Analisis Energi Aktivasi Pada Variasi Kecepatan Udara Dan Laju Reaksi Pembakaran Briket Limbah Kelapa Tua, Kelapa Muda Dan Kakao

Wahidin Nuriana¹, Agus Suryanto², Mustafa Kamal³

¹Fakultas Teknik, Universitas Merdeka Madiun, Jl. Serayu No. 79, Madiun, 63133

E-mail: nuriana@unmer-madiun.ac.id

²Fakultas Pertanian, Universitas Merdeka Ponorogo, Jl. Pacar No.35, Ponorogo, 63418

E-mail: agusunmer@yahoo.co.id

³Fakultas Teknik, Universitas Merdeka Madiun, Jl. Serayu No. 79, Madiun, 63133

E-mail: kamal@unmer-madiun.ac.id

Abstract— The purpose of this study was to obtain activation energy with the rate of combustion air, reduced mass weight and reaction rate of combustion of charcoal briquettes from biomass waste of old coconut, young coconut, cacao waste with carbonization at a temperature of 400°C, for 30, 60, 90 and 120 minutes. The study was conducted in a laboratory, with 3 (three) repetitions. The study was carried out by sorting raw materials, chopping, drying, carbonizing, grinding, sifting, adding tapioca glue to print, and pressing at 115 kg / cm². The results of the briquette were analyzed for heat, the highest calorific value of old coconut waste, young coconut, cocoa waste was analyzed for activation energy during the combustion process using DSC by varying the air heating rate of 20, 30, 40 ml / minute. The highest yield of old coconut briquette heating value is 6,927 cal/g with 90 minutes carbonization time. The lowest activation energy is 133.20 joules / gram on old coconut briquettes with an air speed of 40 ml / minute. In the rate of combustion reaction by thermogravimetry with Thermal Gravimetry Analyzer (TGA), the greatest reduction in mass weight on old coconut waste briquettes compared to young coconut and cocoa waste briquettes was 55.34% from 590.5 oC to 599.2 oC.

Keywords—: Briquettes; old coconut; young coconut; cocoa; calorific value.

I. PENDAHULUAN

Energi merupakan kebutuhan yang urgen bagi kehidupan manusia, kebutuhan BBM makin hari makin meningkat. Sebagai contoh konsumsi energi disegala sektor makin meningkat, antara lain bidang transportasi, listrik, industri dan domestik. Potensi biomasa di Indonesia khususnya biomasa limbah pertanian (limbah kulit kelapa tua, kelapa muda dan kakao) tersedia dalam jumlah banyak dan murah, tetapi pemanfaatannya belum maksimal. Di samping sebagai bahan bakar, limbah-limbah tersebut dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku arang aktif, kertas karbon, batu baterai dan lain-lain. Pada umumnya limbah pertanian hanya di pakai sebagai bahan bakar yang penggunaannya langsung dibakar, sehingga dapat menimbulkan pencemaran lingkungan (Jati, et al., 2005; Nuriana, 2013). Konversi limbah kulit kelapa muda, kelapa tua dan kakao menjadi briket akan memperbesar densitas, sehingga meningkatkan nilai ekonomis dan lebih praktis dalam pengangkutan serta penyimpanan. Bahan bakar dalam bentuk briket selain mempunyai nilai kalor yang tinggi dapat menyala dalam waktu yang lama (Lusia, 2008).

Penelitian ini untuk memperoleh nilai kalor dengan proses karbonisasi dengan suhu 400°C dengan variasi waktu, kebutuhan energi aktivasi pada reaksi pembakaran dan aplikasinya, dibutuhkan data pengurangan bobot masa, laju reaksi pada produk briket limbah kulit kelapa tua, kelapa muda dan kakao.

II. METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan dan dianalisis secara laboratorium, perlakuan dilakukan pengulangan 3 (tiga) kali. Perancangan percobaan menggunakan rancangan acak lengkap dengan variabel pengaruh waktu karbonisasi dan variabel respon adalah densitas, nilai kalor. Bobot pengurangan masa dan laju ketika proses reaksi pembakaran.

A. Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah: limbah kelapa tua (kulit, sabut, tempurung), kelapa muda (kulit, sabut, tempurung), kakao, tepung kanji, air, aluminium foil sebagai pembungkus saat dioven. Peralatan yang dipakai dalam penelitian ini adalah oven, pisau, nampan, mortir, desikator, alat pencetak, alat press briket, gelas ukur, piknometer, erlenmeyer, labu volume, timbangan elektrik, ayakan 80 mesh, manometer, bomb calorimetry, unit Thermo Gravimetry Analyzer (TGA), Differential Thermo Analyzer (DTA).

B. Pembuatan Briket

Limbah kelapa tua, kelapa muda dan kakao disortasi, dikeringkan di bawah sinar matahari 3 hari untuk menurunkan kadar air. Dilanjutkan karbonisasi pada suhu 400°C selama 30, 60, 90, 120 menit memakai oven. Kemudian ditumbuk, diayak dengan ayakan 80 mesh, dilanjutkan proses pencampuran dengan perekat/ lem kanji diaduk hingga homogen, dicetak dan dipress dengan tekanan 115 kg/cm² (Mahyoeno, dkk., 2005; Sulistyanto, dkk., 2005). Briket yang telah dicetak kemudian dikeringkan untuk mengurangi kadar air yang terkandung masuk bersama lem, dijemur di bawah terik sinar matahari selama ± 3 hari. Briket dianalisis kadar air, densitas, nilai kalor, laju reaksi pembakaran, pengurangan bobot masa pada proses pembakaran. Dari karbonisasi dengan variasi waktu 30, 60, 90, 120 menit dipilih nilai kalor yang tertinggi dari masing-masing briket kemudian dianalisis laju reaksi dan pengurangan bobot masa pada proses reaksi pembakaran.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Uji Nilai Kalor Briket Limbah Kelapa Tua, Kelapa Muda Dan Kakao

Setelah dilakukan proses karbonisasi pada suhu 400°C dengan variasi waktu 30, 60, 90, 120 menit dan dibuat briket selanjutnya ditumbuk dan diayak hingga ukuran 100 mesh, untuk memudahkan uji nilai kalor dalam pembakaran dengan oksigen dalam bomb calorimetry (Syamsiro, 2007). Makin kecil ukuran partikel akan memperbesar permukaan bakar sehingga bahan makin cepat terbakar (Subroto, 2006; Nuriana, 2013). Nilai kalor merupakan parameter utama dalam penilaian suatu bahan bakar atau energy (Scroder E., 2006; Tirono, 2011; Nuriana, 2013).

Tabel 1. Nilai kalor briket limbah kelapa tua, kelapa muda dan kakao pada karbonisasi suhu 400°C dengan variasi waktu karbonisasi 30, 60, 90, 120 menit

No.	Waste	Time (minutes)	Heating value (cal/ g)
1.	Old coconut	30	6.635
		60	6.882
		90	6.927
		120	6.879
2.	Young coconut	30	5.457
		60	5.846
		90	5.328
		120	5.740
3.	Cocoa	30	4.925
		60	5.059
		90	4.967
		120	4.787

Sumber: Nuriana, 2017

Gambar 1. Pengaruh waktu (30, 60, 90, 120 menit) karbonisasi terhadap nilai kalor arang limbah kelapa tua, kelapa muda dan kakao

Dari ketiga bahan briket limbah kelapa tua, kelapa muda, kakao masing-masing nilai kalor 6.927 cal/g dengan lama karbonisasi 90 menit, 5.846 cal/g dengan lama karbonisasi 60 menit, 5.059 cal/g lama 60 menit merupakan nilai kalor tertinggi dan dipilih untuk diuji energi aktivasi dan laju reaksi pembakarannya. Hasil briket diuji energi aktivasinya dengan Differential Scan Calorimetry (DSC). Kemudian diuji dengan TG, DTG untuk pengurangan bobot dan laju reaksi pembakaran. Dari hasil briket limbah kelapa tua, kelapa muda, kakao dengan nilai kalor briket tertinggi ditunjukkan pada gambar grafik di bawah ini.

