

P (CH₂)_n TERHADAP KARAKTERISTIK PEMBAKARAN BAHAN BAKAR PELET PARTIKEL ARANG SAMPAH ORGANIK

Lalu Mustiadi¹, Siswi Astuti², Aladin Eko Purkuncoro³

^{1,3}Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Nasional Malang

²Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Nasional Malang

E-mail: lamusdi@yahoo.co.id

Diterima (Agustus, 2019), direvisi (Agustus, 2019), diterbitkan (September, 2019)

Abstract

The effect of (CH₂)_n on the combustion characteristics of organic waste charcoal pellet fuel has been studied visually and experimentally on atmospheric pressure and room temperature. Organic waste charcoal particles containing (C, O, Mg, Al, Si, Ca), and plastic bottle oil are formed as polyethelin (CH₂)_n. Pellet fuel is made from a mixture of polyethelin and organic waste charcoal particles, based on a percentage of the mass ratio (1; 5; 10%). The characteristics of pellet combustion are identified from the time and temperature signal of the flame, by igniting a pellet under the thermocouple junction. The results showed that the increasing mass of the mixture had a stronger influence on the pellet combustion process, indicated by the faster start-up time with an increased pellet burning rate. The catalyst in the organic waste charcoal binds hydrogen from (CH₂)_n, forming the molecular structure (CH₂)_n to be weak with a low density, therefore it can quickly evaporate and burn. With the bigger mass of the mixture, carbon moles in pellets are increasing. Consequently, the greater the mass ratio of the mixture will form wider energy absorption characteristic, forming an equilibrium stoichiometric reaction by producing an increased rate of combustion energy release. The increasing mass of the mixture, helps the generation of activation energy is greater in the burning of organic charcoal waste pellets, as confirmed by the greater absorption of infrared %T energy.

Keyword: Charcoal pellets; Hydrogen bonding; Combustion characteristics

1. PENDAHULUAN

Strategi Pengembangan Green Technology Berbasis Manajemen Lingkungan Yang Berkelanjutan, pengolahan limbah sampah (organik dan anorganik) yang melimpah di wilayah Fakultas Teknologi Industri ITN Malang Jawa Timur, dengan membentuk bahan bakar pelet arang merupakan alternatif solusi yang memungkinkan. Dengan mengubah sampah botol plastik menjadi minyak yang terbentuk sebagai polyethilene (CH₂)_n, dan mengubah sampah organik menjadi partikel arang, dengan hasil analisis karaktersitik struktur kimia untuk partikel arang sampah organik, menggunakan uji EDAX, diperlihatkan pada gambar 1 dan tabel 1.

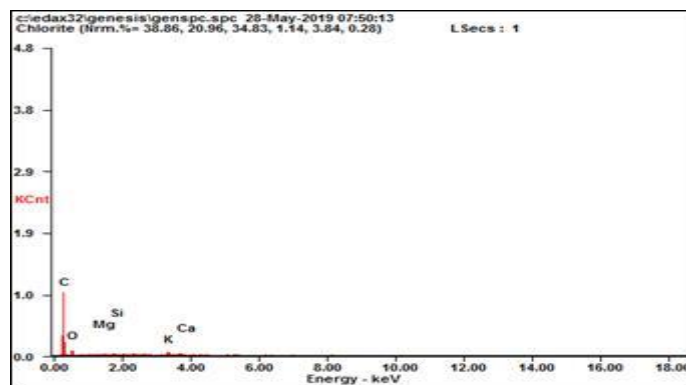
Membentuk bahan bakar pelet berdasarkan persentase rasio massa campuran, dengan tujuan mengetahui karakteristik pembakaran bahan bakar pelet partikel arang sampah organik. Karakteristik pembakaran dinyatakan dengan waktu awal nyala

pembakaran pelet dan temperatur pembakaran pelet, yang diidentifikasi dengan cara eksperimen dari waktu dan sinyal temperatur nyala api.

