

PENGARUH SUHU CO-PYROLYSIS LIMBAH BAN BEKAS DAN TANDAN KOSONG SAWIT TERHADAP YIELD BIO-OIL

Ahmadani Nasution¹⁾, Sunarno²⁾, Edy Saputra²⁾

¹⁾Mahasiswa Program Studi Teknik Kimia S1, ²⁾Dosen Teknik Kimia

Laboratorium Teknik Reaksi Kimia dan Katalis Jurusan Teknik Kimia Universitas Riau
Kampus Binawidya Jl. H.R. Soebrantas Km 12,5 Simpang Baru Panam, Pekanbaru 28293

¹⁾Email: ahmadaninasution@gmail.com

ABSTRACT

The decline in fossil fuel sources encourages research to find alternative fuels. One of the efforts currently being to find alternative energy sources that have high efficiency and environmental friendly is bio-oil from empty fruit bunches (EFB) and tire waste. This research aims to determine effect of temperature co-pyrolysis of EFB and tire waste on yield bio-oil and then characterize the physics at the highest yield. In this study, the ratio of EFB/tire (R) was 25/75 with an operating temperature of 400°C, 450°C, 500°C, 550°C and 600°C which supplied nitrogen gas of 200 ml/minute for 90 minutes. Bio-oil with highest yield obtained from a temperature of 500°C ie 44.3% with density, viscosity, calorific value, and degree of acidity (pH), respectively 0.994 g/ml, 1.53 cSt, 40.31 MJ/kg and pH 3.39.

Keywords: *alternative energy, bio-oil, co-pyrolysis, EFB, tire*

1. Pendahuluan

Penurunan sumber bahan bakar fosil seperti batubara, minyak bumi, dan gas alam mendorong penelitian mengembangkan bahan bakar terbarukan. Beberapa upaya saat ini sedang dilakukan untuk menemukan sumber energi alternatif yang memiliki efisiensi tinggi dan ramah lingkungan. Dalam hal ini, teknik *co-pyrolysis* menghasilkan *bio-oil* adalah salah satu sumber potensial yang dapat merespon semua faktor. Sumber *bio-oil* sangat melimpah dan dapat dengan mudah ditemukan dalam bentuk yang beragam seperti residu pertanian, residu kayu, dan limbah kota (Easterly dan Burnham, 1996).

Adapun salah satu sumber *bio-oil* dari biomassa adalah residu pertanian seperti Tandan Kosong Sawit (TKS) yang dihasilkan dari limbah pertanian kelapa sawit. Berdasarkan data yang dilansir dari pusat data dan informasi kementerian pertanian tahun 2018, Provinsi Riau merupakan penghasil kelapa sawit terbesar di Indonesia dengan luas mencapai 2.32 juta ha dengan produksi tandan buah segar rata-rata 4,64 juta ton per tahun (Badan

Karantina Pertanian, 2018). Dari tandan buah segar kelapa sawit, 22-23% adalah limbah TKS. Kandungan senyawa kimia dari TKS adalah selulosa 59,7 %wt, hemiselulosa 22,2 %wt, dan lignin 18,1 %wt. Kandungan jumlah selulosa yang tinggi berpotensi mampu menghasilkan zat terbang tinggi yang mengarah ke peningkatan hasil minyak (Abdullah dan Gerhauser, 2008). Dalam studi *co-pyrolysis* berbasis TKS dibutuhkan komponen penyuplai atom karbon yang banyak. Dalam hal ini limbah ban bertujuan sebagai penyuplai atom karbon agar *bio-oil* yang dihasilkan menjadi lebih banyak (Alias dkk., 2011). Limbah ban kendaraan bermotor provinsi Riau dapat dihitung dari jumlah kendaraan bermotor yaitu sebanyak 203.925 unit dengan kata lain limbah ban diperhitungkan sebanyak 8.301,35 ton per tahun (BPS Riau, 2017).

