

ANALISIS PENGARUH PENAMBAHAN BAHAN ADITIF KERTAS PADA BRIKET SAMPAH ORGANIK TERHADAP KALOR BRIKET

ANALYSIS OF ADDITION PAPER ADDITIVE EFFECT ON ORGANIC WASTE BRIQUETTE TOWARDS HEAT ENERGY BRIQUETTE

Ajpyanti Meidina¹, Suwandi, M.Si², Nurwulan Fitriyanti S.Pd, M.Pfis.³

^{1,2,3}Prodi S1 Teknik Fisika, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom, Bandung

¹meidinaajpyanti@student.telkomuniversity.ac.id, ²suwandi@telkomuniversity.ac.id,

³nurwulanf@telkomuniversity.ac.id.

Abstrak

Sampah merupakan permasalahan utama yang terjadi di lingkungan sekitar, dan paling dominan adalah sampah organik. Untuk mengurangi sampah organik ini, tentunya diperlukan penanganan lebih lanjut, atau membuat sampah organik ini menjadi sesuatu yang bermanfaat, salah satunya yaitu dengan memanfaatkan sampah organik menjadi bahan bakar. Penelitian yang akan dilakukan adalah memanfaatkan sampah organik berupa sampah sayuran sebagai bahan baku pembuatan briket yang didalam prosesnya terdapat variasi komposisi bahan aditif, dan variasi suhu pengeringan awal. Penelitian ini menggunakan bahan aditif berupa kertas sebagai bahan tambahan dan tepung tapioka sebagai bahan perekat. Variasi komposisi bahan aditif yang akan dilakukan yaitu 10%, 20%, 30%, dan 40% dari massa briket sampah sayuran. Sebelumnya dilakukan proses pengeringan bahan baku (sampah sayuran) dengan variasi komposisi suhu pengeringan yaitu 100°C, 125°C, dan 150°C. Penelitian ini menggunakan alat bomb calorimeter dan metode WBT (Water Boiling Test) menggunakan kompor gasifikasi untuk proses pengujian briket sampah organik dan hasil nilai kalor yang terbaik dengan pengujian bomb calorimeter sebesar 3757 kal/gr pada pengeringan awal 100°C penambahan aditif 40%, sedangkan nilai kalor terbaik dengan pengujian metode WBT sebesar 516,88 kal/gr pada pengeringan awal 150°C penambahan aditif 10%.

Kata kunci: sampah organik, briket biomassa, aditif, kalorimeter bom, kompor gasifikasi.

Abstract

Garbage is the main problem that occurs in the surrounding environment, and the most dominant is organic waste. To reduce this organic waste, of course, further handling is needed, or make this organic waste into something useful, one of which is to use organic waste into fuel. The research that will be done is utilizing organic waste in the form of vegetable waste as the raw material of briquette making which in the process there is a variation in the composition of additives, and variations in the initial drying temperature. This research used additives in the form of newspaper as an additive and tapioca flour as an adhesive material. Variations in the composition of additives will be done which is 10%, 20%, 30%, and 40% of the mass of vegetable waste briquettes. Previously, the drying process of raw materials (vegetable waste) with variations in drying temperature composition is 100°C, 125°C, and 150°C. This study used calorimeter bomb tool and WBT (Water Boiling Test) method using gasification stove for organic waste briquette testing process and best calorific value result with calorimeter bomb testing of 3757 calorimeter at initial drying 100°C additive addition 40%, while the best calorific value with WBT method testing is 516.88 cal/gr at initial drying 150°C additive addition 10%.

Keywords: organic waste, biomass briquettes, additives, bomb calorimeters, gasification stoves.

1. Pendahuluan

Bertambahnya jumlah penduduk di Indonesia sangat mempengaruhi jumlah konsumsi bahan pangan dan jumlah sampah yang dihasilkan setiap harinya. Sebesar 50% sampah paling dominan di Indonesia adalah sampah organik (sisa makanan dan sisa tumbuhan) [1]. Dengan demikian perlu adanya tindakan untuk mengurangi jumlah sampah tersebut dengan mengolahnya menjadi sesuatu yang bermanfaat. Sampah dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan bahan bakar alternatif (briket) untuk menggantikan bahan bakar fosil (minyak bumi), yang dapat menghasilkan energi ramah lingkungan.

Sebelumnya telah dilakukan penelitian briket sampah organik dengan bahan baku berupa sampah sayuran yang menghasilkan nilai kalor sebesar 4568,29 kcal/gr dan briket sampah organik jenis kertas yaitu kertas koran menghasilkan nilai kalor sebesar 3845,53 kcal/gr [2].