Tabel 1. Kandungan unsur kimia dari arang sampah organik

Unsur kimia	Berat %	Luas %
Carbon	67,03	74,76
Oksigen	27,16	22,75
Magnesium	01,12	00,62
Aluminium	00,62	00,31
Silika	01,46	00,70
Calium	02,60	00,87

Sumber: hasil uji EDAX.



Gambar 1. Grafik kandungan unsur kimia dari partikel arang sampah organik.

Beberapa penelitian; pembuatan bahan bakar pelet dari berbagai Bahan biomassa telah dipelajari, diantaranya: biomassa dari (kayu lunak, jerami gandum, residu zaitun)[1], biomassa dari residu kayu putih, pinus dan zaitun [2], biomassa dari kayu, rumput dan jerami[3], biomassa kehutanan, cemara (S) dan pinus (P), biomassa pertanian, rumput alang-alang (RCG), jerami timothy (H) dan switchgrass (SW) [4], jerami dan serbuk gergaji kayu [5], sampah padat perkotaan [7]. Sedangkan campuran bahan pelet biomassa juga telah dilakukan, diantaranya: penggunaan aditif aluminosilikat pada pelet biomassa [1], campuran biomassa pertanian dan biomassa kehutanan [4], campuran jerami dan serbuk gergaji kayu[5].

Demikian juga dengan karakteristik pelet biomassa telah diamati, diantaranya: pola api pembakaran [2], daya tahan pelet terdiri dari kondisi penyimpanan dan frekuensi penanganan [3], sifat mekanik dievaluasi (densitas dan tegangan luluh intrinsik) [4], analisis emisi hasil pembakaran (CO, NO dan SO₂) [5].

Dari beberapa penelitian tersebut, teknologi pembuatan bahan bakar pelet partikel karbon sampah organik kampus dengan campuran minyak botol plastik (CH₂)_n, dengan karakteristik pembakaran yang diidentifikasi dari waktu dan sinyal temperatur nyala api belum terinformasikan, sehingga penelitian ini bisa dikatakan sebagai kebaruan dalam bidang industri bahan bakar pelet biomassa.

Adanya unsur kimia (magnesium, aluminium, silika, calium) pada arang sampah organik akan berfungsi sebagai katalis, sedangkan unsur kimia (carbon) pada $(CH_2)_n$ akan membuat konsentrasi molekul carbon di dalam pelet arang sampah organik menjadi meningkat. Katalis akan berinteraksi dan mengikat hydrogen dari minyak dengan cepat [6], sehingga pada massa molekul hydrogen minyak $(CH_2)_n$ menjadi berkurang, membentuk densitas minyak menjadi rendah dan tegangan permukaan menjadi lemah. Dengan pemanasan, temperatur minyak menjadi cepat meningkat, menyebabkan proses pembakaran menjadi lebih cepat seperti dibuktikan dengan waktu penyalaan yang lebih pendek. Dengan pemanasan, minyak sampah botol plastik dengan densitas yang rendah, menjadi cepat menguap dan terbakar.

Pencampuran menghasilkan ikatan hydrogen, pergerakan atom hidrogen ke katalis karena katalis memiliki proton lebih banyak, membuatnya lebih positif dan energik daripada senyawa $(CH_2)_n$. Saat katalis menarik atom hidrogen, elektron menjadi aktif dan reaktif elektron memiliki cukup energi untuk bergerak ke permukaan katalis, sehingga massa molekul $(CH_2)_n$ menurun, dan ikatan molekul rantai $(CH_2)_n$ menjadi lemah.

Di sisi lain, proses memindahkan elektron membuat suhu pengapian lebih mudah dicapai dan $(CH_2)_n$ lebih mudah terbakar, menyebabkan proses pembakaran menjadi lebih cepat seperti dibuktikan dengan waktu awal nyala $(CH_2)_n$ yang lebih pendek. Campuran $(CH_2)_n$ dengan partikel arang sampah organik, menyebabkan $(CH_2)_n$ menjadi cepat menyala untuk membakar pelet, sehingga waktu awal nyala pembakaran pelet menjadi lebih cepat.

