STUDI PROSES PIROLISIS TANDAN KOSONG SAWIT MENJADI BIO OIL SEBAGAI ENERGI ALTERNATIF

Sigit Mujiarto[1)], Yuli Ristianingsih[2)], Apip Amrullah[3)], Anhar Khalid[4)] [1)]Progam Studi Teknik Otomotif Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Banjarmasin [2)]Progam Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat [3)]Progam Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Lambung Mangkurat [4)]Progam Studi Teknik Alat BeratJurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Banjarmasin
Email :mujiarto_76@yahoo.co.id

ABSTRAK

Industri pengolahan kelapa sawit menjadi CPO di provinsi Kalimantan Selatan semakin meningkat.Seiring dengan peningkatan industri pengolahanCPOtersebut juga mengakibatkan meningkatnya volume limbah yang dihasilkan..Limbah sawit tersebut terdiri dari 12-15% serat, 5-7% cangkang dan 20-23% tandan kosong.Keberadaan limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit ini belum dimanfaatkan secara optimal, padahal limbah ini mempunyai potensi sebagai sumber energi alternatif seperti briket dan bio oil. Penitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh suhu pirolisis terhadap yield bio oil serta mengetahui karakteristik dan komposis bio oil dari limbah tandan kosong kelapa sawit. Pirolisis dilakukan dalam sebuah reaktor pirolisis selama 2,5 jam pada suhu 300, 400, 500 dan 600 ^{0}C. Bio oil yang diperoleh kemudian dianalis komposisinya menggunakan GCMS dan dianalisis sifat fisiknya meliputi spesifig gravity, pour point, flash point, viskositas kinematik, kadar air dan color ASTM. Komposisi bio oil pada suhu rendah (300^{0}C) terdiri dari acetaldehid, aseton, gugus keton, propanon, asam asetat, metil ester, asam propanoat, furfural, fenol dan asam benzenesulfonic. Pada suhu tinggi (600^{0}C) bio oil yang dihasilkan mengandung komponen etanol, etilen glikol, ethane, aceton, propanon, kloroform, asam asetat, pyridine, fenol dan metil ester. Bio oil yang diperoleh mempunyai nilai spesifig gravity 1,0102, viskositas kinematik 1,264 mm^2/s, flash point 56,5^{0}C, pour point -6^{0}C, kadar air 87,2% vol dan color ASTM 6,5.

Kata kunci:tandan kosong kelapa sawit, pirolisis, bio oil

PENDAHULUAN

Kelapa sawit (*Elaeis Guineensis* Jacq) merupakan salah satu komoditas perkebunan yang mempunyai peranan penting di Provinsi Kalimantan Selatan. Menurut Dinas Perkebunan Provinsi Kalimatan Selatan, pada tahun 2012 propinsi ini mempunyai luas areal tanaman kelapa sawit 366,847 Ha.

Dalam pengolahan tandan buah segar (TBS) menjadi minyak kelapa sawit (*crude palm oil* atau CPO) dihasilkan limbah berupa tempurung, serabut, dan tandan kosong kelapa sawit (TKKS). Setiap pengolahan 1 ton TBS akan dihasilkan TKKS sebanyak 22 – 23% TKKS atau sebanyak 220 – 230 kg TKKS, 670 kg limbah cair, 120 kg serat mesocarp, 70 kg cangkang, dan 30 kg kernel. Jumlah limbah TKKS seluruh Indonesia pada tahun 2004 diperkirakan mencapai 18.2 juta ton. Jumlah yang luar biasa besar. Namun demikian potensi ini belum dimanfatkan secara optimal (Saputra et al., 2007)

Berdasarkan studi pustaka yang telah dilakukan, tandan kosong kelapa sawit mempunyai potensi yang untuk dikonversi menjadi energi alternatif seperti briket (Muzi et.al., 2014), gas metan dengan gasifikasi(Purwanto dan Prastowo, 2011), bio etanol (suyanto, 2010) dan bio oil dengan

pirolisis(Hutabarat, 2012). Penelitian ini difokuskan mempelajari proses pirolisis untuk memproduksi bio oil berbahan baku limbah tandan kosong kelapa sawit. Selain bermanfaat untuk mengurangi potensi pencemaran lingkungan, konversi limbah tandan kosong sawit menjadi bio oil juga dapat meningkatkan nilai ekonomis dari limbah tersebut serta mengurangi ketergantungan terhadap energi fosil.

