatif memiliki kekurangan seperti asap yang banyak, debunya yang dapat mengganggu pernapasan, efisiensi dan nilai kalor yang cukup rendah. Oleh karena itu diterapkan metode konversi, yaitu densifikasi dan thermolisis untuk meningkatkan nilai kalor biomassa kotoran kuda. Untuk proses densifikasi digunakan campuran kanji dan kotoran kuda dengan komposisi 1:3, 1:5, 1:7, 1:10. Hasil densifikasi biomassa kotoran kuda kemudian diproses secara thermolisis (pirolisis) menggunakan oven pemanas dengan suhu pemanasan dan waktu penahanan (*holding time*) yang konstan, yaitu 300°C dan 2 jam, serta perlakuan dengan gas inert. Hasil pengujian yang dilakukan pada sampel, didapatkan bahwa konversi biomassa kotoran kuda secara densifikasi dan thermolisis/pirolisis dapat meningkatkan nilai kalor, dimana untuk briket biomassa menghasilkan nilai kalor tertinggi pada perbandingan kanji dan kotoran kuda 1:10, sebesar 4708,775 kcal/kg. Sedangkan briket bioarang (hasil thermolisis/pirolisis) menghasilkan nilai kalor tertinggi pada perbandingan kanji dan kotoran kuda 1:10, dengan perlakuan gas inert sebesar 5002,791 kcal/kg.

**Kata kunci:** Kotoran kuda, biomassa, bioarang, thermolisis/pirolisis, nilai kalor.

## ABSTRACT

*Direct combustion of horse dung as an alternative fuel has caused a lot of smoke and dust. Its efficiency and heating value were low. To improve its properties, the conversion method (densification and thermolysis) can be applied to increase the biomass heating value of the horse dung. The densification process was done using a mixture of starch and horse dung with the following ratio 1:3; 1:5; 1:7; 1:10. The results of the horse dung biomass then being processed by thermolysis (pyrolysis) using an oven with constant heating temperature and holding time, and with the addition of inert gas. Heating temperature and holding time are 300°C and 2 hours respectively. The results of testing conducted on the samples showed that the conversion of biomass horse dung in densification and thermolysis/pyrolysis were able to increase their heating value. The biomass briquettes with the ratio 1:10, were produce the highest heating value (dry heating value) i.e. 4708,775 kcal/kg. While bio-charcoal briquettes with ratio 1:10 (thermolysis/pyrolysis results with the addition of inert gas), their highest heating value was 5002,791 kcal/kg.*

**Keywords:** Horse dung, biomass, biocharcoal, thermolysis/pyrolysis, heating value.

## PENDAHULUAN

Biomassa adalah bahan organik yang berasal dari jasad hidup, baik tumbuh-tumbuhan maupun hewan, salah satunya kotoran kuda (feses). Kuda merupakan ternak yang banyak dipelihara masyarakat pedesaan di Lombok, dimana kotoran kuda (feses) digunakan sebagai bahan bakar untuk memasak, hal ini dilakukan seiring ketersediaan minyak tanah yang langka dan harganya mahal, serta semakin sulit memperoleh kayu bakar. Proses pengolahannya sangat sederhana yaitu kotoran kuda yang sudah kering langsung dipakai sebagai bahan bakar. Dalam teknologi konversi termal biomassa, proses pembakaran langsung adalah

proses yang paling mudah dibandingkan dengan lainnya. Namun teknologi pembakaran langsung biomassa seperti ini relatif memiliki nilai kalor dan efisiensi rendah.

Menurut Syamsiro [1], teknologi pembakaran langsung biomassa memiliki efisiensi 20-25 %, karbonisasi merupakan salah satu cara yang dapat dilakukan untuk menaikkan nilai kalor biomassa, juga dapat menghasilkan pembakaran yang bersih dengan sedikit asap.

Johannes dalam bukunya Widarto [2] menyatakan bahwa nilai kalor biomassa hanya 3300 kkal/kg, berdasarkan hal ini kemudian Widarto membuat bioarang dari kotoran lembu sekaligus merancang alat pencetak briket tanpa menjelaskan besarnya

nilai kalor dari bioarang kotoran lembu, dan melakukan analisa biaya produksi alat dan bahan.