Nilai kalor yang dihasilkan dari beberapa penelitian tersebut juga dapat dipengaruhi dari penambahan bahan aditif. Hal ini dibuktikan dalam penelitian pengaruh konsentrasi perekat tepung tapioka dan penambahan kapur dalam briket arang berbahan baku pelepah aren dengan komposisi penambahan kapur 0%, 1%, 3%, dan 5% serta komposisi perekat tepung tapioka 0%, 10%, 20% dan 30% dari berat serbuk arang. Didapatkan hasil nilai kalor pada komposisi perekat tepung tapioka 0% dengan penambahan kapur 0%, 1%, 3%, dan 5% mengalami kenaikan dari 6199 kal/gr hingga 6500 kal/gr, begitupun dengan komposisi perekat tepung tapioka 10%, dan 20%. Tetapi pada komposisi perekat tepung tapioka 30% mengalami penurunan, dikarenakan komposisi kapur 5% tidak dapat mengikat air dengan jumlah banyak sehingga menyebabkan nilai kalor menurun. Dapat disimpulkan bahwa secara umum penambahan bahan aditif akan sebanding dengan nilai kalor yang dihasilkan [3].

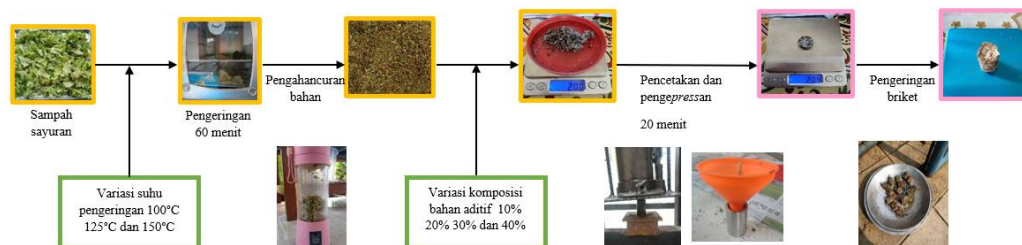
Briket biomassa yang dihasilkan dari penelitian sebelumnya dapat diuji dengan menggunakan kompor gasifikasi sebagai tempat pembakaran. Gasifikasi merupakan suatu proses untuk mengubah padatan menjadi gas [4]. Hal ini dilakukan penelitian dengan menggunakan biomassa berupa tatal kayu, sekam padi, dan daun akasia sebagai bahan bakar. Pengujian dengan menggunakan kompor gasifikasi ini bertujuan untuk mengetahui masukan energi panas terhadap kalor dari proses pembakaran. Penelitian tersebut menghasilkan masukan energi panas tertinggi pada bahan bakar tatal kayu sebesar 5033,34 kkal. Masukan energi panas tertinggi ini disebabkan karena nilai kalor tatal kayu juga tinggi. Pengujian dengan kompor gasifikasi ini juga dapat melihat efisiensi pembakaran. Tatal kayu dengan nilai kalor tertinggi memiliki efisiensi pembakaran terkecil, dikarenakan banyaknya *heat lost* pada proses gasifikasi, sehingga gas yang terbentuk pada saat pirolisis tidak berlangsung sempurna [5].

Dari beberapa penelitian di atas, penulis akan melakukan penelitian dengan melihat pengaruh bahan aditif berupa kertas koran yang memiliki kadar air lebih rendah dari bahan aditif lainnya seperti bahan aditif pati kentang, pati singkong yang memiliki kadar air lebih banyak [6]. Dengan kertas koran memiliki kadar air lebih sedikit, maka dapat mempercepat proses pembakaran briket tersebut agar menghasilkan asap yang lebih sedikit dan pada proses pembuatan briket ditambahkan bahan perekat lem kertas terhadap nilai kalor yang dihasilkan, kemudian memanfaatkan sampah organik rumah makan/warung sayuran (sisa-sisa sayuran) melalui proses pengeringan dengan variasi temperatur 100°C, 125°C, dan 150°C menggunakan mesin pemanas (*oven*). Penelitian pengaruh penambahan bahan aditif kertas koran pada briket sampah organik ini diharapkan dapat menghasilkan nilai kalor yang lebih tinggi dan dapat memanfaatkan sampah organik (sisa-sisa sayuran) menjadi suatu energi agar mengurangi jumlah sampah organik yang dihasilkan.