Gambar 1. Nilai kalor briket limbah kelapa tua 6.927 cal/g dengan lama karbonisasi 90 menit, kelapa muda nilai kalor, 5.846 cal/g dengan lama karbonisasi 60 menit, kakao 5.059 cal/g dengan lama 60 menit

B. Uji Energi Aktivasi

Hasil energi aktivasi dengan pengujian memakai alat DSC (Differential Scanning Calorimetry) pada briket kelapa tua, kelapa muda dan kakao masing-masing bobot berbeda dilakukan dengan variasi laju aliran udara 20,30,40 ml/menit dinyatakan pada tabel 2 di bawah.

Tabel 2. Hasil energi aktivasi pada briket kelapa tua, kelapa muda dan kakao dengan variasi laju aliran udara 20,30,40 ml/menit

Laju udara (ml/menit)	Energi aktivasi briket (J/g)		
	Kelapa tua	Kelapa muda	Kakao
20	163,80	195,40	216,60
30	150,50	182,4	207,10
40	133,20	138,4	185,60

Hasil perbandingan energi aktivasi briket kelapa tua, kelapa muda dan kakao dengan variasi laju aliran udara 20,30,40 ml/menit dan bobot sampel masing-masing pada uji DSC berbeda, dapat dilihat pada gambar 3 grafik di bawah

Gambar 3. Grafik Energi aktivasi briket kelapa tua, kelapa muda dan kakao pada variasi laju aliran udara 20,30,40 ml/menit

Makin tinggi laju aliran udara, maka energi aktivasi pada briket kelapa tua, kelapa muda dan kakao menurun secara signifikan. Hal ini disebabkan karena makin tinggi laju aliran udara, maka energi aktivasi yang diperlukan untuk reaksi pembakaran makin kecil. Energi aktivasi tergantung pada nilai kalor briket, energi aktivasi akan rendah bila bahan bakar tersebut mempunyai nilai bakar yang tinggi, ini terjadi pada briket limbah kelapa tua. Kecepatan aliran udara lebih tinggi memiliki kandungan oksigen lebih banyak yang dapat membantu terjadinya perubahan secara lebih sempurna. Karena telah terbakar lebih sempurna, maka akan memerlukan energi aktivasi yang rendah (Aries, dkk.,2013).

Energi aktivasi tertinggi pada briket kelapa tua, kelapa muda dan kakao dengan variasi laju udara ditunjukkan kurva-kurva. Pada gambar di bawah kurva energi aktivasi, terlihat suhu tertinggi energi aktivasi pada puncak kurva dari briket limbah kelapa tua pada variasi laju udara 20, 30, 40ml/ menit.

Gambar 4. Kurva energi aktivasi pada laju udara 20ml/ menit dengan Differential Scan

Gambar 5. Kurva energi aktivasi briket limbah kelapa tua, pada laju udara 30ml/ menit dengan Differential Scan

Calorimetry, energi aktivasi tertinggi pada puncak kurva suhu 124,0°C.

Pada laju udara 30ml/ menit dengan Differential Scan Calorimetry, energi aktivasi tertinggi pada puncak kurva suhu 119,7°C.

Gambar 6. Kurva energi aktivasi briket limbah kelapa tua pada laju udara 40ml/ menit dengan Differensial Scan Calorimetry, energi aktivasi tertinggi pada puncak kurva suhu 118,3°C.

Pada ketiga kurva di atas terlihat makin tinggi puncak kurva dengan laju udara rendah, ini disebabkan oleh energi aktivasi reaksi pembakaran tinggi.

