

KARBONISASI PELEPAH SAWIT DENGAN VARIASI TEMPERATUR DAN WAKTU KARBONISASI

Mesakh Fridolin Sitorus¹, Komalasari¹, Zuchra Helwani^{1,*}

¹Jurusan Teknik Kimia,

Fakultas Teknik, Universitas Riau

Kampus Bina Widya Km Jl. HR Subrantas Km 12,5Pekanbaru 28293

mesakhsitorus@gmail.com

*Corresponding Author email : zuchra.helwani@lecture.unri.ac.id

ABSTRACT

Palm fronds only used as a source of raw materials for animal feed, compost and organic fertilizer in the garden area so far. The heating value of palm fronds is 15,184 MJ/kg. The heating value can be improved by conducting carbonization process. Carbonization is a method to process biomass into solid fuel without oxygen where the temperature range is between 400-600 °C. The aim of this study is to produce a solid fuel from palm fronds by using carbonization process and studied the effect of variations in temperature (450-550 °C) and carbonization time (3-4 hours) on the quality of fuels from waste palm frond. Carbonization temperature used were 450, 500, 550°C, carbonization time used were 3, 3.5, 4hours. Particle size used were < 850 µm (20 mesh). The highest result of heating value was 27,177MJ/kg at 450°C for 3.5hours. The lowest result of volatile matter content was 7,01 %-wt at 550°C for 3hours. Significant process condition affecting the heating value was temperature and carbonization time.

Keywords : Carbonization, Heating Value, Palm Frond, Volatile Matter

1. Pendahuluan

Biomassa merupakan sumber energi yang ramah lingkungan. Hal ini memainkan peran penting dalam melindungi lingkungan karena memanfaatkan kembali limbah, mengurangi biaya tempat pembuangan akhir. Biomassa dapat dibuat menjadi bentuk bahan bakar padat. Biomassa ini dapat menggantikan beberapa batubara di pembangkit listrik, dan akan mengurangi emisi karbon dan efek gas rumah kaca (Panwar dkk, 2011).

Energi biomassa merupakan sumber energi alternatif yang perlu mendapat prioritas dalam pengembangannya dibandingkan dengan beberapa sumber energi yang lain. Di sisi lain, Indonesia sebagai negara agraris banyak menghasilkan limbah pertanian yang kurang dimanfaatkan. Sumber biomassa yang sangat mudah dijumpai sekarang ini adalah limbah padat perkebunan sawit yang selama ini belum dimanfaatkan dengan

baik. Limbah padat ini berupa pelepah, tandan kosong, batang dan cangkang. Cangkang sendiri sudah memiliki pasaran untuk dijadikan bahan bakar boiler. Sedangkan pelepah, tandan kosong dan batang masih belum dimanfaatkan dengan baik sebagai sumber bahan bakar alternatif. Berdasarkan data yang dikeluarkan oleh Badan Pusat Statistik (2014), luas perkebunan kelapa sawit di Indonesia adalah yang tertinggi dari komoditi lain yaitu 10.95 juta Ha. Sedangkan di Provinsi Riau Provinsi Riau secara nasional menempati posisi teratas di Indonesia seluas 2,3 juta Ha. Limbah pertanian yang merupakan biomassa tersebut merupakan sumber energi alternatif yang melimpah, dengan kandungan energi yang relatif besar. Limbah pertanian tersebut apabila diolah dengan perlakuan khusus akan menjadi suatu bahan bakar padat buatan

yang lebih luas penggunaannya sebagai bahan bakar alternatif.

Telah dilakukan beberapa penelitian sebelumnya yang mengembangkan pembuatan bahan bakar padat dari biomassa limbah pertanian dan perkebunan. Usman (2007) melakukan penelitian pembuatan bahan bakar padat dari kulit buah kakao dengan menggunakan proses karbonisasi didalam tungku selama 4-5 jam pada temperatur 600 °C dengan memvariasikan ukuran partikel dengan ukuran 30, 50, dan 70 mesh. Nilai kalor bahan bakar dapat dipengaruhi ukuran partikel, jenis bahan baku, dan waktu karbonisasi. Nilai kalor tertinggi kulit buah kakao sebesar 18,302 MJ/kg diperoleh pada ukuran partikel 70 mesh, sedangkan nilai kalori terendah diperoleh sebesar 17,430 MJ/kg diperoleh dari ukuran partikel 30 mesh. Semakin kecil ukuran partikel maka nilai kalor bahan bakar yang dihasilkan makin tinggi.