2. Metode Penelitian

2.1 Pembuatan Briket Sampah Organik

Pada preparasi pembuatan briket ini dibutuhkannya sampah organik berupa sampah sayuran sebagai bahan utama pembuatan briket sampah organik, kertas koran sebagai bahan aditif (bahan tambahan), dan tepung tapioka sebagai bahan perekat. Dari semua bahan yang ada, dibuat briket sampah organik dengan variasi komposisi aditif 10% 20% 30% dan 40% dari masing-masing variasi pengeringan 100°C, 125°C dan 150°C.



Gambar 1 Pembuatan Briket Sampah Organik

2.2 Preparasi Pembuatan Briket Sampah Organik

sebelumnya, kertas koran dijadikan bubur kertas agar mempermudah pencampuran semua bahan. Semua bahan dicampurkan dengan masing-masing variasi komposisinya. Setelah bahan pembuatan tercampur, bahan pembuatan briket dicetak menggunakan alat tekan hidrolik mencapai 27 ton/cm² sebanyak 15 kali, dan alat tekan sederhana dengan 50 kali tekanan, setelah dicetak briket sampah organik dikeringkan di bawah sinar matahari.

2.3 Pengujian Briket Sampah Organik

Briket sampah organik atau sampel yang telah dikeringkan, dilakukan pengujian dengan menggunakan alat ukur *calorimeter bomb* dan pengujian kompor gasifikasi untuk mengetahui nilai kalor yang dihasilkan dari kedua pengujian tersebut.



Gambar 2 Pengujian Briket Sampah Organik

2.4 Eksperimen

Eksperimen atau pengujian briket sampah organik tersebut dilakukan dengan memasukan hasil pengujian kompor gasifikasi dan *calorimeter bomb* ke dalam tabel pengukuran.

Tabel 1 Pengukuran Nilai Kalor Briket Sampah Organik dengan Kompor Gasifikasi dan *Calorimeter Bomb*

Komposisi sampel	Komposisi perekat	Komposisi aditif	Nilai kalor		
			100°C	125°C	150°C
1,4 gram	0,4 gram	0,2 gram			
1,2 gram		0,4 gram			
1 gram		0,6 gram			
0,8 gram		0,8 gram			

2.5 Pengukuran Nilai Kalor

Sebelum dilakukan tahap pengujian sistem yang digunakan dilakukan kalibrasi terlebih dahulu, agar hasil pengukuran akurat. Setelah melakukan pengujian, didapatkan data berupa nilai perubahan suhu, massa sampel briket yang dibakar, perubahan massa air uji, massa uap air, dan nyala waktu api ketika briket sampah organik tersebut dibakar.

Dari hasil pengujian briket sampah organik dengan menggunakan kompor gasifikasi, data yang didapatkan diolah untuk mendapatkan nilai kalor (kalor sensibel). Data yang diolah menggunakan persamaan

$$Q = m c \Delta T \quad (1)$$

Keterangan:

Q = kalor yang diserap (Joule)

m = massa benda (kg)

ΔT = Perubahan temperatur (°C)

Karena adanya proses mengubah fasa (kalor laten) ketika dilakukan pembakaran briket dengan menggunakan kompor gasifikasi, maka data diolah dengan menggunakan persamaan

$$Q = m \times L \quad (2)$$

Keterangan:

Q = kalor yang diserap (Joule)

m = massa (kg)

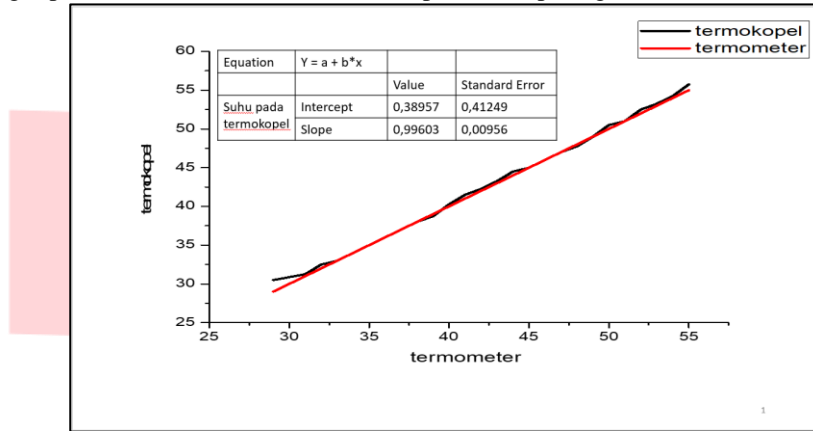
L = kalor laten (J/Kg)

