

Konversi Tongkol Jagung Menjadi Bio-Oil dengan Katalis Zeolit Alam

Oleh

Yusnimar Sahan¹, Siti Rahma² & Dian Agustin³

^{1,2&3}Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik Universitas Riau Pekanbaru. yusni@unri.ac.id

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian konversi tongkol jagung menjadi bio-oil dengan menggunakan zeolit alam sebagai katalis. Tongkol jagung merupakan limbah yang dapat digunakan sebagai sumber biomassa, karena selain bahan ini mudah didapat dengan jumlah yang berlimpah juga mengandung kadar unsur karbon 43,42% dan hidrogen 6,32% dengan nilai kalornya berkisar antara 14,7 – 18,9 MJ/kg. Pada penelitian ini tongkol jagung yang sudah dikeringkan dengan ukurannya -40+60 mesh di *pyrolysis* pada temperatur 320 °C dan kecepatan pengadukan 300 rpm, digunakan variasi berat katalis 1; 2; dan 3 % b/b. Hasil pirolisis biomassa tongkol jagung menghasilkan beberapa komponen yaitu yang paling tertinggi adalah minyak atau cairan hasil terkondensasi sekitar 36%, kadar abu arang rata-rata 31% cukup tinggi, dan kandungan tarnya adalah komponen yang paling kecil sekitar 11%, serta diperkirakan kandungan gasnya 11%. Sedangkan hasil bio-oil yang telah dikarakterisasi dibandingkan dengan syarat mutu bahan baku untuk dijadikan biodiesel adalah densitas dan viskositas minyak tongkol jagung memenuhi standar, sedangkan angka keasaman minyak ini tidak memenuhi syarat yang telah ditentukan.

Kata kunci; tongkol jagung, bio-oil, pyrolysis, rendemen minyak.

PENDAHULUAN

Biomassa merupakan bahan yang dapat berasal dari sayuran, buah-buahan, gulma, rumput, limbah hasil pertanian dan kehutanan, yang berpotensi menjadi sumber energi alternatif, yaitu dengan mengubahnya menjadi bio-oil melalui proses pirolisis dengan katalis (Freel, B. & Graham, R.G., 2002) . Bio-oil dapat digunakan untuk bahan dasar pembuatan bio-fuel untuk keperluan transportasi dan power plant industri, selain itu bio-oil bahan ini dapat diperbaharui (*renewable*) dan bersifat ramah lingkungan.

Pada penelitian ini dibuat bio-oil dari biomassa tongkol jagung melalui pirolisis cepat dengan mempergunakan pesawat pirolisis berskala laboratorium. Tongkol jagung merupakan limbah makanan dapat digunakan sebagai sumber biomassa karena bahan ini mudah didapat dengan jumlah yang berlimpah. Selain itu tongkol jagung mengandung kadar unsur karbon 43,42% dan hidrogen 6,32% dengan nilai kalornya berkisar antara 14,7 – 18,9 MJ/kg (Huffman Labs. Ind USA, 2009).

Teknologi konversi termal biomassa meliputi pembakaran langsung, gasifikasi, dan pirolisis atau karbonisasi (Ensyn Group INC., 2001). Masing-masing metode memiliki karakteristik yang berbeda dilihat dari komposisi udara dan produk yang dihasilkan. Proses pembakaran langsung adalah proses yang paling mudah dibandingkan dengan lainnya. Pada proses ini, biomassa langsung dibakar tanpa proses-proses lainnya, seperti di Indonesia,

banyak masyarakat memanfaatkan kayu bakar sebagai bahan bakar, sedangkan di dunia industri, model pembakaran langsung juga banyak digunakan terutama untuk produksi listrik seperti di pabrik kelapa sawit dan gula yang memanfaatkan limbahnya sebagai bahan bakar. Teknologi pembakaran langsung relatif memiliki efisiensi cukup rendah 20-25% dibandingkan dengan teknologi lainnya (Abdullah, N., dan Gerhauser, H. 2008).

