

BAHAN BAKAR PADAT DARI PELEPAH SAWIT MENGGUNAKAN PROSES TOREFAKSI; VARIASI SUHU DAN UKURAN BAHAN BAKU

Susilowati¹, Komalasari¹, Zuchra Helwani^{1,*}

¹Jurusan Teknik Kimia,

Fakultas Teknik, Universitas Riau

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

lsusi21@yahoo.co.id

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

ABSTRACT

Oil Palm Frond can be used as alternative energy source by using torrefaction process. Torrefaction is a pre-treatment process of biomass into solid fuel within temperature range of 200-300°C in an inert condition. This research aims to produce solid fuel from oil palm frond and study the effect of process variabel towards characteristic of solid fuel resulted. Torrefaction of empty fruit bunch was using fixed bed horizontal reactor with temperature (250-300°C) and particle size (5-15 mm). Product quality resulted was calorific value, mass yield, energy yield and proximate (moisture content, ash content, volatile content and fixed carbon). The result obtained for calorific value in range was 19513.82-22684.77 kJ/kg, mass yield was 47.93-71.64 %, and energy yield was 65.09-86.39 %. 17091.03-20697.13 kJ/kg, mass yield was 52.63-84.52% and energy yield was 64.12-99.05%. Proximate analysis resulted in the form of moisture content was 1.81-3.25 %, ash content was 4.54-6.13 %, volatile content was 40.95-63.48 %, and fixed carbon was 28.62-51.53. from the result obtained, the effect of rising temperature give enhancement to the calorific value, energy yield, ash content, and fixed carbon. While the influence of increasing particle size give enhancement to the mass yield, calorific value, moisture and volatiles content. From the result of hypothesis testing using F test showed that $F_{calculated}$ was greater than F_{table} . This indicates that the data obtained significant influence and according to the resulting model.

Keywords: biomass, oil palm frond, solid fuel, torrefaction.

1. Pendahuluan

Pelepah merupakan salah satu biomassa limbah yang cukup banyak dihasilkan dari perkebunan sawit. Umumnya limbah pelepah sawit dibiarkan begitu saja membusuk tanpa ada perlakuan pengolahan lebih lanjut. Jumlah pelepah sawit yang dipotong dapat mencapai 40-50 pelepah/pohon/tahun dengan bobot pelepah sebesar 4,5 kg berat kering per pelepah. Dalam satu hektar sawit diperkirakan dapat menghasilkan 6400-7500 pelepah per tahun dengan nilai kalor dari biomassa pelepah sawit berkisar 17200 kJ/Kg [Simanihuruk dkk., 2008]. Dengan nilai kalor yang cukup tinggi tersebut, maka pelepah sawit bisa di manfaatkan menjadi bahan bakar

padat untuk keperluan industri. Untuk meningkatkan nilai jual pelepah sawit, maka pelepah sawit harus diproses menjadi produk yang mempunyai nilai jual tinggi, tentunya dengan nilai kalor yang lebih tinggi dibandingkan dengan nilai kalor biomassa pelepah sawit dan diharapkan mampu bersaing dengan bahan bakar lainnya.

Salah satu cara untuk meningkatkan nilai kalor tersebut adalah dengan cara torefaksi yaitu teknologi yang menghasilkan bahan bakar padat dengan karakteristik yang baik mendekati karakteristik batubara dalam hal nilai kalor, penanganan, pengilangan, dan

pendistribusian. Torefaksi memiliki potensial untuk meningkatkan daya saing biomassa sebagai suatu energi yang terbaharukan melalui suatu proses thermal menggunakan gas inert atau nitrogen pada suhu rendah sekitar 200-300 °C. Keuntungan yang diperoleh dari proses ini adalah nilai kalor atau energi densitas yang tinggi, rasio atom O/C, H/C dan kandungan air rendah, serta tahan terhadap air atau hidropobik [Basu, 2013].