Nilai kalor yang didapatkan dari pengujian briket sampah organik dengan menggunakan kompor gasifikasi tersebut merupakan penjumlahan nilai kalor sensibel dan nilai kalor laten yang dikonversikan ke dalam kalori/gram.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Hasil Kalibrasi Sensor

Kalibrasi sensor termokopel tipe K dilakukan dengan termometer air raksa sebagai acuan. Suhu yang diukur adalah suhu air yang dipanaskan. Hasil kalibrasi sensor dapat dilihat pada gambar 3 berikut:



Gambar 3 Grafik Hasil Kalibrasi Sensor

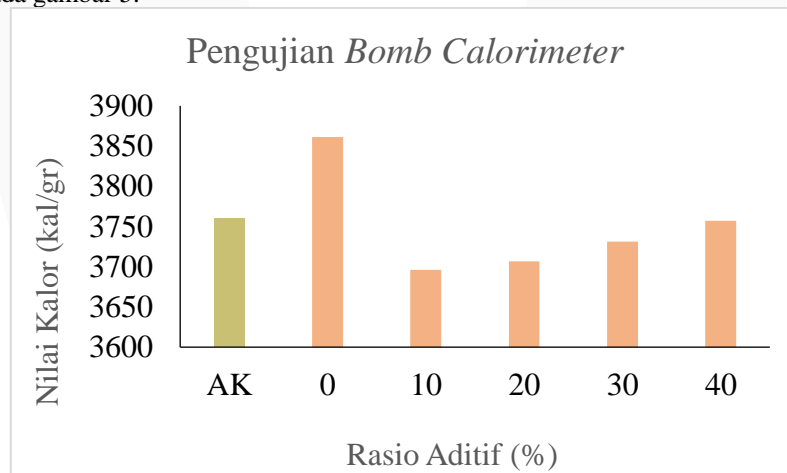
Kalibrasi sensor termokopel tipe K dengan termometer air raksa sebagai acuan menghasilkan grafik yang linear, sehingga termokopel tipe K dapat dikatakan dalam keadaan baik karena menghasilkan data yang akurat.

3.2 Hasil Pengujian Nilai Kalor Dengan Bahan Aditif Koran Pada Calorimeter Bomb

Berikut merupakan hasil nilai kalor briket sampah organik dengan variasi pengeringan awal dan penambahan bahan aditif koran. Variasi pengeringan awal yaitu 100°C, 125°C, dan 150°C serta variasi penambahan bahan aditif disetiap masing-masing pengeringan yaitu 10%, 20%, 30%, dan 40%.

3.2.1 Nilai Kalor Dengan Pengeringan 100°C dan variasi penambahan bahan aditif 10% 20% 30% 40%

Hasil nilai kalor dengan pengeringan 100°C dan variasi penambahan bahan aditif 0%, 10%, 20%, 30%, dan 40% dapat dilihat pada gambar 5.

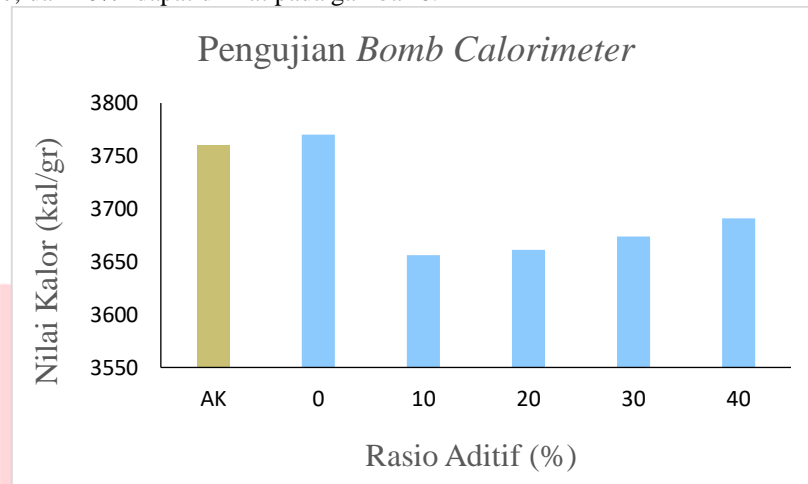


Gambar 5 Grafik Nilai Kalor Pada Pengeringan 100°C dengan Pengujian Bomb Calorimeter

Dari gambar 5 hasil nilai kalor briket sampah organik murni (tanpa penambahan aditif) pada pengeringan 100°C sebesar 3861 kal/gr, sedangkan hasil nilai kalor bahan aditif koran (AK) yaitu 3760 kal/gr. Hasil nilai kalor briket sampah organik terendah ketika penambahan aditif (koran) 10% sebesar 3696 kal/gr, dan nilai kalor briket sampah organik tertinggi ketika penambahan aditif (koran) 40% sebesar 3757 kal/gr. Berdasarkan komposisi bahan aditif yang ditambahkan pada briket sampah organik, grafik di atas menunjukkan bahwa nilai kalor mengalami kenaikan. Hal ini disebabkan karena jumlah bahan aditif yang ditambahkan semakin banyak, sehingga jumlah dari massa bahan baku utama (sampah sayuran) berkurang mengakibatkan nilai kalor meningkat.