Dalam studi *co-pyrolysis*, untuk memperkirakan apakah bahan baku yang digunakan dapat dikonversi menjadi *bio-oil* diperlukan analisa *ultimate* pada bahan baku, kemudian digunakan rumus rasio H/C efektif untuk mengetahui nilai sinergis terhadap bahan baku. Nilai H/C

efektif dari bahan berkisar 0,2- 1,0. Untuk itu ban dan TKS bisa digunakan sebagai umpan dalam pembuatan *bio-oil* metode *pyrolysis*, karena nilai H/C efektifnya berturut-turut adalah 0,99 dan 0,36 yang memungkinkan akan memiliki kualitas *bio-oil* yang lebih (Huang dkk., 2016).

Adapun Sunarno (2013) telah melakukan teknik pirolisis katalitik tandan kosong sawit menjadi *bio-oil* menggunakan katalis HZSM-5 dengan *yield bio-oil* tertinggi diperoleh pada suhu 320°C dan rasio berat katalis/bimassa 2% yaitu 73,6%.

2. Metode dan Bahan

2.1 Alat dan Bahan

Alat-alat yang dipersiapkan dalam pembuatan *bio-oil* diantaranya: satu set alat pirolisis, satu set temperatur *controller*, tabung regulator gas nitrogen, statif dan klem, timbangan analitik, oven, gunting, tempat sampel, gelas kimia 250 ml dan 2000 ml, erlenmeyer 250 ml, gelas ukur 10 ml, pipet tetes, kawat, pH meter. Sedangkan, Bahan yang digunakan diantaranya yaitu: tandan kosong sawit (TKS) yang diperoleh dari PTPN V PKS Sei. Galuh Kab. Kampar, limbah ban bekas kendaraan, NaOH 0,1 M, gas N₂, dan aquades.

2.2 Prosedur Penelitian

Preparasi NaOH 0,1 M : ditimbang 4 gr padatan NaOH, dimasukkan kedalam labu 1000 ml, ditambahkan aquades sampai garis batas, diaduk dengan stirer selama 1 Jam.

Persiapan tandan kosong sawit: sebelum diolah TKS harus dilakukan *treatment* terlebih dahulu. *Pre-treatment* ini dilakukan dengan cara merendam tandan kosong kelapa sawit yang sudah dipotong-potong kedalam larutan NaOH 0,1 M selama 24 jam. Perendaman ini dilakukan agar terjadi proses lignifikasi, dimana lignin yang terkandung dalam tandan kosong kelapa sawit akan terlepas. Setelah itu dilakukan pencucian dengan

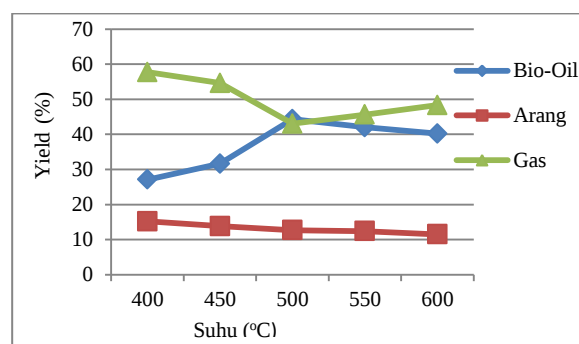
aquades untuk melepas kotoran yang melekat pada tandan kosong kelapa sawit

Persiapan bahan baku ban bekas (bagian luar): sebelum digunakan dalam proses *co-pyrolysis*, ban bekas kendaraan bermotor akan di *pre-treatment* terlebih dahulu dengan memperkecil ukuran dari ban dan juga menghilangkan pengotor yang melekat pada ban. Pengecilan ukuran dari ban dilakukan untuk mempermudah dalam proses *co-pyrolysis*, sedangkan penghilangan kotoran yang melekat pada bahan baku diharapkan dapat meningkatkan kualitas dari produk yang akan dihasilkan.