TKKS (Tandan Kosong Kelapa Sawit) adalah limbah pabrik kelapa sawit yang jumlahnya sangat melimpah. Setiap pengolahan 1 ton TBS (Tandan Buah Segar) akan dihasilkan TKKS sebanyak 22 – 23% TKKS atau sebanyak 220 – 230 kg TKKS. Limbah ini belum dimanfaatkan secara baik oleh sebagian besar pabrik kelapa sawit (PKS) di Indonesia. Pengolahan/pemanfaatan TKKS oleh PKS masih sangat terbatas.

Sebagian besar pabrik kelapa sawit (PKS) di Indonesia masih membakar TKKS dalam incinerator, meskipun cara ini sudah dilarang oleh pemerintah, menimbun (*open dumping*), dijadikan mulsa di perkebunan kelapa sawit, atau diolah menjadi kompos. Penumpukan TKKS di area terbuka berpotensi menimbulkan pencemaran lingkungan dan mengganggu kesehatan manusia. Untuk mengatasi hal tersebut diperlukan solusi lain untuk mengolah limbah tandan kosong kelapa sawit tersebut agar dapat mengurangi tingkat pencemaran lingkungan dan meningkatkan nilai ekonomis dari TKKS itu sendiri. Salah satunya dengan mengkonversi TKKS tersebut menjadi bahan bakar alternatif seperti bio oil.

Bio oil merupakan salah satu bahan bakar cair berwarna kehitaman yang berasal dari biomasa seperti kayu, kulit kayu dan limbah industri biomasa lainnya melalui teknologi pirolisis, yaitu teknologi degradasi termal pembuatan arang (karbonisasi), tanpa kehadiran udara (oksigen) dalam proses pembuatannya, berlangsung pada suhu 400-600 ^{0}C. Proses pirolisis dapat dilakukan dengan cara lambat (*slow pyrolysis*), cepat (*fast pyrolysis*), sangat cepat (*flash pyrolysis*), dan pencairan biomassa (*hydrothermal liquifaction*). Selain bio oil, dihasilkan juga arang dan gas. Dalam produksi bio oil tidak dihasilkan limbah (*zero waste*). Seluruh bahan baku dengan proses ini dikonversi menjadi bio oil dan arang, sementara gas yang tidak dapat dikondensasi dikembalikan ke dalam proses sebagai sumber energi (Hambali, 2007).

Pirolisis merupakan suatu proses devolatilisasi dimana pirolisis itu adalahsuatu proses dekomposisi biomasa secara termal tanpa oksigen sama sekali. Proses dekomposisi pada pirolisis ini juga sering disebut dengan devolatilisasi. Produk utama yang dihasilkan dari pirolisis adalah arang (*char*), minyak dan gas. Arang yang terbentuk dapat digunakan untuk bahan bakar ataupun digunakan sebagai karbon aktif. *Bio oil* yang dihasilkan dapat digunakan sebagai zat *additif* atau campuran dalam bahan bakar. Sedangkan gas yang terbentuk dapat dibakar secara langsung (Sampath,S.S., Babu,B.B., 2005). Pirolisis dari biomasa akan menghasilkan zat baru seperti gas dan arang. Gas dari pirolisis dapat dibedakan menjadi gas yang tidak dapat dikondensasi (CO, CO_2, CH_4, dll) dan gas yang dapat dikondensasi (*tar*). Minyak akan terjadi pada proses kondensasi dari gas yang terbentuk, disebut juga bio oil.

METODE PENELITIAN

Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah tandan kosong sawit yang diperoleh dari hasil samping pengolahan CPO PT. Hasnur Citra Terpadu (PT. HCT) anak perusahaan dari Hasnur Group.