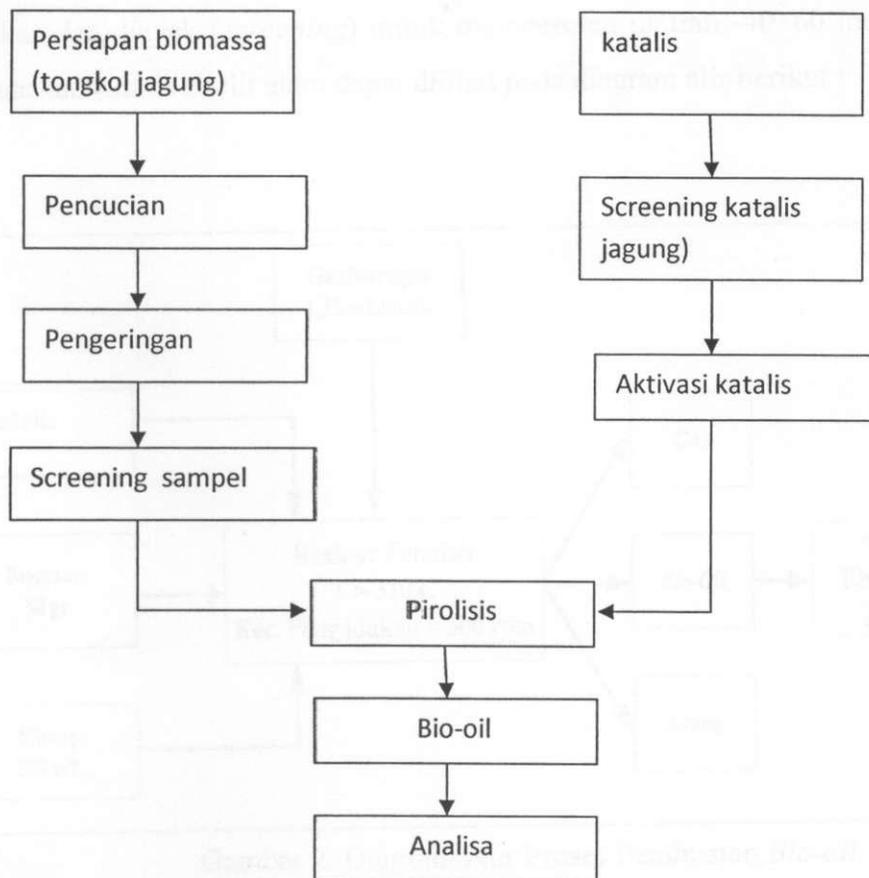
Pada proses gasifikasi, biomassa dibakar dengan udara terbatas sehingga gas yang dihasilkan sebagian besar mengandung karbon monoksida. Keuntungan proses gasifikasi ini adalah dapat digunakannya biomassa yang mempunyai nilai kalor relatif rendah dan kadar air yang cukup tinggi. Efisiensi yang dapat dicapai dengan teknologi gasifikasi sekitar 30-40% (Goyal, H.B., et al., 2006).

Teknologi konversi biomassa menjadi bio-oil dapat dilakukan dengan teknologi pirolisa (Goyal, H.B., et al., 2006). Teknologi pirolisis merupakan pembakaran biomassa pada kondisi tanpa oksigen. Tujuannya adalah melepaskan zat terbang (volatile matter) yang terkandung pada biomassa. Secara umum kandungan zat terbang dalam biomassa cukup tinggi. Produk proses pirolisis ini berbentuk cair, gas, dan padat. Produk padat dari proses ini berupa arang, dan produk gasnya dikondensasi menjadi bio-oil, dan tar produk cairnya.

METODE

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah tongkol jagung dari Pasar Panam, Kecamatan Tampan-Riau, zeolit alam sebagai katalis, aquades, gas N_2 , dan silinap 280M (*thermo oil*). Alat-alat yang digunakan antara lain lumpang porselin, pengayak 40/ 60 mesh, reaktor alas datar ukuran 1 L, satu set motor pengaduk, oven, *furnace tube*, timbangan analitik, tabung serta regulator gas N_2 , reaktor pirolisis, *condenser*, *magnetic stirrer*, *thermocouple thermometer* (Barnant), piknometer, *viskometer* Oswald, gelas piala, pengaduk listrik (*Heidolph*).

Variabel tetap pada penelitian ini adalah : 1) biomassa yang digunakan adalah tongkol jagung yang sudah dikeringkan, 2) Ukuran biomassa adalah -40+60 mesh, 3) Suhu *pyrolysis* pada 320 °C dan 4) Kecepatan pengadukan 300 rpm. Variabel Bebas pada penelitian ini adalah : variasi berat katalis zeolit 1; 2; dan 3 % b/b. Tahap-tahap penelitian terdiri atas tahap persiapan sampel tongkol jagung, tahap persiapan katalis zeolit alam dan tahap pembuatan *bio-oil*. Diagram alir penelitian dapat dilihat pada Gambar 1 dibawah ini.

