

TOREFAKSI TANDAN KOSONG SAWIT : PENGARUH KONDISI PROSES TERHADAP NILAI KALOR PRODUK TOREFAKSI

Al Qohyum Fernando¹, Zuchra Helwani²

¹Mahasiswa Jurusan Teknik KimiaS1, ²Dosen Jurusan Teknik Kimia,
Fakultas Teknik, Universitas Riau
Kampus Bina Widya Km Jl. HR Subrantas Km 12,5 Pekanbaru 28293
alqohyum.fernando@yahoo.co.id

ABSTRACT

Empty fruit bunches can be used as alternative energy source by torrefaction process. Torrefaction is a treatment process of biomass into solid fuel within temperature range of 200-300°C in an inert condition. The aim of this research was to determine the condition of the process to the increase in calorific value torrefaction product. Torrefaction of empty fruit bunch was using fixed bed horizontal reactor with temperature (225-275°C), time (15-45 minutes) and particle size (2-6 cm). Results of the research is the calorific value and the proximate analysis torrefaction products such as moisture content, ash content, volatile content, and the content of fixed carbon. Torrefaction product calorific value in the range 17091,03-20697,13 kJ/kg.

Keywords: biomass, empty fruit bunches, solid fuel, torrefaction.

1. Pendahuluan

Indonesia merupakan negara produsen *crude palm oil* (CPO) terbesar di dunia dengan produksi mencapai 29 juta ton pada tahun 2014. Salah satu daerah penghasil CPO di Indonesia adalah Provinsi Riau, dengan pangsa produksi mencapai 30% dari produksi CPO Indonesia [Kementerian Pertanian, 2014]. Pada pengolahan tandan buah segar (TBS) menjadi CPO, pabrik CPO mengeluarkan limbah tandan kosong sawit (TKS). TKS dihasilkan sebesar 22% dari berat TBS. Selama ini, penanggulangan TKS di pabrik hanya dengan cara dibakar dalam *incenerator*, ditumpukan pada lahan perkebunan sebagai mulsa, atau dijadikan bahan baku pupuk kompos [Abdullah & Sulaiman, 2013].

Potensi energi TKS sekitar 138,3 juta GJ per tahun dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi khususnya di sektor industri. Dimana biomassa mempunyai potensi cadangan energi total sebesar 756,1 juta GJ [Prastowo, 2012]. Sumber energi dari biomassa diharapkan dapat menekan penggunaan energi fosil yang mana

penggunaannya meningkat setiap tahunnya. Konsumsi energi Indonesia mencapai 1.079 juta setara barel minyak pada tahun 2012, dimana cadangan minyak bumi diperkirakan hanya dapat memenuhi kebutuhan nasional hingga tahun 2025 dan batubara hingga tahun 2080 [DEN, 2014]. Salah satu pemanfaatan biomassa menjadi sumber energi dapat dilakukan melalui konversi termokimia [Basu, 2013].

Torefaksi merupakan salah satu proses termokimia dalam pemanfaatan biomassa yang lebih efektif untuk menghasilkan *solid fuel* [Basu, 2013]. Tujuan utama dari torefaksi adalah memaksimalkan *mass yield* dan *energy yield* dengan menurunkan rasio antara oksigen dan hidrogen terhadap karbon.

Torefaksi telah banyak dilakukan oleh beberapa peneliti. Nilai kalor hasil torefaksi pelepah sawit meningkat sekitar 25% dari nilai kalor sebelum torefaksi [Uemura dkk., 2011]. Torefaksi tandan kosong sawit, dan batang sawit pada suhu 200-300°C dan waktu 15-45 menit dengan laju alir N₂ 0,75

L/menit menghasilkan nilai kalor yang naik dengan bertambahnya suhu dan waktu torefaksi [Chin dkk., 2013].

Proses torefaksi kayu poplar pada suhu 250°C selama 60 menit menghasilkan nilai kalor yang menurun seiring dengan bertambahnya panjang partikel [Basu dkk., 2012]. Asadullah dkk. [2014] melakukan torefaksi cangkang sawit pada suhu 300°C selama 20 menit dengan variasi berupa laju alir nitrogen dari 100-1000 ml/menit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perubahan laju alir nitrogen tidak berpengaruh signifikan. Faktor lain seperti suhu dan waktu torefaksi lebih berpengaruh dibandingkan laju alir nitrogen. Laju alir nitrogen minimum dibutuhkan untuk menghemat biaya produksi [Lu dkk., 2012].