Menurut Bungay [3], biomassa mempunyai energi kira-kira 1/3 energi batubara per unit massa dan 1/4 energi batubara per unit volume. Konversi teknologi dengan densifikasi dapat merubahnya menjadi masing-masing 2/3 dan 3/4. Bhattacharya [4] mengatakan bahwa densifikasi biomassa mempunyai beberapa keuntungan, yaitu mudah disimpan, mempunyai ukuran dan kualitas yang seragam, dan menaikkan nilai kalor per unit volume. Grover [5] mengatakan bahwa pembriketan dapat dilakukan pada tekanan rendah dengan bahan pengikat, di mana jenis bahan pengikat diantaranya amilum/tepung kanji, tetes, dan aspal.

Boyle [6] menyebutkan bahwa untuk meningkatkan nilai kalor dari biomassa harus dikonversi menjadi energi kimia bioarang terlebih dahulu. Menurut Daugherty [7], proses dekomposisi kimia dengan menggunakan pemanasan tanpa kehadiran oksigen disebut proses pirolisis atau bisa disebut thermolisis, di mana pada proses ini menghasilkan produk berupa bahan bakar padat yaitu karbon. Diketahui bahwa karbon merupakan salah satu penyusun sumber energi terbesar di dalam briket bioarang.

Menurut Ridwan [8], penggunaan kotoran ternak sebagai bahan pembuatan bioarang merupakan cara pemanfaatan energi yang lebih baik, dan mengurangi pencemaran lingkungan yang ditimbulkan oleh kotoran ternak. Ridwan [8] mengatakan bahwa kelebihan bioarang dari arang kayu biasa adalah dapat menghasilkan panas pembakaran yang tinggi, asap yang dihasilkan sedikit, serta bioarang pada kondisi tertentu dapat menggantikan fungsi minyak tanah dan kayu bakar sebagai sumber energi bahan bakar untuk keperluan rumah tangga.

Media pengembangan peternakan NTB [9] mencatat bahwa jumlah populasi kuda untuk wilayah Mataram dan Lombok Barat mencapai 5150 ekor dengan potensi kotoran 2 kg per ekor/hari, berarti total produksi kotoran kuda mencapai 10,3 ton/hari, jumlah yang cukup potensial sebagai bahan bakar alternatif dan sekaligus dapat mengurangi pencemaran lingkungan.

Memperhatikan semua hal di atas, maka untuk meningkatkan nilai kalor biomassa dilakukan penelitian dengan metode densifikasi, yaitu membentuk menjadi briket/pellet dengan kanji sebagai zat pengikat (kanji digunakan sebagai pengikat karena murah dan mudah didapat), selanjutnya dilakukan thermolisis, yaitu menggunakan pemanasan tanpa oksigen dengan penambahan gas *inert* dengan kotoran kuda sebagai bahan biomassa.

Nilai kalor bahan bakar dapat ditafsir dengan melaksanakan pengujian pada *adiabatic bomb calorimeter* [10]. Analisa kalor dengan *adiabatic bomb calorimeter* untuk briket yang masih mengandung air yaitu Gross Energy Basah ( $GE_b$ ):

$$\Delta T = T_{\text{akhir}} - T_{\text{awal}} \quad (1)$$

$$\text{kawat terbakar} = (10 - \text{sisa kawat}) \times 2.3 \quad (2)$$

$$GE_b (\text{cal/gr}) = \frac{2470 \times \Delta T - (\text{militertitrasi} + \text{kawat terbakar})}{\text{beratbriket}(\text{gr})} \quad (3)$$