C. Hasil pengurangan bobot briket dan laju reaksi pembakaran briket

Dengan TG dan DTG Briket limbah kelapa tua mempunyai perubahan bobot masa dan laju reaksi sebagai berikut:

- Perubahan bobot briket saat mulai pembakaran 40 °C hingga 100 °C berkurangnya bobot adalah 1,1 dan pada suhu 590,5 °C hingga 599,2 °C 55,34%. Pada DTG ditunjukkan sebagai proses endoterm, dan pada akhir pembakaran terjadi pengurangan masa arang secara lebih cepat.
- Laju reaksi pembakaran adalah pada gambar 4.1 adalah 0,10% / menit. dengan laju udara 5 ml/menit.
Briket limbah kelapa muda mempunyai perubahan bobot masa dan laju reaksi sebagai berikut:
 - Perubahan bobot briket saat mulai pembakaran suhu 40 °C hingga 79,5 °C pengurangan bobot masa 6,04%, dan pengurangan bobot 42,10% . pada suhu 590 °C hingga 599,2 °C pengurangan bobot secara drastis 50,09%.
 - Laju reaksi pembakaran pada briket limbah kelapa muda adalah 0,22 % / menit.
Briket limbah kakao mempunyai perubahan bobot masa dan laju reaksi sebagai berikut:
 - Perubahan bobot briket saat mulai pembakaran suhu 40 °C hingga 50,5 °C pengurangan bobot masa 0,84%, pada suhu 590 °C hingga 599,2 °C terjadi pengurangan bobot 35,53% .
 - Laju reaksi pembakaran pada briket limbah kelapa muda adalah 0,24 % / menit.

Hasil penelitian ini, nilai kalor briket kelapa tua mempunyai laju reaksi pembakaran paling lambat atau rendah dibanding dengan laju pembakaran briket kelapa muda dan kakao. Pengaruh nilai densitas makin tinggi, maka nilai kalor briket makin tinggi pula dan laju pembakaran makin lambat atau rendah sesuai dengan penelitian Afif, dkk., 2014; Kurniawan, dkk., 2012).

Pengurangan bobot masa yang terbanyak pada briket limbah kelapa tua dibanding briket limbah kelapa muda dan kakao, adalah 55,34% dari suhu 590,5 °C hingga 599,2 °C pada analisis dengan cara Thermogravimetry (Himawanto, D.A., dkk., 2011; Aries D. Himawanto, 2013).

IV. KESIMPULAN

- Energi aktivasi rendah pada briket limbah kelapa tua dengan laju udara 40 ml/ menit;

2. Laju reaksi pembakaran briket limbah kelapa tua lebih rendah (0,10%/ menit) dibanding dengan briket limbah kelapa muda dan kakao;
3. Nilai kalor tertinggi didapat pada briket limbah kelapa tua adalah 6.927 cal/ g pada karbonisasi suhu 400°C dengan lama 90 menit dibanding limbah kelapa muda dan kakao;
4. Harga densitas briket tinggi, maka nilai kalor mempunyai harga tinggi pula.

V. UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan terima kasih kepada yang terhormat:

1. Direktorat Jenderal Penguatan Riset dan Pengembangan, Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi dengan surat No. SP DIPA A-04206.1.401516/2017 dan Surat Perjanjian Nomor : 035/SP2H/LT/K7/KM/2018 Antara Koordinator Kopertis Wilayah VII dengan Rektor Universitas Merdeka Madiun tanggal 26 Februari 2018
2. Ketua Laboratorium Uji Polimer , P2F-LIPI Bandung.
3. Ketua jurusan Teknik Fisika, Teknik Fisika ITS Surabaya
4. Kepala Sekolah dan Kepala Laboratorium Kimia Analitik SMKN-3 Madiun