2. MATERI DAN METODE

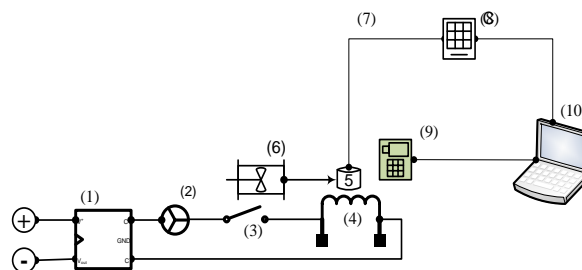
Katalis pada arang sampah organik mengikat hidrogen dari $(CH_2)_n$, membentuk struktur molekul $(CH_2)_n$ menjadi lemah dengan densitas yang rendah. Semakin besar rasio massa campuran, membentuk karakteristik penyerapan energi panas dari molekul minyak $(CH_2)_n$ yang lebih luas. Hal ini dapat membentuk ikatan molekul minyak $(CH_2)_n$ lebih lemah, maka molekulnya lebih cepat reaktif saat menyerap energi panas, sehingga menjadi cepat menguap dan terbakar.

Sedangkan unsur kimia (carbon) akan membuat konsentrasi molekul carbon di dalam pelet arang sampah organik menjadi meningkat. Dengan massa campuran yang semakin besar, menjadikan mol carbon dalam bahan bakar pelet partikel arang menjadi meningkat. Jumlah massa campuran minyak $(CH_2)_n$ yang ditambahkan pada karbon sampah organik, meningkatkan mol carbon dalam pelet. Hasil pencampuran memperlihatkan karakteristik penyerapan energi panas yang lebih cepat pada saat pembakaran, menghasilkan pelepasan energi pembakaran semakin besar. Dari hasil pencampuran, diketahui bahwa penggunaan minyak $(CH_2)_n$ yang ditambahkan pada partikel arang sampah organik, memungkinkan peningkatan kinerja bahan bakar pelet, untuk sangat memahami, uji FTIR dilakukan.

Penelitian dilakukan secara visual dan eksperimen, dengan menetapkan rasio massa campuran minyak $(CH_2)_n$ dengan partikel arang sampah organik adalah (1; 5; 10)

% . Massa partikel arang sampah organik diukur menggunakan neraca massa, sedangkan volume minyak ($(CH_2)_n$) diukur menggunakan gelas ukur. Pencampuran menggunakan mixer bertenaga motor listrik dengan daya AC 220-V dan putaran 50 rpm pada arus listrik 2 A, dengan pencampuran dilakukan selama 10 menit. Pencetakan pelet dilakukan menggunakan mesin cetak pelet vertikal dengan putaran 500 rpm. Dengan tujuan mengetahui karakteristik pembakaran bahan bakar pelet partikel arang sampah organik, yang dinyatakan dengan waktu awal nyala pembakaran pelet dan temperatur pembakaran pelet, yang diidentifikasi dari waktu dan sinyal temperatur nyala api.

Aparatus pembakaran pelet ditunjukkan pada Gambar 3. Satu pelet sampah organik ditempatkan di bawah persimpangan termokopel yang terbuat dari Pt/Rh13% (diameter 0,1 mm). Pelet dinyalakan menggunakan koil pemanas listrik (bahan Ni-Cr, diameter 0,4 mm, panjang 30 mm). Resistansi kawat adalah 1,02 Ω . Pemanas listrik bertenaga dengan daya AC 220V dengan arus listrik 2 A. Pemanas listrik bertenaga dengan daya AC 220-V dengan arus listrik 2 A. Pembakaran pelet dilakukan pada tekanan atmosfer standar dan suhu kamar. Sebuah kamera kecepatan tinggi digunakan untuk menangkap gambar nyala pelet dari awal pengapian sampai selesai pada kecepatan perekaman 120 fps, memungkinkan penentuan waktu tunda pengapian dan total waktu pembakaran. Suhu pelet selama pembakaran direkam oleh sensor termokopel, yang terhubung ke data logger dengan frekuensi sampling 1 kHz. Data suhu tercatat lima kali, selanjutnya melakukan validasi rata-rata data dan pembuatan grafik hasil, menggunakan perangkat MiniTab 16.