Untuk menganalisa nilai kalor kering atau tanpa kadar air yaitu Gross Energy Kering ( $GE_k$ ):

$$GE_k (\text{cal/gr}) = \frac{100}{\text{bahan kering}} \times GE_b \quad (4)$$

## METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan dengan berdasar bahan berikut: kotoran kuda (feses) dan kanji, kotoran kuda kering diproses secara densifikasi (dibuat dalam bentuk briket), dalam penelitian ini digunakan variasi perbandingan kanji dengan kotoran kuda 1:3 (10 gram kanji dan 30 gram kotoran kuda); 1:5 (6 gram kanji dan 30 gram kotoran kuda); 1:7 (4,3 gram kanji dan 30 gram kotoran kuda); 1:10 (3 gram kanji dan 30 gram kotoran kuda), di mana briket dibuat berbentuk silinder dengan diameter 1,3 cm dan tinggi 1,5 cm, kemudian dikeringkan kembali dengan alat pengering tenaga surya. Dalam penelitian ini kanji hanya difungsikan sebagai perekat, karena kotoran kuda sangat susah dibentuk menjadi briket tanpa adanya zat perekat. Variasi rasio dipilih awalnya dengan coba-coba berdasarkan mampu rekat kanji dalam membentuk briket kotoran kuda, di mana dalam penelitian ini kanji berfungsi baik sebagai perekat untuk membentuk briket kotoran kuda hanya sampai batas perbandingan 1:10.

Biomassa kotoran kuda hasil densifikasi dibuat untuk dua proses pengujian, yaitu pengujian briket biomassa dan briket bioarang. Bahan uji untuk briket bioarang dilakukan proses thermolisis (pirolisis) pada briket biomassa dengan menggunakan *retort* (oven pemanas) dengan suhu pemanasan dan waktu penahanan (*holding time*) yang konstan, yaitu 300°C dan 2 jam, serta dilakukan perlakuan dengan gas *inert* dan perlakuan tanpa gas *inert*.

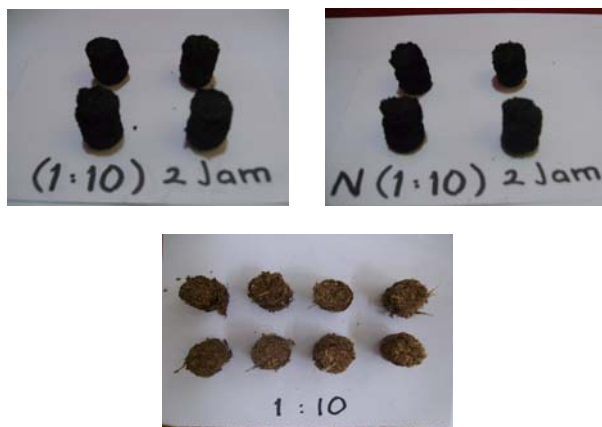
Setelah proses selesai, dilakukan pengambilan data nilai kalor pembakaran, dan dilakukan pada akhir proses pengujian sampel menggunakan *adiabatic bomb calorimeter*, dimana pengambilan data dilakukan sebanyak 3 kali untuk masing-masing bahan uji, dan diambil nilai rata-ratanya. Dari hasil pengujian dihitung nilai kalor kering ( $GE_k$ ) dan nilai kalor basah ( $GE_b$ ) briket biomassa dan briket bioarang.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

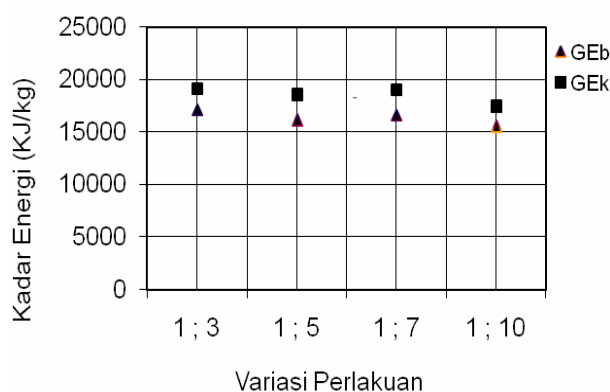
Contoh hasil konversi biomassa kotoran kuda dengan kanji sebagai perekat secara densifikasi dan thermolisis (pirolisis) dapat dilihat pada Gambar 1.