Suhu pada proses karbonisasi juga mempengaruhi kualitas bahan bakar padat yang dihasilkan. Iskandar (2012) dalam penelitiannya, mengidentifikasi nilai kalor arang dari tongkol jagung dan sekam padi berukuran 10 mesh, yang dikarbonisasi terlebih dahulu menggunakan reaktor dengan variasi temperatur (400-600)°C, lama proses pengarangan ditentukan selama 2 jam. Diperoleh nilai kalor optimal arang tongkol jagung pada suhu 507,36 °C dengan nilai kalor 30,173 MJ/kg sedangkan pada sekam padi diperoleh sebesar 15,346 MJ/kg pada suhu 441,4 °C. Perbedaan nilai kalor produk bahan bakar padat juga sangat bergantung pada jenis bahan baku biomassa.

Suhu karbonisasi dan ukuran partikel juga mempengaruhi kadar air, kadar abu, kadar zat mudah menguap dan kadar karbon terikat. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Siahaan, dkk (2013) pada penentuan kondisi optimal suhu dan waktu karbonisasi pembuatan arang dari sekam padi, dengan variasi (400,500 dan 600)°C dan variasi waktu 30 - 120 menit. Suhu dan waktu karbonisasi

optimum untuk sekam padi yaitu 400 °C selama 120 menit dengan kadar karbon terikat 41,3 %, kadar air 6,1 %, kadar abu 32,6 %, dan kadar zat mudah menguap 20,5 %. Semakin tinggi kandungan zat karbon pada suatu zat maka nilai kalornya akan semakin tinggi. Semakin meningkat suhu dan waktu karbonisasi maka semakin baik bahan bakar padat yang dihasilkan karena peningkatan suhu dan waktu akan mengurangi kadar zat mudah menguap serta menurunkan jumlah kadar air dan kadar zat mudah menguap.

2. Metode Penelitian

Pembuatan bahan bakar padat dalam penelitian ini menggunakan bahan baku pelepah sawit. Pasokan pelepah sawit didapatkan dari pohon sawit di sekitar kampus Universitas Riau.

Peralatan yang digunakan terdiri dari unit pembuatan bahan bakar padat dan unit pengujian. Unit pembuatan bahan bakar terdiri atas neraca analitik, oven, ayakan serta reaktor dan gas N₂. Sedangkan unit pengujian terdiri dari oven, furnace, neraca analitik, desikator dan bomb kalorimeter.

Terdapat beberapa tahapan dalam proses pembuatan bahan bakar padat yaitu persiapan bahan baku, proses karbonisasi, pengujian dan analisa hasil.

Pelepah sawit yang digunakan sebagai sampel dalam penelitian ini terlebih dahulu dibersihkan dari daunnya, kemudian dilakukan pemotongan dan dihaluskan. Tahapan selanjutnya Pelepah sawit kemudian dikeringkan/dijemur dengan panas matahari sekitar 3 – 5 hari bertujuan menurunkan kadar air hingga dibawah 15%. Untuk kadar air biomassa yang digunakan sebagai bahan baku pembuatan bahan bakar padat dianjurkan dari beberapa peneliti adalah <15%, selanjutnya dihaluskan dan diayak menggunakan sieve 20 mesh, dengan hasil akhir ukuran bahan baku kecil dari 850 µm (Usman, 2007).

3. Hasil dan Pembahasan

Karakteristik pelepah sawit sebelum dan setelah karbonisasi ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1.Karakteristik Bahan Baku, Produk Bahan Bakar Padat Pelepah Sawit

Karakteristik	Bahan Baku	Produk
Nilai Kalor (MJ/kg)	15,18	24,18 – 27,18
Kadar Air (%)	8,82	3,60 - 5,90
Kadar Abu (%)	4,76	12,68 – 17,22
Kadar Volatil (%)	70,33	9,39 – 20,25
Fixed Carbon (%)	16,09	62,41 – 69,46

Perubahan warna bahan baku dan produk terjadi karena adanya peningkatan kadar karbon biomassa. Peningkatan kadar karbon yang diiringi dengan menurunnya hidrogen dan oksigen mengakibatkan biomassa menjadi hitam (Asadullah dkk., 2014).

Nilai kalor bahan bakar merupakan jumlah panas yang dihasilkan atau ditimbulkan oleh satu gram bahan bakar dengan meningkatkan temperature satu gram air dari 3,5 – 4,5 °C dengan satuan kalori. Penetapan nilai kalor dimaksudkan untuk mengetahui nilai panas pembakaran. Semakin tinggi nilai kalor suatu bahan bakar padat maka akan semakin baik pula kualitasnya.