2. Metode Penelitian

Bahan baku yang digunakan pada penelitian ini adalah tandan kosong sawit dan gas N₂. Gas N₂ berfungsi untuk membawa oksigen keluar dari reaktor dan volatil yang terbentuk selama proses torefaksi. Reaktor *fix bed* horizontal yang digunakan pada penelitian ini berdimensi panjang 60 cm dan diameter 6 cm. Reaktor dilengkapi dengan kondenser dengan panjang 70 cm dan *condensate trap* berupa 2 (dua) erlenmeyer vakum.

Untuk mencapai sasaran yang diinginkan maka penelitian ini dibagi dalam beberapa tahapan meliputi persiapan bahan baku, proses torefaksi, analisa hasil, dan pengolahan data. Untuk mempermudah pengeringan, TKS terlebih dahulu dipotong menjadi 4 bagian dan dibersihkan dari kotoran. Hal ini bertujuan agar proses torefaksi dapat berlangsung sempurna dan tidak terganggu dengan kotoran yang ada. Kemudian TKS dipisahkan antara spikelet dengan tandan. Bagian yang digunakan pada penelitian ini merupakan spikelet yang akan dipotong sesuai variabel yang digunakan (2-6 cm). Proses torefaksi dilakukan dalam sebuah reaktor *fix bed* horizontal dengan rentang suhu torefaksi 225-275°C selama 15-45 menit. Nitrogen dialirkan selama proses torefaksi berlangsung dengan laju alir

100 mL/menit. Setelah tahap torefaksi selesai, maka sampel disimpan dalam wadah kedap udara untuk selanjutnya dianalisa.

Kondisi awal bahan baku dapat mempengaruhi kualitas produk torefaksi. Sehingga, dilakukan analisis terhadap bahan baku. Analisis bahan baku terdiri dari pengujian nilai kalor, kadar air, kadar abu, kadar zat volatil dan kadar *fixed carbon*. Analisis nilai kalor mengikuti prosedur ASTM D-5865-13. Analisis proksimat (kadar air, kadar volatil, kadar abu, dan kadar *fixed carbon*) mengikuti prosedur ASTM D-3172-2013 sampai ASTM D-3175-2013.

3. Hasil dan Pembahasan

Karakteristik tandan kosong sawit sebelum dan setelah torefaksi ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik TKS

Karakteristik	Bahan Baku	Produk Torefaksi
Nilai Kalor	16034 kJ/kg	17091,03–20697,13 kJ/kg
Kadar Air	11,5 %	5–8,5 %
Kadar Abu	1,45 %	1,75–3,41 %
Kadar Volatil	69,45 %	47,73–63,2 %
Kadar <i>Fixed Carbon</i>	17,6 %	26,26–44,31 %

Secara umum, terjadi peningkatan nilai kalor produk yang dihasilkan dibandingkan nilai kalor awal bahan baku. Peningkatan nilai kalor yang didapatkan berbanding lurus dengan peningkatan suhu dan waktu torefaksi. Sementara itu pengaruh penambahan ukuran partikel justru menurunkan nilai kalor yang didapatkan.

Nilai kalor bahan baku yang digunakan pada penelitian ini adalah 16034,04 kJ/kg. Nilai kalor produk yang didapatkan berkisar antara 17091,03-20697,13 kJ/kg. Peningkatan nilai kalor berkisar antara 6,5-30%. 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 [Cielkosz & Wallace, 2011; Sabil dkk., 2013].

Semua penelitian mengenai torefaksi biomassa yang sudah dilakukan mendapatkan peningkatan nilai kalor berdasarkan kenaikan suhu dan waktu torefaksi. Uemura dkk. [2011], Sabil dkk. [2013], dan Chin dkk. [2013] telah melakukan torefaksi pada tandan kosong sawit pada rentang suhu 200-300°C mendapatkan kenaikan nilai kalor terhadap peningkatan suhu torefaksi yang digunakan.

Begitu juga dengan pengaruh ukuran partikel, Medic dkk. [2012] membuktikan bahwa terjadi penurunan nilai kalor terhadap penambahan ukuran partikel biomassa yang digunakan. Ukuran partikel berpengaruh terhadap tingkat degradasi pada biomassa yang berakibat pada peningkatan fraksi karbon. Tapi bagaimanapun juga, ukuran partikel tidak berpengaruh terlalu signifikan jika dibandingkan suhu dan waktu torefaksi [Basu, 2013].

