

# Bahan Bakar Padat Dari Tandan Kosong Sawit Menggunakan Proses Torefaksi; Variasi Suhu Dan Ukuran Bahan Baku

Eferius Mendrofa<sup>1</sup>, Komalasari<sup>1</sup>, Zuchra Helwani<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Kimia S1,  
Fakultas Teknik, Universitas Riau  
Kampus Bina Widya Km Jl. HR Subrantas Km 12,5 Pekanbaru 28293  
mendrofa.eferius@yahoo.com

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

## ABSTRACT

*Palm Empty Fruit Bunches (EFB) 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. The aim of this research was producing solid fuel from oil palm EFB and studying the effect of process variabel towards characteristic of solid fuel that was resulted. Torrefaction of EFB was using fixed bed horizontal reactor with temperature (225-275 °C) and particle size (5-15 mm). The quality of product that analyzed was calorific value, mass yield, energy yield and proximate (moisture content, ash content, volatile content and fixed carbon). The result of research was obtained for calorific value was 18362.17-20113.19 kJ/kg, mass yield was 52.15-77.85% and energy yield was 65.82-90.00%. The result proximate analysis such as moisture content was 1.22-1.35%, ash content was 6.97-13.59%, volatile content was 35.71-56.64%, and fixed carbon was 33.45-52.13%. From the result that was obtained, the effect of rising temperature given increasing to the calorific value, energy yield, ash content, and fixed carbon.*

**Keywords:** palm empty fruit bunches, biomassa, solid fuel, torrefaction.

## 1. Pendahuluan

Biomassa merupakan bahan bakar yang dapat digunakan langsung atau diproses terlebih dahulu. Sumber utama biomassa meliputi limbah atau residu dari industri, pertanian dan perkebunan. Indonesia adalah negara tropis memiliki sumber daya biomassa yang melimpah. Sumber biomassa yang sangat mudah dijumpai sekarang ini adalah limbah padat perkebunan sawit yang selama ini hanya dibiarkan. Limbah padat ini berupa pelepah, tandan kosong, batang dan cangkang. Berdasarkan data yang dikeluarkan oleh Badan Pusat Statistik (2014) luas perkebunan sawit di Indonesia adalah yang tertinggi dari komoditi lain yaitu 10,95 juta Ha. Sedangkan Provinsi Riau secara nasional menempati posisi teratas di Indonesia seluas 2,30 juta Ha. Hal ini menunjukkan potensi biomassa

khususnya limbah sawit di provinsi Riau sangat besar. Biomassa yang digunakan pada penelitian ini adalah limbah padat berupa tandan kosong sawit (TKS).

Tandan Kosong Sawit (TKS) merupakan limbah utama berlignoselulosa yang belum termanfaatkan secara optimal dari industri pengolahan sawit. TKS merupakan limbah padat terbesar yang dihasilkan oleh perkebunan kelapa sawit (PKS). Setiap pengolahan 1 ton tandan buah segar (TBS) dihasilkan TKS sebanyak 22 – 23% TKS atau sebanyak 220–230 kg TKS. Jika PKS berkapasitas 100 ton/jam maka dihasilkan sebanyak 22 – 23 ton TKS. Jumlah limbah TKS seluruh Indonesia pada tahun 2004 diperkirakan mencapai 18.2 juta ton. Nilai kalor TKS adalah 18790 kJ/kg (Sunarwan, 2013). Karena limbah TKS yang belum

termanfaatkan secara optimal, maka limbah tersebut diolah menjadi bahan bakar padat dengan cara torefaksi yaitu teknologi yang menghasilkan bahan bakar padat dengan karakteristik yang baik mendekati karakteristik batubara dalam hal nilai kalor.

Cara ini dilakukan untuk meningkatkan nilai kalor TKS. Torefaksi memiliki potensial untuk meningkatkan daya saing biomassa sebagai suatu energi yang terbarukan melalui suatu proses termal 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, 2010).

TKS merupakan salah satu limbah industri minyak sawit yang mengandung serat yang cukup banyak dan sampai saat ini belum dimanfaatkan secara optimal. Selama ini TKS yang tidak tertangani menyebabkan bau busuk, dan menjadi tempat bersarangnya serangga (Irawan dkk, 2015) . Kandungan lignoselulosa dalam limbah TKS sangat berpotensi untuk dimanfaatkan menjadi produk bahan bakar padat.