Kadar air merupakan perbandingan berat air yang terkandung dalam bahan bakar padat dengan berat kering bahan bakar tersebut. Kadar air yang tinggi akan berakibat semakin lama bahan bakar tersebut terbakar dan membutuhkan energi yang besar, biomassa yang memiliki kadar air rendah dapat disimpan dalam waktu yang lama dan meminimalkan biaya transportasi biomassa (Grover dan Mishra, 1996). Penetapan kadar air bertujuan untuk

mengetahui sifat higroskopis arang. Kadar air dipengaruhi oleh jumlah uap air diudara, lama proses pendinginan, dan sifat higroskopis arang tersebut

Kadar air bahan baku pelepah sawit pada penelitian ini diperoleh 8,82 %. Hasil penelitian menunjukkan penurunan kadar air terhadap kenaikan suhu dan lama waktu karbonisasi. Hasil yang didapatkan yaitu kadar air terendah 3,60% pada suhu 450°C dan lama waktu 4 jam. Sedangkan kadar air tertinggi 5,90% didapatkan pada suhu 550°C dan lama waktu 3,5 jam.

Terjadinya penurunan kadar air dengan peningkatan suhu dan lama waktu karbonisasi. Tetapi pada suhu 550°C dengan bertambahnya waktu karbonisasi maka kadar air yang diperoleh semakin meningkat. Seharusnya dengan adanya peningkatan temperatur dan lama waktu karbonisasi kadar air yang diperoleh semakin menurun, tetapi yang terjadi sebaliknya. Hasil penelitian ini juga diperoleh Hartanto dan Ratnawati (2010) pada karbonisasi tempurung kelapa sawit. Hal ini disebabkan karena semakin lama waktu karbonisasi, maka pori - pori dari arang akan makin terbuka, sehingga pada saat pemindahan arang dari reaktor ke desikator dan alat penimbangan, terjadi kontak langsung antara arang yang bersifat higroskopis dengan udara sehingga arang banyak menyerap uap air.

Abu merupakan bagian yang tersisa dari proses pembakaran yang sudah tidak memiliki unsur karbon. Komponen utama abu berupa zat mineral, kalsium, kalium, magnesium dan silika (Sudiro dan Suroto, 2014). Abu dapat menurunkan mutu bahan bakar padat karena dapat menurunkan nilai kalor (Sudiro dan Suroto, 2014). Semakin tinggi kadar abu maka bahan bakar padat akan semakin sulit terbakar

Kadar abu biomassa yang digunakan pada penelitian ini 4,76%. Sedangkan kadar abu produk karbonisasi berkisar antara 12,68 - 17,22%. Kadar abu tertinggi 17,22% diperoleh pada suhu 550 °C dengan lama waktu 4 jam. Sedangkan kadar abu terendah sebesar 12,68%

didapatkan pada suhu 450 °C dengan lama waktu 3 jam.

Hasil penelitian ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Siahaan, dkk (2010), dimana semakin meningkat suhu dan waktu karbonisasi, kadar abu arang sekam padi yang dihasilkan semakin meningkat dengan menggunakan variasi suhu 400-600 °C.

Volatile matter dalam arang adalah senyawa-senyawa selain air, abu dan karbon. Zat yang menguap terdiri dari unsur hidrogen, CO₂, metana (CH₄) dan karbon monoksida (CO) (Sudiro dan Suroto, 2014). Kadar *volatile matter* ini dapat berkurang jika melalui proses pemanasan, karena *volatile matter* akan menguap. Kandungan *volatile matter* sangat penting dalam menentukan sifat pembakaran (Ervando, 2013). Semakin tinggi kadar *volatile matter* pada bahan bakar padat maka semakin mudah bahan bakar padat untuk terbakar dan menyala, sehingga laju pembakaran semakin cepat (Ervando, 2013).

Volatile matter pelepah sawit yang digunakan pada penelitian ini adalah 70,33%. dapat diketahui hubungan antara kenaikan suhu dan lama waktu karbonisasi, maka kecenderungan *volatile matter*/zat terbang semakin menurun. Penurunan *volatile matter* disebabkan karena zat mudah menguap yang terbentuk semakin banyak selama proses karbonisasi. *volatile matter* terbentuk dari proses volatilisasi hemiselulosa (Prins dkk., 2006).