Pembuatan bahan bakar padat dari biomassa telah dilakukan oleh beberapa penelitian seperti Basu dkk. [2012] dan Chen dkk. [2015]. Basu dkk. [2012] melakukan penelitian torefaksi dari biomassa pohon Ek dengan variasi ukuran diameter bahan baku antara 10-60 mm. Proses torefaksi dilakukan pada suhu 250°C selama 60 menit. Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa ukuran bahan baku berpengaruh pada nilai kalor yang dihasilkan, dimana semakin besar ukuran panjang bahan baku maka semakin besar pula nilai kalor yang dihasilkan.

Chen dkk. [2015] melakukan penelitian karakterisasi produk padatan dari torefaksi bambu. Variasi suhu operasi 250, 300, 350°C dan waktu 30, 60, 90 menit. Hasil penelitian menunjukkan karakteristik produk padat dan cair dipengaruhi oleh suhu dan waktu torefaksi. Nilai rasio O/C, *fixed carbon* dan nilai kalor produk padat torefaksi meningkat seiring dengan meningkatnya suhu dan waktu torefaksi. Kondisi operasi optimum yang diperoleh adalah pada suhu 300°C dan waktu 30 menit dengan nilai kalor produk padat sebesar 25 MJ/kg.

2. Metode Penelitian

Bahan baku yang digunakan pada penelitian ini adalah pelepah sawit dan gas N₂. Gas N₂ berfungsi untuk membawa oksigen keluar dari reaktor dan volatil yang terbentuk selama proses torefaksi. Reaktor *fixed bed* horizontal yang digunakan pada penelitian ini mempunyai dimensi panjang 60 cm dan diameter 6 cm. Reaktor juga dilengkapi dengan *bubble shoap flow meter*

untuk menghitung laju alir nitrogen yang masuk serta kondensor dengan panjang 30 cm dan *condensate trap* berupa dua buah erlenmeyer vakum 2 L.

Untuk mencapai sasaran yang diinginkan maka penelitian ini dibagi dalam beberapa tahapan meliputi persiapan bahan baku, proses torefaksi, dan analisa hasil. Persiapan bahan baku dimulai dari tahap pembersihan atau pemisahan pelepah dari daunnya, kemudian dilanjutkan dengan pemotongan pelepah kurang lebih sesuai ukuran yang diinginkan (5, 10, 15 mm), dan dikeringkan menggunakan sinar matahari kurang lebih selama 5 hari. Bahan baku yang telah kering dimasukkan ke dalam reaktor dan selanjutnya ditorefaksi pada suhu (250, 275, dan 300°C) dan waktu torefaksi yang telah ditentukan (30 menit). Reaktor dilengkapi alat pengatur suhu secara otomatis dan untuk mengkondisikan tanpa udara, reaktor dihampakan terlebih dahulu. Selama proses Torefaksi berlangsung gas N₂ akan dalirkan terus menerus. Hasil torefaksi kemudian dilakukan analisa proximat yaitu analisa nilai kalor, kadar air, kadar abu, kadar volatil dan kadar karbon terikat (*fixed karbon*), serta analisa nilai kalor menggunakan *bomb calorimeter*.

3. Hasil dan Pembahasan

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

Tabel 1. Karakteristik bahan baku dan produk yang dihasilkan.

	Bahan Baku	Produk
Nilai kalor (kJ/kg)	16385,49	19513,82–22684,77
<i>Mass yield</i> (%)	-	47,93–71,64
<i>Energy yield</i> (%)	-	65,60–86,39
Kadar air (%)	8,23	1,81–3,25
Kadar abu (%)	3,45	4,54–6,13
Kadar volatil (%)	68,45	40,95–63,48
Kadar <i>fixed carbon</i> (%)	19,87	28,62–51,53

Perbedaan utama secara visual yang bisa dilihat adalah perubahan warna yang semakin menghitam seiring dengan meningkatnya suhu torefaksi. Warna hitam yang semakin pekat seiring dengan meningkatnya suhu torefaksi diakibatkan oleh semakin meningkatnya fraksi karbon pada biomassa [Asadullah dkk., 2014]. Sementara itu perubahan ukuran partikel tidak memberikan pengaruh yang terlalu signifikan terhadap tampilan visual pelepah.