3.2.2 Nilai Kalor Dengan Pengeringan 125°C dan variasi penambahan bahan aditif 10% 20% 30% 40%

Hasil nilai kalor briket sampah organik dengan pengeringan 125°C dan variasi penambahan bahan aditif 0%, 10%, 20%, 30%, dan 40% dapat dilihat pada gambar 6.

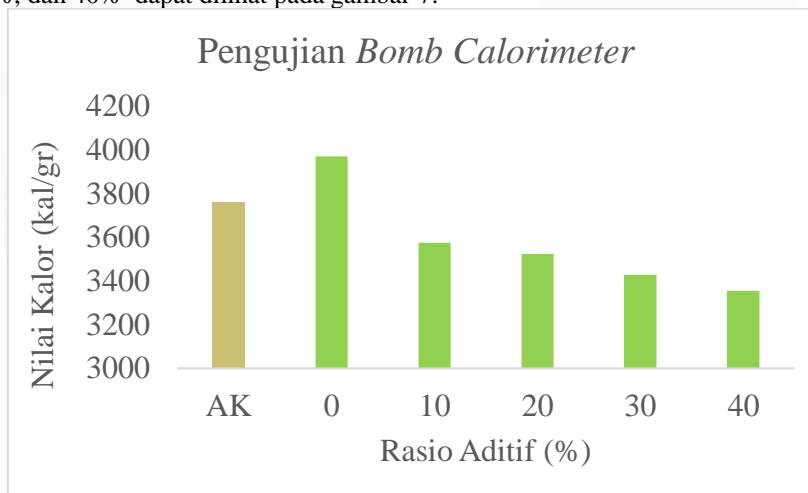


Gambar 6 Grafik Nilai Kalor Pada Pengeringan 125°C dengan Pengujian *Bomb Calorimeter*

Dari gambar 6 hasil nilai kalor briket sampah organik murni (tanpa penambahan aditif) pada pengeringan 125°C sebesar 3770 kal/gr, sedangkan hasil nilai kalor bahan aditif koran (AK) yaitu 3760 kal/gr. Hasil nilai kalor terendah ketika penambahan aditif (koran) 10% sebesar 3656 kal/gr, dan nilai kalor tertinggi ketika penambahan aditif (koran) 40% sebesar 3691 kal/gr. Berdasarkan komposisi bahan aditif yang ditambahkan pada briket sampah organik (sampah sayuran), grafik di atas menunjukkan bahwa nilai kalor mengalami kenaikan. Hal ini disebabkan karena jumlah bahan aditif yang ditambahkan semakin banyak, sehingga jumlah dari massa bahan baku utama (sampah sayuran) berkurang mengakibatkan nilai kalor meningkat.

3.2.3 Nilai Kalor Dengan Pengeringan 150°C dan variasi penambahan bahan aditif 10% 20% 30% 40%

Hasil nilai kalor briket sampah organik dengan pengeringan 150°C dan variasi penambahan bahan aditif 0%, 10%, 20%, 30%, dan 40% dapat dilihat pada gambar 7.