Hasil pengujian briket biomassa dengan variasi perbandingan kanji dengan kotoran kuda 1:3, 1:5, 1:7, 1:10, seperti pada Tabel 1, dimana menunjukkan hasil rata-rata berdasarkan persamaan empiris dan hasil pengujian pada bomb calorimeter berupa nilai kalor untuk briket yang masih mengandung air ( $GE_b$ ) dan nilai kalor kering atau tanpa kadar air ( $GE_k$ ).

Dari Gambar 2, terlihat bahwa semakin sedikit campuran kanji terhadap jumlah kotoran kuda yang tetap maka nilai kalor semakin tinggi, dimana nilai kalor tertinggi diperoleh pada komposisi 1:10 (3 gram kanji dan 30 gram kotoran kuda). Hal ini disebabkan kotoran kuda banyak mengandung unsur-unsur karbohidrat dan lemak dimana unsur tersebut berfungsi sebagai sumber energi di dalam briket, dalam penelitian ini berarti kanji tidak berpengaruh terhadap nilai kalor biomassa kotoran kuda dan hanya berfungsi sebagai perekat.



Gambar 1. Contoh hasil cetakan briket bioarang dengan pirolisis tanpa gas inert (a), dengan gas inert (b), dan briket biomassa (c)



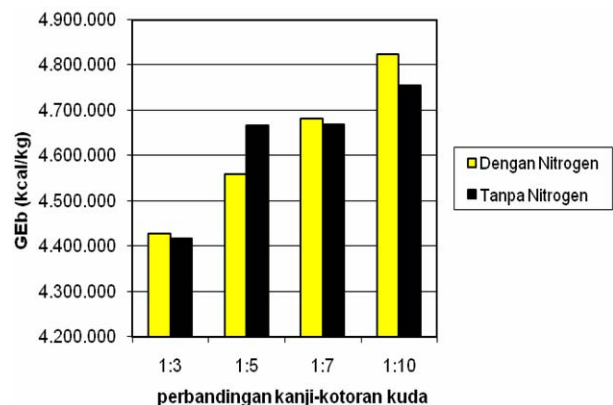
Gambar 2. Hubungan antara nilai kalor basah ( $GE_b$ ) dan nilai kalor kering ( $GE_k$ ) briket biomassa kotoran kuda.

Hasil konversi briket biomassa dengan thermolisis/pirolisis seperti pada Tabel 2 untuk perlakuan dengan gas *inert*/Nitrogen dan tabel 3 untuk perlakuan tanpa gas *inert*/Nitrogen. Briket bioarang yang dihasilkan dalam pengujian ini telah mengalami beberapa perlakuan yakni adanya perlakuan gas *inert* (gas nitrogen), variasi campuran kanji terhadap jumlah kotoran kuda yang tetap (kanji berbanding kotoran kuda 1:3, 1:5, 1:7, 1:10), serta suhu pemanasan dan waktu penahanan (*holding time*) yang konstan, yaitu 300°C dan 2 jam.

Briket bioarang kotoran kuda seperti pada Tabel 2 dan 3 mempunyai nilai kalor lebih tinggi dibandingkan dengan briket biomassa kotoran kuda seperti pada Tabel 1. Hal ini memperlihatkan bahwa pengkonversian secara thermolisis/pirolisis mempunyai pengaruh meningkatkan nilai kalor dari briket biomassa. Nilai kalor tertinggi diperoleh pada campuran kanji yang paling sedikit terhadap jumlah kotoran kuda yang tetap, yaitu 1:10 (3 gram kanji dan 30 gram kotoran kuda), hal ini memperlihatkan bahwa kanji hanya berfungsi sebagai perekat.

Seperti ditunjukkan pada Gambar 3 dan 4, adanya gas *inert* ( $N_2$ ) mampu meningkatkan nilai kalor basah maupun kering dari briket bioarang, hal ini lebih dikarenakan sudah tidak adanya unsur oksigen didalam proses thermolisis/pirolisis, sehingga semua unsur karbohidrat dan lemak berubah menjadi karbon dan tidak ada unsur yang berubah menjadi abu, dapat dikatakan proses pembakaran berlangsung dengan sempurna.