Pada penelitian ini, *volatile matter* yang dihasilkan dengan temperatur (450, 500, dan 550) °C selama (3, 3.5, dan 4) jam rata-rata sebesar 9,39-20,25%. Nilai *volatile matter* lebih rendah dibandingkan pelepah sawit sebelum dilakukan proses karbonisasi. Semakin tinggi temperatur maka *volatile matter* yang dihasilkan akan semakin rendah dan semakin lama waktu karbonisasi maka kadar zat mudah menguap yang dihasilkan akan semakin rendah.

Volatile matter terendah didapatkan pada suhu 550°C dengan lama waktu karbonisasi 4 jam sebesar 9,39%. Sedangkan *volatile matter* tertinggi didapatkan pada suhu 450°C dengan lama waktu karbonisasi 3 jam sebesar 20,25%.

4. Kesimpulan

Pelepah sawit sebagai limbah hasil perkebunan sawit dengan nilai kalor 15,184 MJ/kg dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar padat melalui proses karbonisasi. Nilai kalor produk karbonisasi pelepah sawit sebesar 24,176-27,178 MJ/kg. Nilai kalor tertinggi didapatkan pada suhu karbonisasi 450°C dengan waktu karbonisasi 3,5 jam. Kadar air pada produk karbonisasi yang didapatkan sebesar 3,60-5,90%, kadar abu 4,54-6,13%, *volatile matter* 12,68-17,22%, dan kadar *fixed carbon* 60,40-72,38%.

Daftar Pustaka

- American Society for Testing and Materials* [ASTM] D-2015. 1996. Standard Test Method for Gross Calorific Value of Coal and Coke by the Adiabatic Bomb Calorimeter. ASTM International. Pennsylvania, USA.
- American Society for Testing and Materials* [ASTM] D-3172. 2002. Standard Practice for Proximate Analysis of Coal and Coke. ASTM International. Pennsylvania, USA.
- American Society for Testing and Materials* [ASTM] D-3173. 2003. Standard Test Method for Moisture in the Analysis Sample of Coal and Coke. ASTM International. Pennsylvania, USA.
- American Society for Testing and Materials* [ASTM] D-3174. 2004. Standard Test Method for Ash in the Analysis Sample of Coal and Coke from coal. ASTM International. Pennsylvania, USA.
- American Society for Testing and Materials* [ASTM] D-3175. 2002. Standard Test Method for Volatile

- Matter in the Analysis of Coal and Coke. ASTM International. Pennsylvania, USA.
- Asadullah, M., Adi, A.M., Suhada, N., Malek N.H., Saringat, M.I., dan Azdarpoour, A., 2014. Optimization of Palm Kernel Shell Torrefaction to Produce Energy Densified Bio-coal. *Energy Conversion and Management* 88, 1086-1093.
- Ervando, M. 2013. Pengaruh Variasi Temperatur Cetakan Terhadap Karakteristik Briket Kayu Sengon pada Tekanan Kompaksi 6000 Psig. *Skripsi Universitas Semarang*.
- Grover, P.D., dan Mishra, S.K. 1996. Biomass Briquetting : Technology and Practices. *Field Document No 45, FAO-Regional Wood Energy Development (RWEDP) In Asia, Bangkok*.
- Iskandar. 2012. Identifikasi Nilai Kalor Bahan Bakar Padat Dari Tongkol Jagung dan Sekam Padi Pada Proses Pirolisis. *Jurnal Teknik Kimia*. Vol.7. Malang.
- Panwar, V., Prasad, P., dan Wasemar, K.I., 2011. Biomass Residue Briquetting and Characterization. *Jurnal of Energy Engineering ASCE, June, p.108-114*.
- Prins, M.J., Ptasinski, K.J., and Jansen, F.J. 2006. Torrefaction of Wood: Part 2. Analysis of Products. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, 77, 35-40.
- Siahaan, S., Hutapea, M., dan Hasibuan, R. Penentuan Kondisi Optimum Suhu dan Waktu Karbonisasi pada Pembuatan Arang dari Sekam Padi. *Jurnal Teknik Kimia USU, Vol.2, No. 1 (2013)*.
- Sudiro dan Suroto. 2014. Pengaruh Komposisi dan Ukuran Serbuk Briket yang Terbuat dari Batubara dan Jerami Padi Terhadap Karakteristik Pembakaran. *Jurnal Sainstech Politeknik Indonusa Surakarta, Vol. 02 (02), ISSN:2355-5009*
- Usman, M.N. 2007. Mutu Briket Arang Kulit Buah Kakao dengan Menggunakan Kanji Sebagai Perekat. *Jurnal Perennial. 3(2), p. 55 – 58*.