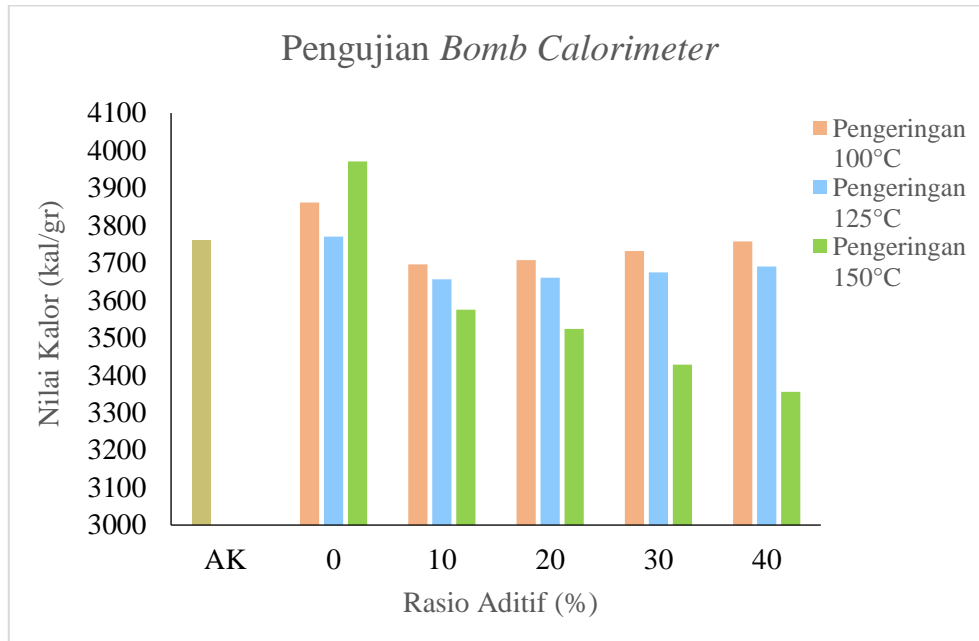


Gambar 7 Grafik Nilai Kalor Pada Pengeringan 150°C dengan Pengujian *Bomb Calorimeter*

Dari gambar 7 hasil nilai kalor briket sampah organik murni (tanpa penambahan aditif) pada pengeringan 150°C sebesar 3971 kal/gr, sedangkan nilai kalor bahan aditif koran (AK) yaitu 3760 kal/gr. Hasil nilai kalor tertinggi ketika Penambahan aditif (koran) 10% sebesar 3575 kal/gr, dan nilai kalor terendah ketika penambahan aditif (koran) 40% sebesar 3355 kal/gr. Berdasarkan komposisi bahan aditif yang ditambahkan pada briket sampah organik (sampah sayuran), grafik di atas menunjukkan bahwa nilai kalor mengalami penurunan. Hal ini disebabkan karena hasil pengeringan awal bahan baku (sampah sayuran) yang sangat kering, mengakibatkan bahan baku (sampah sayuran) sulit menyatu dengan lainnya, serta lama waktu pengeringan awal, sehingga menyebabkan nilai kalor berkurang.

3.2.4 Pengaruh Suhu Pengeringan Awal Terhadap Nilai Kalor Briket Sampah Organik Pada Pengujian *Bomb Calorimeter*

Hasil nilai kalor briket sampah organik yang dipengaruhi oleh suhu pengeringan awal dapat dilihat pada gambar 4.5.



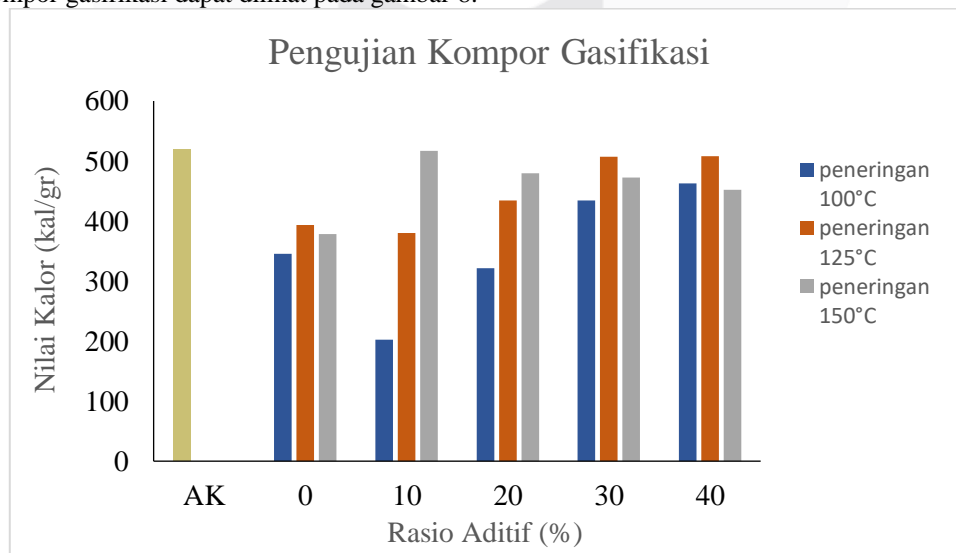
Gambar 4.5 Pengaruh Suhu Pengeringan Awal Terhadap Nilai Kalor Briket Sampah Organik