Dalam penelitian ini, perbandingan kanji dan kotoran kuda 1:10 menghasilkan nilai kalor kering yang lebih tinggi dibandingkan dengan variasi campuran yang lain. Semakin kecil kanji yang dicampurkan pada jumlah kotoran kuda yang tetap, semakin tinggi nilai kalor yang dihasilkan, jadi kanji hanya berfungsi sebagai perekat.



Gambar 3. Hubungan antara nilai kalor basah ( $GE_b$ ) dengan variasi campuran kanji-kotoran kuda pada briket bioarang dengan waktu penahanan 2 jam.

Tabel 1 Nilai kalor rata-rata briket biomassa kotoran kuda

Kode Sampel	Berat ampel (gr)	Bahan Kering (%)	Temperatur (°C)			Titrasi (ml)	Kawat Terbakar (cm)	Kawat Terbakar x 2.3	GE <sub>b</sub> (kcal/kg)	GE <sub>k</sub> (kcal/kg)
			Awal	Akhir	ΔT					
1:3	1.066	89.622	22.5	24.0	1.5	3.8	5.3	12.3	3.484.830	3.888.379
1:5	1.063	87.187	22.3	24.0	1.7	2.5	6.0	13.7	3.857.394	4.424.299
1:7	1.055	87.534	21.1	22.8	1.7	3.6	5.9	13.6	3.962.599	4.526.921
1:10	1.040	88.857	23.6	25.4	1.8	3.7	3.1	7.1	4.184.079	4.708.775

METHODE: AOAC DAN PARR 1979

Tabel 2 Nilai kalor rata-rata briket bioarang kotoran kuda dengan perlakuan gas inert/Nitrogen

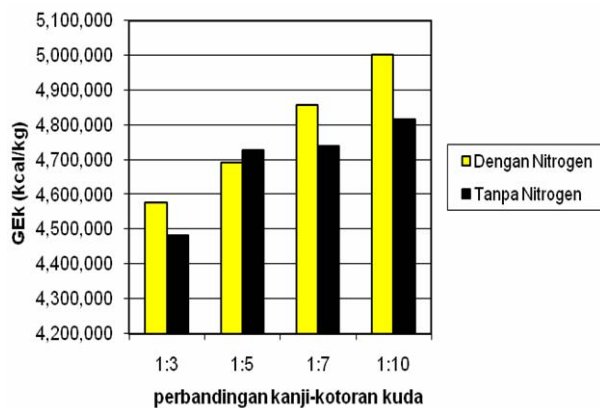
Waktu penahanan	Variasi campuran	Berat Sampel (gr)	Bahan Kering (%)	Temperatur (°C)			Titrasi (ml)	Kawat Terbakar (cm)	Kawat Terbakar x 2.3	GE <sub>b</sub> (kcal/kg)	GE <sub>k</sub> (kcal/kg)
				Awal	Akhir	ΔT					
2 jam	1:3	1.066	96.748	21.6	23.5	1.9	4.8	7.7	17.7	4.429.018	4.577.867
	1:5	1.067	97.142	25.1	27.1	2.0	7.1	7.6	17.5	4.558.957	4.693.101
	1:7	1.072	96.373	22.0	24.0	2.0	5.9	8.7	19.9	4.682.499	4.858.732
	1:10	1.086	96.447	21.0	23.1	2.1	7.3	8.9	20.5	4.825.035	5.002.791

METHODE: AOAC DAN PARR 1979

Tabel 3 Nilai kalor rata-rata briket bioarang kotoran kuda tanpa perlakuan gas inert/Nitrogen

Waktu penahanan	Variasi campuran	Berat Sampel (gr)	Bahan Kering (%)	Temperatur (°C)			Titrasi (ml)	Kawat Terbakar (cm)	Kawat Terbakar x 2.3	GE <sub>b</sub> (kcal/kg)	GE <sub>k</sub> (kcal/kg)
				Awal	Akhir	ΔT					
2 jam	1:3	1.059	98.514	23.4	25.3	1.9	5.2	5.1	11.8	4.416.902	4.483.519
	1:5	1.049	98.716	25.9	27.9	2.0	5.9	6.9	15.9	4.666.462	4.727.156
	1:7	1.035	98.493	21.5	23.4	2.0	7.1	7.8	17.9	4.669.205	4.740.667
	1:10	1.034	98.751	22.3	24.3	2.0	5.3	8.3	19.0	4.755.614	4.815.768

METHODE: AOAC DAN PARR 1979

Gambar 4. Hubungan antara nilai kalor kering (GE<sub>k</sub>) dengan variasi Campuran kanji-kotoran kuda pada briket bioarang dengan waktu penahanan 2 jam.