Gambar 2. Skema instalasi pengujian.

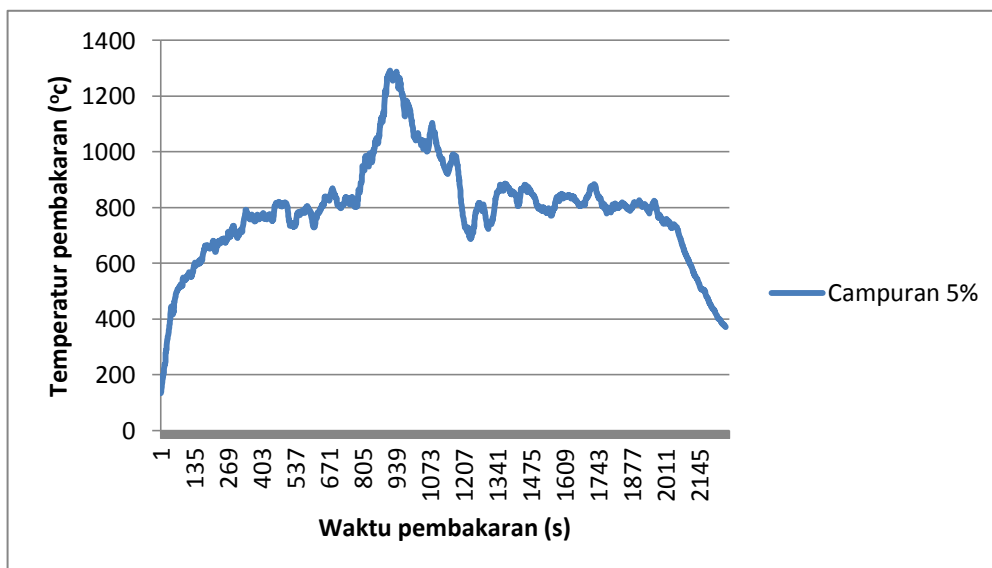
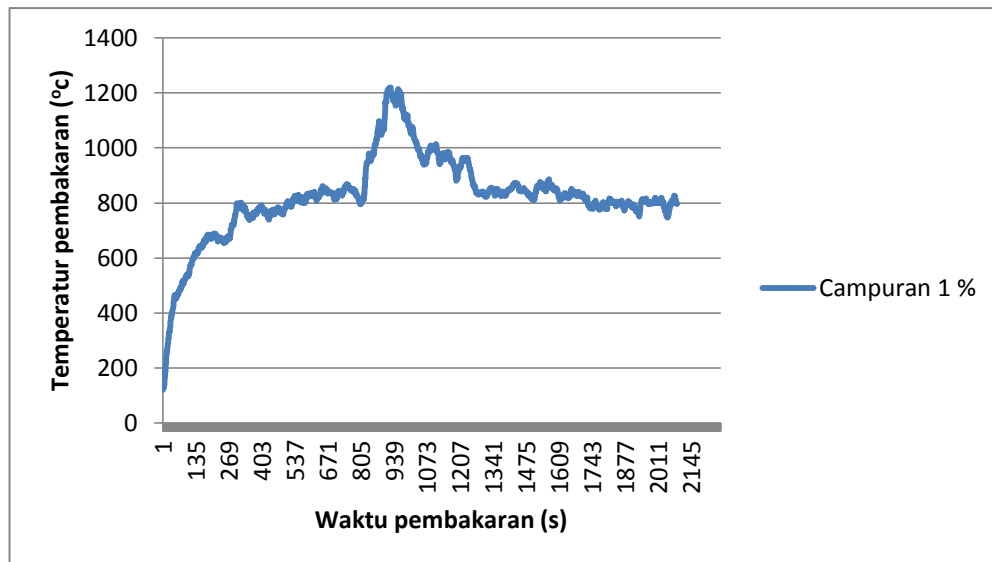
Keterangan:

(1) Adaptor, (2) Potensio, (3) Saklar, (4) Koil pemanas, (5) Pelet, (6) Fan, (7) Termokopel, (8) Data logger, (9) Kamera high speed, (10) Komputer laptop.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pencampuran menghasilkan, pergerakan atom hidrogen ke katalis adalah karena katalis memiliki proton lebih banyak, membuatnya lebih positif dan energik daripada senyawa $(CH_2)_n$. Saat katalis menarik atom hidrogen, elektron menjadi aktif dan reaktif elektron memiliki cukup energi untuk bergerak atau ditarik ke permukaan katalis dan massa molekul rantai karbon $(CH_2)_n$ menurun. kekuatan dispersi Van der Waals menjadi lemah dan kelelahan.

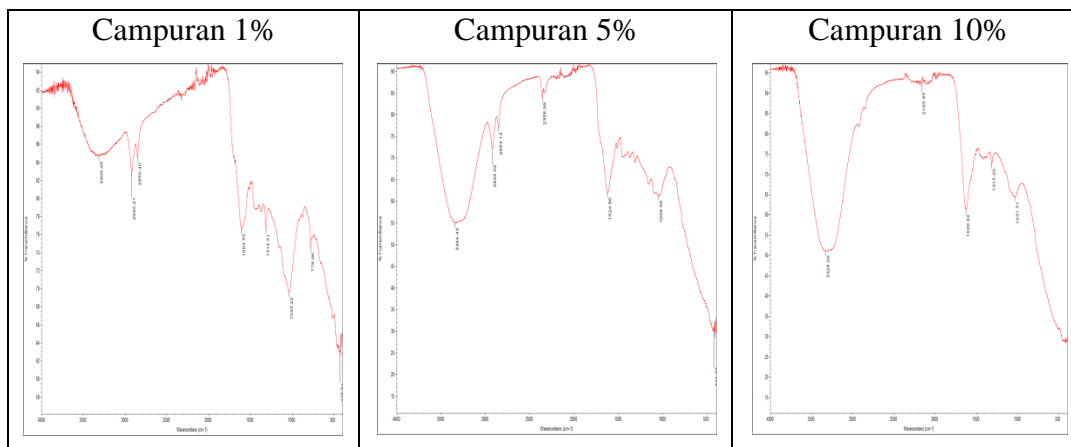
Meningkatnya pelepasan energi pembakaran yang dihasilkan pada rasio massa campuran yang bertambah besar, ditunjukkan dengan temperatur nyala api pembakaran maximum yang bertambah besar (gambar 4). Dengan massa campuran yang semakin besar, menjadikan mol carbon dalam pelet menjadi meningkat. Sehingga semakin besar rasio massa campuran, membentuk karakteristik penyerapan energi yang lebih luas, membentuk kesetimbangan reaksi stoikiometri dengan menghasilkan laju pelepasan energi pembakaran yang meningkat.





Gambar 3. Grafik temperatur pembakaran pelet partikel arang sampah organik.

Unsur kimia (carbon) pada $(CH_2)_n$ akan membuat konsentrasi molekul carbon di dalam pelet arang sampah organik menjadi meningkat. Hasil pencampuran memperlihatkan karakteristik penyerapan energi panas yang lebih cepat pada saat pembakaran, menghasilkan pelepasan energi pembakaran semakin besar.