Proses sintesa *bio-oil* menggunakan proses *co-pyrolysis* (kondisi *fast pyrolysis*) ini dilakukan dengan memasukan semua bahan baku ke dalam reaktor dengan TKS/ban (R) yaitu 25/75. Proses sintesa dilakukan pada suhu yang sudah ditentukan dengan dialiri gas nitrogen sebesar 200 ml/menit.

3. Hasil dan Pembahasan

Variasi suhu *co-pyrolysis* dilakukan pada R 25/75 dengan suhu 400°C, 450°C, 500°C, 550°C dan 600°C. Hasil penelitian dapat dilihat pada Gambar 1 berikut:



Gambar 1. Variasi suhu *co-pyrolysis* terhadap *yield bio-oil*

Pada penelitian ini produk *bio-oil* yang diperoleh mengalami kenaikan dari suhu 400°C ke suhu 500°C dan mengalami penurunan pada suhu 550°C dan 600°C sehingga *yield bio-oil* yang tertinggi terdapat pada suhu 500°C yaitu 44,3%.

Adapun proses *co-pyrolysis* merupakan proses dekomposisi dengan reaksi endotermis, dimana *yield* yang

diperoleh meningkat seiring dengan bertambahnya suhu (Setiadi dkk., 2006). Sedangkan menurut William, (2013) menyatakan jika suhu proses tersebut ditingkatkan lagi lebih dari 550°C maka akan menyebabkan penurunan *yield bio-oil*, hal ini dikarenakan akan terjadinya reaksi *secondary* atau terjadinya *thermal cracking* dari senyawa *volatil*. Ketika suhu operasi yang terlalu tinggi, uap dari hasil *pyrolysis* akan terkonversi menjadi produk organik dengan berat molekul yang rendah atau gas yang tidak terkondensasi. Sembiring dkk., (2015) juga menyatakan dalam penelitiannya pada peningkatan suhu yang lebih lanjut yaitu 600°C dapat mengurangi produk *bio-oil* dan *char* serta meningkatkan produk gas. Peningkatan produk gas pada suhu tinggi ini mungkin dapat terjadi karena adanya *secondary cracking* dari uap pirolisis dan *secondary decomposition* dari *char*.

Perbandingan sifat fisika *bio-oil* dan diesel dapat dilihat pada Tabel 1 berikut:

Tabel 1 Perbandingan sifat fisika *bio-oil* hasil penelitian

Parameter	Penelitian ini	Diesel oil
Densitas (g/ml)	0,994	0,9 ^a
Viskositas (cSt)	1,53	2,5-11 ^a
Nilai Kalor (MJ/kg)	40,31	43 ^b
Keasaman	pH 3,39	pH 5,5-8 ^c

(Sumber: ^aPertamina Patra Niaga, 2012; ^bAhmad dkk., 2014; ^cDunst, 2016)

Dari Tabel 1 terlihat bahwa karakteristik sifat fisika *bio-oil* yang dihasilkan pada penelitian ini yaitu sebesar 0,994 gram/ml. Adapun nilai densitas *bio-oil* dipengaruhi oleh berat molekul (BM) dan komponen-komponen yang terkandung didalamnya. Semakin tinggi BM maka semakin tinggi pula densitas yang diperoleh. Kemudian, nilai viskositas yang didapat sebesar 1,53 cSt. Menurut Zhang dkk., (2007) nilai suatu viskositas dipengaruhi oleh biomassa yang digunakan dalam proses pirolisis itu sendiri. Begitupun nilai pH diperoleh

sebesar 3,39 dimana pH suatu produk *bio-oil* akan berdampak pada sifat korosif dari *bio-oil*. Kemudian, Nilai kalor yang dihasilkan sebesar 40,31 MJ/kg. Nilai kalor merupakan jumlah energi yang dikeluarkan ketika suatu bahan bakar dibakar secara sempurna.. Menurut Juliansyah, (2017) nilai kalor dipengaruhi oleh kandungan oksigenat dalam *bio-oil*, dimana semakin banyak kandungan oksigenat dalam *bio-oil*, maka semakin rendah nilai kalor senyawa tersebut.