Beberapa penelitian dalam pembuatan bahan bakar padat telah dilakukan, diantaranya Ajimutfi dan Annisa (2013) melakukan penelitian pembuatan bahan bakar padat dari biomassa kayu karet dengan proses torefaksi dan variasi waktu reaksi yaitu 30, 45 , dan 60 menit, dan suhu 225, 250, 275 dan 300 °C. Perolehan nilai kalor tertinggi pada suhu 300 °C dan waktu 45 menit yaitu sebesar 24283 kJ/kg.

Uemura dkk (2011) melakukan penelitian pembuatan bahan bakar padat dari biomassa kelapa sawit dengan proses torefaksi dengan variasi waktu 220, 250, dan 300 °C dan bahan baku TKS, cangkang sawit dan serat buah sawit. Dari hasil penelitian, nilai kalor pada TKS adalah 20410 kJ/kg pada suhu 300 °C, nilai kalor cangkang sawit 22170 kJ/kg pada suhu 300 °C dan nilai kalor serat buah sawit 21680

kJ/kg pada suhu 300 °C. Dalam penelitian ini, semakin tinggi suhu, maka nilai kalor biomassa semakin tinggi juga.

Basu dkk (2012) melakukan penelitian torefaksi dari biomassa pohon kayu . Proses torefaksi dilakukan pada variasi ukuran bahan baku 10, 35, dan 65 mm pada suhu 250 °C. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kondisi terbaik ditunjukkan pada ukuran 65 mm dengan nilai kalor tertinggi 22265 kJ/kg. Semakin panjang ukuran bahan baku, maka semakin tinggi nilai kalor yang didapatkan.

Dari beberapa penelitian diatas (bahan bakar padat dari biomassa pohon kayu dan kayu karet) nilai kalor dipengaruhi oleh suhu, waktu tinggal dan ukuran bahan baku. Maka dari itu, akan dilakukan penelitian pembuatan bahan bakar padat dari bahan baku yang lain yaitu TKS melalui proses torefaksi dengan variasi ukuran bahan baku 5, 10, dan 15 mm (Basu dkk, 2012) dan variasi suhu 250, 275, dan 300 °C (Uemura dkk, 2011).

## 2. Metode Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah padat sawit yaitu TKS yang didapat pada saat pemanenan.

Peralatan yang digunakan terdiri dari unit pembuatan bahan bakar padat dan unit pengujian. Unit pembuatan bahan bakar terdiri neraca analitik, oven, furnace, desikator. Sedangkan unit pengujian terdiri dari oven, furnace, neraca analitik, desikator dan bomb kalorimeter.

Ada beberapa tahapan yang dilakukan dalam proses torefaksi TKS. Persiapan bahan baku dimulai dari pembersihan TKS, kemudian dikeringkan di bawah sinar matahari selama 4 hari, kemudian dipotong sesuai ukuran variabel bahan baku yaitu 5, 10 dan 15 mm. Bahan baku yang telah kering dimasukkan ke dalam reaktor dan selanjutnya ditorefaksi pada suhu 250, 275 dan 300°C selama 45 menit. Reaktor dilengkapi alat pengukur suhu secara otomatis kemudian selama proses torefaksi dialirkan gas N<sub>2</sub> untuk

mengatasi terjadinya pembakaran sempurna.

### 3. Hasil dan Pembahasan

Uji nilai kalor dan proksimat bahan baku TKS sebelum dan setelah torefaksi ditampilkan pada **Tabel 1**.

**Tabel 1.** Karakteristik Bahan Baku, Produk Bahan Bakar Padat Dari TKS

Karakteristik	Bahan Baku	Produk
Nilai kalor (kJ/kg)	16993,49	18362,17–20113,19
Mass yield (%)	-	52,15–77,85
Energy yield (%)	-	65,82–90,00
Kadar air (%)	9,54	1,22–1,35
Kadar abu (%)	5,95	6,13–11,96
Kadar volatil (%)	63,09	35,71–56,64
Kadar fixed carbon (%)	21,42	34,45–53,13

Nilai kalor bahan bakar adalah 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. Hasil yang didapatkan adalah semakin tinggi suhu dan ukuran bahan baku yang diberikan pada proses torefaksi maka semakin tinggi juga nilai kalor yang didapatkan (Basu, 2013)

Kadar air adalah 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). Semakin tinggi suhu yang diberikan, maka semakin sedikit kadar air yang didapatkan pada produk torefaksi.