Alat

Penelitian ini mempergunakan proses pirolisis untuk memproduksi

briket bio arang. Pirolisis dilakukan dalam sebuah reaktor pirolisis yang dilengkapi dengan kondensor yang digunakan sebagai pendingin dan termokopel yang digunakan untuk mengatur suhu operasi. Adapun rangkaian alat pirolisis yang digunakan pada penelitian ini dapat di lihat pada Gambar 1 berikut:

Gambar 1. Rangkaian Alat Pirolisis

Analisis Data

Bio oil yang diperoleh sebagai hasil pirolisis kemudian dilakukan analisis komposisi dan sifat fisiknya. Analisis sifat fisik yang dianalisis pada penelitian ini meliputi: analisis spesifig gravity, analisis kadar air, *flash point*, *pour point*, *Color* ASTM, dan viskositas kinematik. Sedangkan analisis komposisibio oil dilakukan dengan menggunakan GCMS.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Suhu Terhadap Hasil Pirolisis

Proses pirolisis pada penelitian ini dilakukan pada suhu 300, 400, 500 dan 600^0C.Suhu memberikan pengaruh terhadap komposisi produk hasil pirolisis. Semakin tinggi suhu pirolisis akan diperoleh produk bio oil yang lebih besar jika dibandingkan dengan briket arang. Pengaruh suhu terhadap hasil pirolisis secara lebih rinci dapat dilihat padat Tabel 1 berikut:

Tabel 1. Pengaruh Suhu Terhadap Produk Pirolisis

No	Suhu Pirolisis (^{0}C)	briket (%)	Bio Oil (%)
1.	300	67,89	42,11
2.	400	45,54	54,46
3.	500	27,96	72,04
4.	600	18,22	81,78

Tabel 1 menunjukkan bahwa semakin tinggi suhu maka bio oil yang diperoleh lebih besar jika dibandingkan dengan briket. Pada suhu rendah (300^0C) diperoleh *yield* briket sebesar (67,89%) dan bio oil (32,11%), sedangkan pada suhu tinggi (600^0C) *yield* briket yang diperoleh sebesar 18,22% dan bio oil sebesar 81,78%.

Menurut Peters, et. al. (1995) selulosa terdekomposisi sebesar 95% pada temperatur antara 500ºC dan 750ºC. Berdasarkan penelitiannya menunjukkanbahwa tar yang diperoleh sebesar 83% pada suhu 400ºC menurun menjadi 49%pada suhu 1000ºC. Hal ini dikarenakan adanya reaksi tar sekunder yang terjadipada temperatur yang lebih tinggi. Diatas suhu 750ºC hasil dari char menurun dari6% menjadi 3%. Ketika terjadi kenaikan temperatur diatas 900ºC hasil dari *char*kembali naik menjadi 4%. Hasil ini mengindikasikan pada temperatur diatas900ºC reaksi repolimerisasi terjadi dan meningkatkan berat arang. Hasil daripemecahan selulosa pada suhu 300ºC-600ºC kebanyakan menghasilkan senyawa*oxygenated* seperti *acetaldehyde*. Seiring dengan kenaikan temperatur yangmelebihi 600ºC menghasilkan gas hidrokarbon yang meningkat, hal inimengindikasikan adanya reaksi tar sekunder. Kemudian seiring kenaikan

waktutinggal padatan, jumlah tar yang dihasilkan meningkat sampai dengan suhu800ºC. Lebih dari temperatur ini waktu tinggal padatan tidak memiliki pengaruhyang berarti. Sampai dengan temperatur 750ºC dan waktu tinggal yang pendekakan menurunkan tar yang dihasilkan, karena pada laju pemanasan yang tinggidan waktu tinggal yang pendek akan menyebabkan devolatilisasi tidak terjadisempurna dan produk tar yang dihasilkan akan terurai secepat ketika merekaterbentuk.

Sifat Fisik Bio Oil

Sifat fisik bio oil yang dianalisis pada penelitian ini meliputi spesific gravity, kadar air, flash point, pour point, viskositas kinematik dan color ASTM. Bio oil yang diperoleh mempunyai nilai spesifig gravity 1,0102, viskositas kinematik 1,264 mm^2/s, *flash point* $56,5^0C$, *pour point* -6^0C, kadar air 87% volume dan *color* ASTM 6,5.

Spesifig gravity merupakan perbandingan berat bahan terhadap berat air yang volumenya sama dengan bahan. Spesifig gravity menunjukkan kerapatan massa yang dipengaruhi oleh gravitasi. Semakin tinggi spesifig gravity yang terkandung di dalam bahan bakar maka semakin banyak pula pengotor dan kandungan air di dalam bahan bakar tersebut. Viskositasmerupakan tahanan yang dimiliki oleh fluida yang dialirkan dalam pipa kapiler terhadap gaya gravitasi, jika viskositas semakin tinggi maka tahanan untuk mengalir akan semakin tinggi. Hal ini berati nilai viskositas yang lebih rendah akan lebih bagus untuk digunakan sebagai bahan bakar. Titik nyala *flash point* diukur untuk mengetahui suhu maksimum suatu senyawa disimpan tanpa menimbulkan kebakaran serius. Titik nyala yang rendah dapat menyebabkan suatu senyawa mudah terbakar, semakin rendah titik nyala suatu bahan bakar maka semakin sulit dalam penyimpanan karena dapat menimbulkan api dan terbakar (Yi,2008). *Pour point* merupakan titik tempratur dimana suatu pelumas akan berhenti mengalir dengan leluasa.