Gambar 4. Grafik penyerapan energi %T FT-IR

Dari hasil pembahasan sebelumnya, diketahui bahwa pencampuran $(CH_2)_n$ pada partikel arang sampah organik, memungkinkan peningkatan kinerja bahan bakar pelet. Oleh karena itu, untuk sangat memahami dan memperkuat mekanisme kinerja partikel arang sampah organik, uji FTIR dilakukan. Berdasarkan hasil analisa spektrum FTIR (pada Gambar 5), untuk sampel rasio massa campuran minyak $(CH_2)_n$ dengan partikel arang sampah organik yang meningkat (1; 5; 10) %, terlihat bahwa terdapat beberapa puncak spesifik yang terlihat pada masing-masing panjang gelombang tertentu, terdapat gugus C-O terdapat pada panjang gelombang $1050 - 1300 \text{ cm}^{-1}$, gugus C=C Alkena terdapat pada panjang gelombang $1610 - 1680 \text{ cm}^{-1}$, gugus C-H Alkana terdapat pada

panjang gelombang 2850 - 2970 cm^{-1} , dan gugus C=O dari CO_2 terdapat pada panjang gelombang 2368,59 cm^{-1} . Dari gugus-gugus tersebut dapat diketahui bahwa terdapat kandungan unsur C yang meningkat, hal ini membentuk peningkatan temperatur pembakaran bahan bakar pelet.

4. KESIMPULAN

- Dengan meningkatnya massa campuran minyak (CH_2)_n pada partikel arang sampah organik, katalis akan berinteraksi dan mengikat hydrogen dari minyak dengan cepat, sehingga massa molekul hydrogen pada minyak menjadi berkurang, membentuk struktur ikatan molekul minyak (CH_2)_n lebih lemah dengan densitas yang rendah, dan molekulnya lebih cepat reaktif saat menyerap energi panas. Sehingga dengan pemanasan, temperatur minyak (CH_2)_n menjadi cepat meningkat, kemudian lebih cepat menguap dan terbakar, menjadikan waktu awal nyala pembakaran bahan bakar pelet partikel arang sampah organik yang semakin cepat.
- Dengan meningkatnya massa campuran (CH_2)_n, membuat konsentrasi molekul carbon di dalam pelet arang sampah organik menjadi meningkat, sehingga penyerapan energi panas yang lebih cepat pada saat pembakaran, menghasilkan pelepasan energi pembakaran semakin besar. Sehingga dalam pembakaran bahan bakar pelet partikel arang sampah organik, dengan suhu pembakaran bahan bakar pelet partikel arang sampah organik yang meningkat. Hal ini dapat dikonfirmasi oleh %T inframerah dari panas yang diserap semakin besar.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. S. Clery, P. E. Mason, C. M. Rayner, and J. M. Jones, "The effects of an additive on the release of potassium in biomass combustion," *Fuel*, vol. 214, no. November 2017, pp. 647–655, 2018.
- [2] L. Shan, M. Kong, T. D. Bennet, A. C. Sarroza, C. Eastwick, D. Sun, G. Lu, Y. Yan, and H. Liu, "Biomass and Bioenergy Studies on combustion behaviours of single biomass particles using a visualization method," *Biomass and Bioenergy*, vol. 109, no. August 2016, pp. 54–60, 2018.
- [3] C. Whittaker and I. Shield, "Factors affecting wood, energy grass and straw pellet durability – A review," *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 71, no. January 2016, pp. 1–11, 2017.
- [4] B. Christian, A. Sevault, and R. A. Khalil, "ScienceDirect ScienceDirect Performance Evaluation of a Modern Wood Stove Using Charcoal Assessing the feasibility of Seljeskog using the heat Kempegowda heat demand forecast," *Energy Procedia*, vol. 142, pp. 192–197, 2017.
- [5] N. Y. Harun and M. T. Afzal, "Effect of Particle Size on Mechanical Properties of Pellets Made from Biomass Blends," *Procedia Eng.*, vol. 148, pp. 93–99, 2016.
- [6] H. Y. Nanlohy, I. N. G. Wardana, N. Hamidi, L. Yuliati, and T. Ueda, "The effect of Rh 3 + catalyst on the combustion characteristics of crude vegetable oil



droplets,” *Fuel*, vol. 220, no. February, pp. 220–232, 2018.

- [7] Tri Poespowati, Lalu Mustiadi, 2012, Municipal Solid Waste Densification as an Alternative Energi, *Journal of Energy Technologies and Policy*, Vol. 2, No. 4, 2012.