Jika dibandingkan antara Gambar 3 dan 4, dengan perlakuan tanpa gas *inert*, terlihat bahwa nilai kalor dari briket bioarang dipengaruhi oleh kadar air, dimana semakin kecil kadar air yang terkandung maka semakin tinggi nilai kalor yang diperoleh.

Dari hasil penelitian ini, baik pada briket biomassa maupun briket bioarang kotoran kuda,

nilai kalor yang dihasilkan lebih tinggi jika dibandingkan dengan biomassa yang memiliki nilai kalor 3300 kcal/kg dan briket kotoran sapi berdasarkan data dari Litbang Deptan [11] hanya memiliki nilai kalor maksimal 4200 kcal/kg.

## KESIMPULAN

Untuk meningkatkan nilai kalor biomassa kotoran kuda dilakukan teknologi konversi secara densifikasi (membuat dalam bentuk briket/pellet) dan thermolisis/pirolisis hasil densifikasi dengan suhu pemanasan 300°C, waktu penahanan (*holding time*) 2 jam, dan dengan penambahan gas inert dengan komposisi kanji berbanding kotoran kuda 1:3; 1:5; 1:7, dan 1:10. Dari hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa konversi dengan densifikasi dapat meningkatkan nilai kalor biomassa kotoran kuda, dengan nilai kalor 4708,775 kcal/kg yang diperoleh pada komposisi campuran kanji dengan kotoran kuda 1:10. Sedangkan konversi dengan thermolisis/pirolisis dengan penambahan gas inert dapat meningkatkan nilai kalor briket biomassa, yaitu pada komposisi campuran kanji dengan kotoran kuda 1:10 dengan nilai kalor sebesar 5002,791 kcal/kg.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Syamsiro, M., dan Harwin Saptoadi, "Pembakaran Briket Biomassa Cangkang Kakao: Pengaruh Temperatur Udara Preheat", *Seminar Nasional Teknologi*, Yogyakarta, 24 November 2007, hal. B-1 - B-10.
2. Widarto, L., dan Suryanta, *Membuat Bioarang Dari Kotoran Lembu*, Kanisius, Yogyakarta, 1995.
3. Bungay, H.R., *Energy: The Biomass Options*, John Wiley&Sons, New York, 1981.
4. Bhattacharya, S.C., D.O. Albina and P.A. Salam, "Emission Factors of Wood and Charcoal-Fired Cookstoves", *Biomass and Bioenergy*, 23, 2002, pp. 453-469.
5. Grover, P.D., and S.K. Mishra, *Biomass Briquetting: Technology and Practices*, Field Document No. 46, FAO-Regional Wood Energy Development Program in Asia, Bangkok, 1996.
6. Boyles, D.T., *Bio-Energy, Technology Thermodynamics and Cost*, 1 st ed, John Wiley and Sons, New York, 1984.
7. Daugherty, E.C., *Biomass Energy System Efficiency: Analyzed through a Life Cycle Assessment*, Lund University, 2001.
8. Ridwan, " Kotoran Ternak Sebagai Pupuk dan Sumber Energi", *Harian Independen*, Singgalang, 1 Pebruari 2006.
9. ...., *Media Pengembangan Peternakan NTB*, Dinas Peternakan NTB, 2004.
10. E.H., Tjokrowisastro, dan Budi Utomo K.W., *Teknik Pembakaran Dasar dan Bahan Bakar*, ITS, Surabaya, 1990.
11. ...., [<http://www.litbang.deptan.go.id/download/one/2/file/bagian-kelima.pdf>].