4. Kesimpulan

Kondisi proses yang paling berpengaruh terhadap nilai kalor adalah suhu torefaksi diikuti oleh waktu torefaksi. Sementara itu ukuran partikel tidak memberikan pengaruh yang signifikan. Nilai kalor yang dihasilkan sebesar 17091,03-20697,13 kJ/kg setelah torefaksi.

Daftar Pustaka

- [ASTM] American Society for Testing and Materials D-5865, 2013, *Standard Test Method for Gross Calorific Value of Coal and Coke by the Adiabatic Bomb Calorimeter*.
- [ASTM] American Society for Testing and Materials D-3172, 2013, *Standard Test Method for Moisture in the Analysis Sample of Coal and Coke*.
- [ASTM] American Society for Testing and Materials D-3174, 2013, *Standard*

Test Method for Ash in the Analysis Sample of Coal and Coke from Coal.

- [ASTM] American Society for Testing and Materials D-3173, 2013, *Standard Test Method for Volatile Matter in the Analysis Sample of Coal and Coke*.

- [ASTM] American Society for Testing and Materials D-3175, 2013, *Standard Test Method for fixed carbon in the Analysis Sample of Coal and Coke*.

- Abdullah, N., and Sulaiman, F. (2013). The Oil Palm Wastes in Malaysia, in Matovic, M.D. Biomass Now: Sustainable Growth and Use. Croatia: INTECH.

- Asadullah, M., Adi, A.M., Suhada, N., Malek, N.H., Saringat, M.I., and Azdarpour, A. (2014). Optimization of Palm Kernel Shell Torrefaction to Produce Energy Densified Bio-coal. Energy Conservation and Management, 88, 1086-1093.

- Basu, P. (2013). Biomass Gasification, Pyrolysis and Torrefaction (2nd ed). New York: Elsevier Inc.

- Basu, P., Rao, S., and Dhungana, A. (2012). An Investigation Into The Effect of Biomass Particle Size on its Torrefaction. The Canadian Journal of Chemical Engineering, 91, 466-474.

- Chin, K.L., H'ng, P.S., Go, W.Z., Wong, W.Z., Lim, T.W., Maminski, M., Paridah, M.T., and Luqman, A.C. (2013). Optimization of Torrefaction Conditions for High Energy Density Solid Biofuel from Oil Palm Biomass and Fast Growing Species Available in Malaysia. Industrial Crops and Products, 49, 768-774.

- Ciolkosz, D., and Wallace, R. (2011). A Review of Torrefaction for Bioenergy Feedstock Production. Journal of Biofuels, Bioproducts, & Biorefining, 5, 317-329.

- Dewan Energi Nasional [DEN]. (2014). Outlook Energi Indonesia 2014. Desember 2014.

- Kementrian Pertanian. (2014). Pertumbuhan Areal Sawit Meningkat. <http://ditjenbun.pertanian.go.id/berita->

[362-pertumbuhan-areal-kelapa-sawit-meningkat.html](#). Diakses pada 21 September 2015.

- Lu, K.M., Lee, W.J., Chen, W.H., Liu, S.H., and Lin, T.C. (2012). Torrefaction and Low Temperature Carbonisation of Oil Palm Fiber and Eucalyptus in Nitrogen and Air Atmospheres. *Bioresource Technology*, 123, 98-105.
- Medic, D. (2012). Investigation of Torrefaction Process Parameters and Characterization of Torrefied Biomass. Dissertation. Iowa State University.
- Prastowo, B. (2012). Biomass Resource in Indonesia: Indonesia's Solid Biomass Energy Potential, in Indonesia-Germany Workshop and Seminar, 26-27 September 2012, Institut Teknologi Bandung.
- Sabil, K.M., Azis, M.A., Lal, B., and Uemura, Y. (2013). Effects of Torrefaction on the Physiochemical properties of Oil Palm Empty Fruit Bunches, Mesocarp Fiber and Kernel Shell. *Biomass and Bioenergy*, 56, 351-360.
- Uemura, Y., Omar, N.M., Tsutsui, T., and Yusup, S.B. (2011). Torrefaction Oil Palm Wastes. *Fuel*, 90, 2585-2591.