Berdasarkan Tabel 1 dapat dilihat bahwa *bio-oil* yang dihasilkan dari penelitian ini sudah mendekati nilai *diesel oil*. Akan tetapi perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk menghasilkan karakteristik *bio-oil* yang lebih baik.

4. Kesimpulan

Yield tertinggi *bio-oil* dihasilkan pada suhu 500°C yaitu sebanyak 44,3% dengan densitas, viskositas, nilai kalor, dan derajat keasaman (pH) masing-masing bernilai 0,994 g/ml, 1,53 cSt, 40,31 MJ/kg dan pH 3,39.

Daftar Pustaka

- Abdullah, N., & Gerhauser, H. (2008). Bio-oil derived from empty fruit bunches. *Fuel*, 87(12), 2606-2613.
- Ahmad, I., Khan, M.I., Khan, H., Ishaq, M., Tariq, R., Gul, K. & Ahmad, W. (2014). Pyrolysis study of polypropylene and polyethylene into premium oil products. *International Journal of Green Energy*, 12, 663-671.
- Dunst, J. (2016). How to maintain stores diesel fuel. <https://www.government-fleet.com/157049/how-to-maintain-stored-diesel-fuel>. 12 Januari 2020.
- Alias, R., Hamid, K. K., & Ismail, K. N. (2011). Co-pyrolysis and catalytic co-pyrolysis of waste tyres with oil palm empty fruit bunches. *Journal*

- of Applied Sciences, 11(13), 2448-2451.
- Badan Karantina Pertanian. 2018. Statistik Komoditas Kelapa Sawit Riau. Direktorat Jendral Perkebunan, Jakarta.
- Badan Pusat Statistik. 2007. Statistik Jumlah Kendaraan Bermotor. Data sensus, Riau.
- Easterly JL, Burnham M. Overview of biomass and waste fuel resources for power production. *Biomass Bioenergy* 1996;10:79–92.
- Huang, Y., Qiu, S., Oduro, I. N., Guo, X., & Fang, Y. (2016). Production of High-Yield Bio-oil with a High Effective Hydrogen/Carbon Molar Ratio through Acidolysis and In Situ Hydrogenation. *Energy & Fuels*, 30(11), 9524-9531.
- Juliansyah. (2017). Pengaruh Persentase Campuran Cangkang Sawit dan Plastik pada Pirolisis Berkatalis CaO Terhadap Sifat Fisik dan Kimia Pyrolitik Oil. Thesis FT UMY.
- Pertamina Petra Niaga. (2012). Standard mutu import minyak solar dan diesel. Jakarta
- Sembiring, K.C., Rinaldi, N., dan Simanungkalit, S. P. (2015). Bio-oil from Fast Pyrolysis of Empty Fruit Bunch at Various Temperature. *Energy Procedia*, 65, 162-169.
- Setiadi, Dijan S, and Naskin. (2016). Improving Bio-oil Quality Through Co-pyrolysis of Corn Cobs and Polypropylene in a Stirred Tank Reaktor. *Technology*, 17, 2281-2291.
- Sunarno, S. (2013). Sintesis Katalis Ni/ZSM-5 untuk Pirolisis Cangkang Sawit Menjadi Bio-Oil. *Eksergi*, 11(1), 23-26.
- William, P. T. (2013). *Pyrolysis of Waste Tyres: A Review*. *Waste Management*, 33, 1714-1728
- Zheng, Y., Wang, F., Yang, X., Huang, Y., Liu, C., Zheng, Z., & Gu, J. (2017). Study on aromatics production via the catalytic pyrolysis vapor upgrading of biomass using metal-loaded modified H-ZSM-5. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, 126, 169-179.