Secara umum, terjadi peningkatan nilai kalor produk yang dihasilkan dibandingkan nilai kalor awal bahan baku. Peningkatan nilai kalor sebesar 19-38% yang didapatkan berbanding lurus dengan peningkatan suhu torefaksi dan ukuran partikel. Nilai kalor ikut meningkat seiring dengan meningkatnya suhu torefaksi dan ukuran partikel. Semakin tinggi suhu torefaksi yang digunakan, fraksi karbon yang ada juga semakin meningkat seiring dengan turunnya fraksi oksigen dan hidrogen dari produk torefaksi yang dihasilkan. Fraksi hidrogen dan oksigen hilang bersama komponen selulosa dan beberapa komponen organik seperti air, asam asetat, dan fenol yang hilang selama proses torefaksi [Uemura dkk., 2011].

Berdasarkan hasil analisa proksimat, kadar air dan kadar volatil menurun seiring dengan meningkatnya suhu torefaksi dan bertambah seiring dengan meningkatnya ukuran partikel. Menurunnya kadar air dan kadar volatil diakibatkan oleh semakin banyaknya air dan komponen-komponen volatil yang menguap seiring dengan meningkatnya suhu torefaksi. Zat-zat volatil yang terbentuk merupakan polimer-polimer dari hemiselulosa yang terdegradasi selama proses torefaksi [Prins dkk., 2006]. Sementara itu peningkatan kadar air dan volatil seiring dengan meningkatnya ukuran partikel diakibatkan oleh luas permukaan biomassa yang semakin kecil seiring dengan bertambahnya ukuran partikel yang mengakibatkan semakin tingginya ketahanan panas pada biomassa [Basu dkk., 2012].

Kadar abu pada produk torefaksi pelepah sawit meningkat karena suhu torefaksi tidak mencapai suhu pengabuan pada biomassa yang berkisar antara 550°C dan untuk batubara adalah 780°C [Prins dkk., 2006].

4. Kesimpulan

Pelepah sawit sebagai limbah hasil perkebunan sawit dengan nilai kalor 16385,49 kJ/kg dapat dimanfaatkan sebagai *solid fuel* melalui proses torefaksi. Nilai kalor tertinggi didapatkan pada suhu torefaksi 300°C dengan diameter pelepah 15 mm. Sedangkan *mass yield* dan *energy yield* tertinggi didapatkan pada suhu 250°C dan diameter pelepah 15 mm.

Daftar Pustaka

- American Society for Testing and Materials* [ASTM] D-5865, 2013. Standard Test Method for Gross Calorific Value of Coal and Coke by the Adiabatic Bomb Calorimeter.
- American Society for Testing and Materials* [ASTM] D-3172, 2013. Standard Practice for Proximate Analysis of Coal and Coke.
- American Society for Testing and Materials* [ASTM] D-3173, 2013. Standard Test Method for Moisture in the Analysis Sample of Coal and Coke.
- American Society for Testing and Materials* [ASTM] D-3174, 2013. Standard Test Method for Ash in the Analysis Sample of Coal and Coke from coal.
- American Society for Testing and Materials* [ASTM] D-3175, 2013. Standard Test Method for Volatile Matter in the Analysis of Coal and Coke.
- Asadullah, M., Adi, A.M., Suhada, N., Malek, N.H., Saringat, M.I., Azdarpoour, A., 2014. Optimization of palm kernel shell torrefaction to produce energy densified bio-coal. *J. Energy conversion and management*. Article in press.
- Basu, P., Shailendra Rao., Alok Dhungana., 2012. An Investigation into the Effect of Biomass Particle Size on its

- Torrefaction. *Mechanical Engineering Department, Dalhousie University.*
- Chen, W.H., Liu, S.H., Juang, T.T., Tsai, C.M., Zuang, T.Q., 2015. Characterization of solid and liquid products from bamboo torrefaction. *J. Applied Energy. Article in press.*
- Simanihuruk, K., Junjungan, & Tarigan, A. 2008. Pemanfaatan Pelepah Kelapa Sawit Sebagai Pakan Basal Kambing Kacang Fase Pertumbuhan. *Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner.*
- 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.
- Uemura, Y., Omar, W., Yusup, S., Tsutsui, T., 2011. Torrefaction of oil palm wastes. *J. Fuel*. 90, 2585 – 2591.