Dari gambar 4.5 dapat dilihat suhu pengeringan awal dapat mempengaruhi nilai kalor yang dihasilkan briket sampah organik. Nilai kalor terendah yaitu dihasilkan pada pengeringan awal 125°C pada briket sampah organik murni sebesar 3770 kal/gr. Sedangkan nilai kalor tertinggi yaitu dihasilkan pada pengeringan awal 150°C pada briket sampah organik murni sebesar 3971 kal/gr. Hal ini disebabkan oleh variasi suhu pengeringan awal yang semakin tinggi, sehingga menyebabkan kadar air yang terkandung di dalam bahan baku (sampah sayuran) tersebut berkurang, yang dapat mempengaruhi nilai kalor yang dihasilkan.

Suhu pengeringan awal yang optimum untuk briket sampah organik ini sebesar 100°C. Suhu yang melebihi 100°C ini akan menyebabkan berkurangnya nilai kalor pada briket sampah organik dikarenakan hasil pengeringan yang menyebabkan bahan baku (sampah sayuran) sulit menyatu dengan bahan aditif (koran) dan perekat.

3.3 Hasil Pengujian Nilai Kalor Dengan Bahan Aditif Koran Metode WBT (*Water Boiling Test*) Menggunakan Kompor Gasifikasi

Hasil nilai kalor briket sampah organik bahan aditif koran dengan metode WBT (water boiling test) pada pengujian kompor gasifikasi dapat dilihat pada gambar 8.



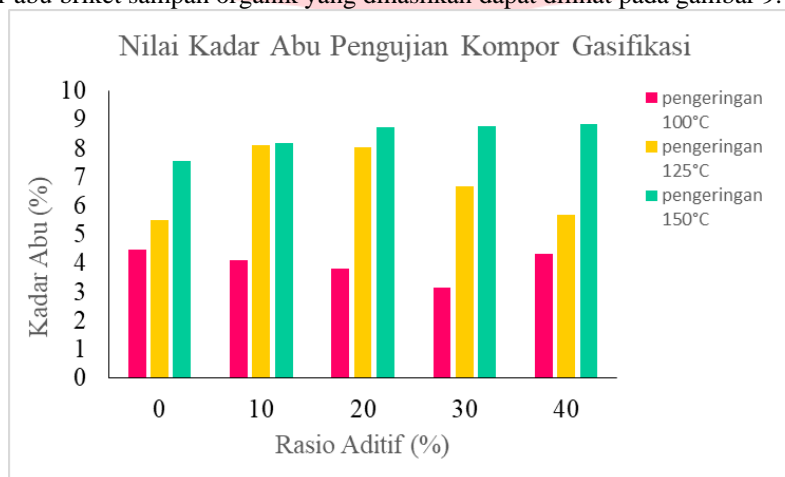
Gambar 8 Grafik Nilai Kalor Pada Pengujian Kompor Gasifikasi

Pada gambar 8 pengujian briket sampah organik dengan metode WBT (water boiling test) menggunakan kompor gasifikasi ini menghasilkan nilai kalor yang meningkat sama seperti pengujian bomb calorimeter seiring penambahan bahan aditif dan variasi suhu pengeringan. Terkecuali pada pengeringan 150°C mengalami penurunan nilai kalor. Hal ini disebabkan karena suhu pengeringan yang terlalu tinggi, bahan aditif yang tidak terikat oleh bahan utama dan perekat, sehingga menyebabkan asap yang cukup banyak pada saat pembakaran briket sampah organik tersebut. Nilai kalor terendah pada pengujian kompor gasifikasi ini diperoleh dari variasi suhu pengeringan 100°C dengan penambahan bahan aditif sebanyak 10% sebesar 202,35 kal/gr, sedangkan nilai kalor tertinggi dari pengujian kompor gasifikasi ini diperoleh dari variasi suhu pengeringan 150°C dengan penambahan bahan aditif sebanyak 10% sebesar 516,88 kal/gr. Nilai kalor yang dihasilkan dari pengujian dengan metode WBT (water boiling test) ini menggunakan kompor gasifikasi relatif kecil, disebabkan karena pengaruh aliran udara luar yang tidak konstan, ketinggian kompor gasifikasi, sehingga banyak kalor yang terbuang ke lingkungan.

Pengujian dengan bomb calorimeter dan WBT (water boiling test) menggunakan kompor gasifikasi sama-sama menghasilkan nilai kalor yang meningkat seiring bertambahnya jumlah komposisi bahan aditif yang ditambahkan pada pengeringan 100°C, dan 125°C. Walaupun nilainya jauh berbeda diantara kedua pengujian tersebut, tetapi kedua pengujian tersebut mengalami kenaikan nilai kalor, terkecuali pada pengeringan 150°C mengalami penurunan nilai kalor.