Abu adalah jumlah konstan yang tersisa apabila bahan bakar padat dipanaskan. Dalam proses pengabuan bahan-bahan organik dalam bahan bakar padat akan terbakar sedangkan bahan anorganik akan tertinggal. Abu yang tertinggal adalah berbagai garam - garam logam seperti karbonat, silikat, oksalat dan fosfat. Abu merupakan kandungan yang tidak bisa terbakar atau tidak bisa lagi menghasilkan kalor, sehingga semakin sedikit kandungan abunya maka akan semakin baik pula suatu nilai kalor bahan bakar (Malakauseya dkk, 2013). Semakin tinggi suhu yang diberikan, maka semakin tinggi kadar abu yang didapatkan, demikian sebaliknya.

Zat mudah menguap (*volatile metter*) adalah material yang mudah terbakar yang dihasilkan oleh biomassa. Semakin tinggi kadar volatil pada biomassa, maka biomassa tersebut akan semakin cepat terbakar (Basu, 2013). Hasil yang didapatkan adalah semakin tinggi suhu, kadar volatil yang dihasilkan semakin rendah. Sementara semakin panjang ukuran bahan baku, maka semakin tinggi nilai kadar volatilnya. Kadar volatil berhubungan erat dengan kadar *fixed carbon* terikat. Persentase kadar volatil yang tinggi pada biomassa, mengakibatkan penurunan yang signifikan terhadap kadar karbon terikat.

### 4. Kesimpulan

Biomassa TKS limbah hasil perkebunan sawit dapat dimanfaatkan sebagai *solid fuel* melalui proses torefaksi. Dengan meningkatkan suhu pada torefaksi dan ukuran bahan baku, maka nilai kalor yang didapatkan semakin tinggi. Nilai kalor tertinggi diperoleh pada suhu 300°C dan ukuran bahan baku 15 mm yaitu 21613,19 KJ/kg. Sedangkan mass yield dan energy yield tertinggi didapatkan pada suhu 250°C dan ukuran bahan baku 15 mm sebesar 77,85% dan 90%.

## 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.
- Ajimutfi dan Anissa, N (2013). Pembuatan bahan bakar dari biomassa kayu karet dengan proses torefaksi. *Skripsi Institut Teknologi Bandung*
- Badan Pusat Statistik, 2014. Luas Areal dan Produksi Kelapa Sawit di Indonesia, Jakarta.
- Basu, P. 2010. Biomass Gasification and Pyrolysis Practical Design and Theory. New York: Elsevier Inc..
- Basu, P., Shailendra Rao., Alok Dhungana., 2012. An investigation into the Effect of Biomass Particle Size on its Torrefaction. *Mechanical Engineering Department, Dalhousie University.*
- Basu, P. 2013. Biomass Gasification, Pirolisis and Torrefaction-Practical Design and Theory, second Edition. Academic Press, San Diego, pp. 87-145.
- Grover, P.D., & Mishra, S.K. 1996. Biomass Briquetting : Technology and Practices. *Field Document No 45, FAO-Regional Wood Energy Development (RWEDP) In Asia, Bangkok.*
- Makauseya, J.J., Sudjito., & Sasongko, M.N. 2013. Pengaruh Prosentase Campuran Briket Limbah Serbuk Kayu Gergajian dan Limbah Daun Kayuputih Terhadap Nilai Kalor dan Kecepatan Pembakaran. *Jurnal Rekayasa Mesin, Vol. 4, No. 3, p. 194 – 198.*
- Irawan, A., Tubagus R., dan Nurmalisa. (2015). Proses Torefaksi Tandan Kosong Kelapa Sawit untuk kandungan Hemiselulosa dan Uji kemampuan Penyerapan Air. *Jurnal Teknik Kimia. Vol 15 No.3, p. 190-195.*
- Sunarwan, B., & Juhana., R. 2013. Pemanfaatan Limbah Sawit Untuk Bahan Bakar Energi Baru dan Terbaharukan (EBT). *Jurnal Tekno-Intensif, Vol. 7, No. 2, p. 1-14*
- Uemura, Y., Omar, W., Yusup, S., Tsutsui, T., 2011. *Torrefaction of oil palm wastes. J. Fuel. 90, 2585 – 2591.*