VI. DAFTAR PUSTAKA

- Afif M.Almu, Syahrul, Yesung. A.P., 2014. Analisa Nilai Kalor Dan Laju Pembakaran PadaBriket Campuran Biji Nyamplung (*Calophyllum Inophyllum*) Dan Abu Sekam Padi, Jurnal Dinamika Teknik Mesin, Volume 4 No. 2m Juli 2014.
- Aries D. Himawanto, 2013. Penentuan Energi Aktivasi Pembakaran Briket *Char* Sampah Kota Dengan Menggunakan Metode *Thermogravimetry* Dan *Isothermal Furnace*. Jurnal Rotasi, Volume 15, No. 3, Juli 2013.
- Himawanto, D.A., Indarto, Saptoadi, H, Rohmat T. A., 2011. Karakteristik Dan Pendekatan Kinetika Global Pada Pirolisis Lambat Sampah Kota Terseleksi Reaktor, ISSN 08520798, Vol. 13 Juni 2011, Hal. 141-146
- Himawanto, D.A., Sidhi P.R., Indarto, Saptoadi, H, Rohmat T. A., 2011. Analisa Thermogravimetry Pembakaran Briket Char Bambu, Jurnal Teknik, Vol. 11 no. 1, hal. 77-84
- Himawanto, D.A., Indarto, Saptoadi, H, Rohmat T. A., 2012. Thermogravimetric Analysis and Global Kinetics of Segregated MSW Pyrolysis, Modern Applied Science, 6 (1), Hal. 120-119
- Jati E, 2005. Determination Of Charcoal Calorie Fuel From A Number Of Wood Species And Length Of Pyrolysis. J Physics Indonesia Majoring in Physics FMIPA UGM. Yogyakarta 2005; p. 11-13.
- Kurniawan Eddy, Budi Wahyudi S., Muslichin H., 2012 Karakterisasi Dan Laju Pembakaran Biobriket Campuran Sampah Organik Dan Bungkil Jarak (*Jatropha curcas L.*). Jurnal Rekayasa Proses, Vol. 6, No. 2, 2012
- Kurniawan Eddy, 2012. Model Matematis Laju Pembakaran Biobriket Campuran Sampah Organik Dan Bungkil Jarak (*Jatropha curcas L.*).
- Mahajoeno Edwi, 2005, Energi Alternatif Pengganti BBM Potensi Limbah Biomassa Smart Sebagai Sumber Energi Terbarukan.
- Nuriana W., 2013. Synthesis Preliminary Studies Durian Peel Bio Briquettes As an Alternative Fuels, Energy Procedia Journal 47 (2014), 295-302
- Nuriana W., 2018. Karakteristik Biobriket Limbah Kelapa (Tua, Muda) Dan Kakao Sebagai Energi Terbarukan Pada Variasi Waktu Karbonisasi. Kementerian Hukum Dan Hak Asasi Manusia, Surat Pencatatan Ciptaan, Nomor EC00201800774, Tanggal Permohonan: 19 Januari 2018
- Scroder Eliabeth, Experiment on the Generation of Activated Carbon from Biomass, Institute for Nuclear and Energy Technologies Forschungs Karlsruhe, Hal. 106-111, Germany 2006.
- Tirono M.; Sabit, Efek Suhu Pada Proses Pengarangan Terhadap Tempurung Kelapa Jurnal Neutrini, Vo 3, No. 2. Fakultas Sains dan Teknologi UIN Maulana Malik Ibrahim Malang, 2011.
- Syamsiro M.; Harwin Saptoadi, 2007. Pembakaran Briket Biomassa Cangkang Kakao: Pengaruh Temperatur Udara Preheat. Seminar Nasional Teknologi Teknik Mesin UGM Yogyakarta.
- Sulistiyanto Amin, 2005. Pengaruh Variasi Bahan Perekat Terhadap Laju Pembakaran Biobriket Campuran Batubara Dan Sabut Kelapa.
- Subroto, 2006. Karakteristik Pembakaran Biobriket Campuran Batubara, Ampas Tebu, Jerami. Media Mesin, Vol. 2, Juli 2006, 47-54.