3.3.1 Hasil Nilai Kadar Abu Briket Sampah Organik Pengujian Kompor Gasifikasi

Nilai kadar abu briket sampah organik yang dihasilkan dapat dilihat pada gambar 9.



Gambar 9 Nilai Kadar Abu Briket Sampah Organik Pengujian Kompor Gasifikasi

Nilai kadar abu dapat diketahui dengan membandingkan massa abu dan massa sampel briket sampah organik yang dibakar. Hasil nilai kadar abu terendah diperoleh dari pengeringan awal briket sampah organik 100°C dengan penambahan aditif koran 30% senilai 3,15%, sedangkan nilai kadar abu tertinggi diperoleh dari pengeringan awal briket sampah organik 150°C dengan penambahan aditif koran 40% senilai 9,64%. Berdasarkan grafik di atas, pada pengeringan 100°C dan 125°C menghasilkan nilai kadar abu yang masih dalam nilai SNI yaitu 8%. Tetapi pada pengeringan awal briket sampah organik 150°C terjadi peningkatan nilai kadar abu yang dapat mempengaruhi penurunan nilai kalor yang dihasilkan pada briket sampah organik tersebut.

4. Kesimpulan

Penambahan bahan aditif dapat mempengaruhi nilai kalor briket sampah organik. Nilai kalor yang dihasilkan dengan pengujian *bomb calorimeter* menghasilkan nilai tren grafik yang meningkat pada suhu pengeringan awal 100°C mencapai 3861 kal/gr dan 125°C mencapai 3770 kal/gr. Terkecuali pada suhu pengeringan awal 150°C mengalami tren grafik yang menurun.

Nilai kalor yang dihasilkan pada pengujian metode WBT (water boiling test) menggunakan kompor gasifikasi menghasilkan tren grafik yang mengalami kenaikan sama seperti pengujian bomb calorimeter pada pengeringan 100°C dan 125°C seiring jumlah bahan aditif yang ditambahkan. Terkecuali pada suhu pengeringan awal 150°C mengalami tren grafik yang menurun. Nilai kalor terendah pada pengujian metode WBT ini sebesar 202,35 kal/gr dengan penambahan aditif 10% pada pengeringan 100°C. Sedangkan nilai kalor tertinggi sebesar 516,88 kal/gr dengan penambahan bahan aditif sebanyak 10% dari pengeringan 150°C.

Daftar Pustaka

- [1] N. F. A. B. Q, "Timbulan Sampah Nasional Capai 64 Juta Ton Pertahun.," 21 Februari 2019. [Online]. Available: <https://ekonomi.bisnis.com/read/20190221/99/891611/timbulan-sampah-nasional-capai-64-juta-ton-pertahun>. [Accessed 21 Februari 2019].

- [2] E. D. Dian Marya Novita, "Perhitungan Nilai Kalor Berdasarkan Komposisi Dan Karakteristik Sampah Perkotaan Di Indonesia Dalam Konsep Waste To Energy," *Jurnal Teknik Lingkungan* , vol. XVI, no. 2, pp. 103-114, 2010.
- [3] J. P. Pane, E. Junary and N. Herlina, "Pengaruh Konsentrasi Perekat Tepung Tapioka Dan Penambahan Kapur Dalam Pembuatan Briket Arang Berbahan Baku Pelepah Aren (Arengga Pinnata).," *Jurnal Teknik Kimia* , vol. IV, no. 2, pp. 32-38, 2015 .
- [4] M. Kamba and M. Romi Djafar ST., "Kompore Biomassa Sistem Batch Menggunakan Bahan Bakar Sekam Padi.," *Jurnal Teknologi Pertanian Gorontalo (JTPG)* , vol. IV, no. 1, pp. 15-25, 2019 .
- [5] R. H. Purnomo, E. A. Kuncoro and D. Wahyuni, "Rancang Bangun Dan Uji Teknik Kompore Berbahan Limbah Biomassa Pertanian," *Buana Sains* , vol. XIV, no. 2, pp. 71-78, 2014 .
- [6] S. A. R. I. U. Eiffel Fatimah Mardan, "Analisa Pengaruh Penambahan Bahan Aditif Pada Briket Kayu Terhadap Kalor.," *e-Proceeding of Engineering*, vol. VI, no. 2, p. 4876, 2019.