Komposisi Bio Oil

Pada tingkat suhu yang berbeda, komponen produk hasil pirolisis juga berbeda. Pirolisis pada suhu rendah sekitar 300^0C menghasilkan dekomposisi tandan kosong kelapa sawit berupa char dan air. Selain itu, pada pirolisis suhu rendah juga lebih banyak dihasilkan komponen gas yang tidak dapat terkondensasi. Pada temperatur tinggi 600^0C dekomposisi tandan kosong kelapa sawit menghasilkan lebih banyak produk yang berupa bio oil. Komposisi bio oil pada suhu rendah (300^0C) terdiri dari acetaldehid, aseton, gugus keton, propanon, asam asetat, metil ester, asam propanoat, furfural, fenol dan asam benzenesulfonic. Pada suhu tinggi (600^0C) bio oil yang dihasilkan mengandung komposisi sebagai berikut: etanol, etilen glikol, ethane, aceton, propanon, kloroform, asam asetat, pyridine, fenol dan metil ester.

Bio oil yang mengandung berbagai komponen kemudian dipisahkan untuk digunakan sebagai biosolar, pengawet kayu, insektisida, pengasapan ikan, dll. tahap pemurnian bio oil akan dilakukan pada tahap penelitian selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Demirbas Ayhan. 2007. *The Influence of Temperature on The Yields of Compounds Existing in Bio-Oils Obtained from Biomass Samples Via Pyrolysis.*

[2] Fei Ling Pua, Zakaria, S., Chia, C.H., Suet Pin Fan, Rosenau, T., Liebner, F. 2013. *Solvolytic Liquefaction of Oil Palm Empty Fruit Bunch (EFB) Fibres: Analysis of Product Fractions Using FTIR and Pyrolysis-GCMS.* Sains Malaysiana. Volume 42. Nomer 6. Malaysia

[3] Hambali E, Mujdalifah S, Tambunan AH, Pattiwiri AW, Hendroko R. 2007. *Teknologi Bioenergi*. Agro Media Pustaka. Jakarta.

[4] Hutabatar, B., 2012. *Pyrolysis* Pelepah Sawit Menjadi *Bio-Oi* Menggunakan Katalis Mo/NZA, Skripsi, Universitas Riau.

[5] Muzi, Ilham dan Mulasari, S.A. 2014. Perbedaan Konsentrasi Perekat Antara Briket Bio Arang Tandan Kosong Sawit Dengan Briket Bio Arang Tempurung Kelapa Terhadap Waktu Didih Air. Kesmas. Volume 8. Nomer 1. Universitas Ahmad Dahlan. Yogyakarta

[6] Peters, J.H., Barry, M., Fraser, N., and Collin, E.S., 1995, *The Copyrolysis ofPoly (Vinyl Chloride) with Cellulose Derived Materials as A Models for Municipal Solid Waste Derived Chars*, Fuel.

[7] Purwantana B dan Prastowo, B. 2011. Konversi Tandan Kosong Kelapa Sawit Untuk Sumber Energi Terbarukan. Prosiding Seminar Nasional Inovasi Perkebunan. Yogyakarta

[8] Sampath, S.S. dan Babu, B.V. 2005. *Energy and Useful Products from Waste Using Pyrolysis: A State-of-the-Art Review*. Chemcon 5thed. New Delhi.

[9] Saputra, E., Bahri, S., Edward, H.S., 2007. *Bio Oil dari Limbah Padat Sawit*. Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan. Volume 6. Nomer 2. Fakultas Teknik. Universitas Riau

[10] Suyanto. 2010. *Proses Produksi Bioetanol Dari Tandan Kosong KelapaSawitDenganHot Compressed Water*. Seminar Nasional Rekayasa Kimia dan Proses. Teknik Kimia Universiitas Diponegoro.Semaran