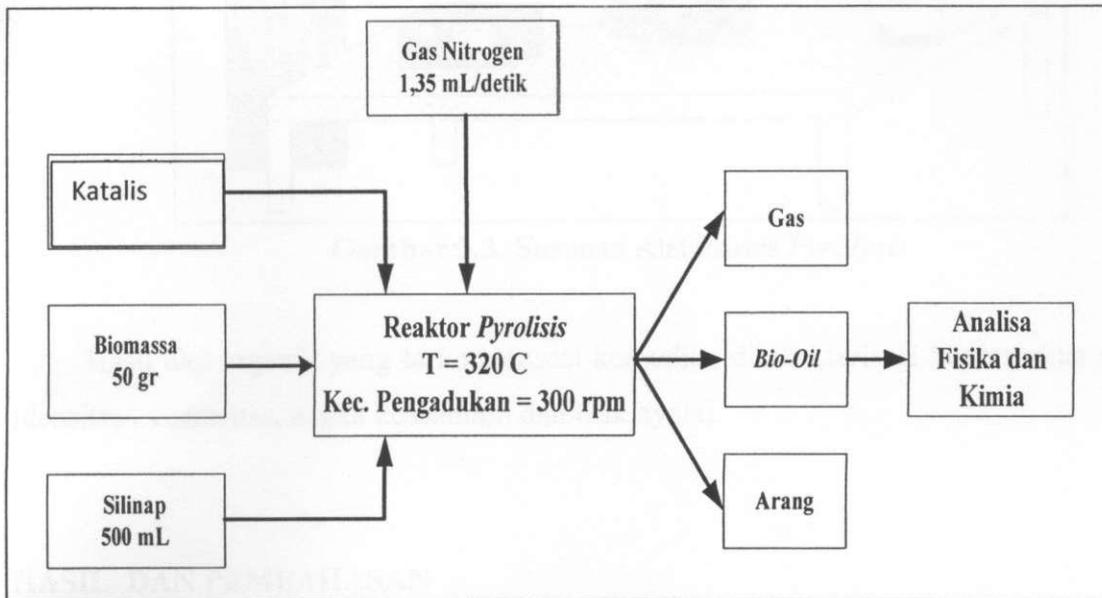


Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Ada tiga tahapan persiapan katalis zeolit alam yaitu perlakuan awal, aktivasi dan kalsinasi. Pada tahap persiapan katalis zeolit alam, mula-mula katalis dibersihkan dan dicuci sehingga zat pengotor yang menempel pada katalis. Kemudian katalis ini dikeringkan di dalam oven sampai konstan beratnya. Aktivasi katalis zeolit alam dilakukan dengan menggunakan furnace pada temperatur 400°C sampai beratnya konstan. Sampel katalis dimasukkan ke dalam tube sebanyak 10 gram. Sebelumnya ke dalam tube telah diisi dengan *porcelain bed* sebagai *heat carrier* dan penyeimbang unggun katalis, di antara *porcelain bed* dengan unggun katalis diselipkan *glass woll*. Tube ditempatkan dalam tube furnace secara vertikal, dikalsinasi pada suhu 500°C selama 7 jam sambil dialirkan gas nitrogen sebesar ± 400 ml/menit.

Tahap penelitian pembuatan *bio-oil* dari tongkol jagung dengan proses *pyrolysis* menggunakan katalis zeolit alam antara lain tahap persiapan biomassa, tahap pirolisis. Biomassa berupa tongkol jagung yang digunakan diperoleh dari Pasar Panam, Kecamatan Tampan-Riau. Mula-mula tongkol jagung dibersihkan dari pengotor yang menempel padanya. Kemudian dijemur sampai kering di bawah terik matahari setelah itu dikeringkan dalam oven

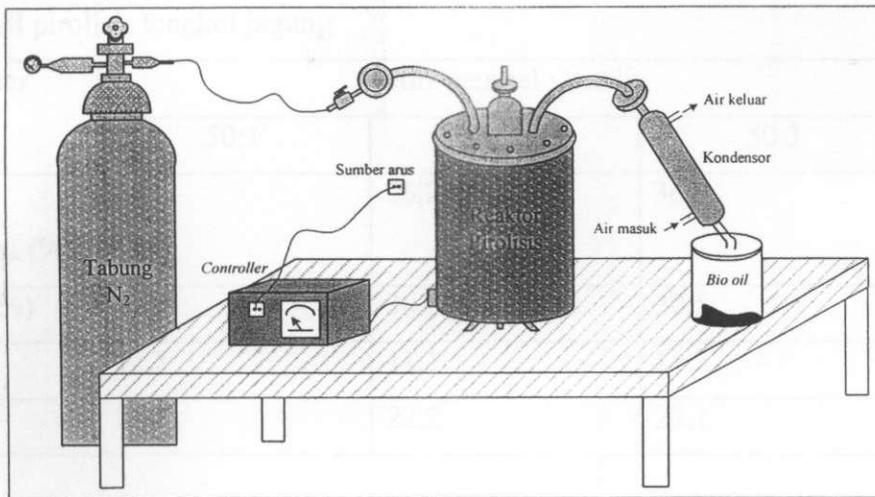
untuk menghilangkan kadar airnya sampai beratnya konstan. Biomassa tersebut kemudian dihaluskan dan diayak (*screening*) untuk memperoleh ukuran -40+60 mesh. Proses pirolisis menggunakan katalis zeolit alam dapat dilihat pada diagram alir berikut :



Gambar 2. Diagram Alir Proses Pembuatan *Bio-oil*

Biomassa yang telah dihaluskan sebanyak 50 gram beserta 500 ml *thermal oil* (silinap) dan katalis zeolit alam, dimasukkan ke dalam reaktor *pyrolysis*. Pyrolysis dilakukan pada suhu 320°C tanpa kehadiran oksigen dengan mengalirkan gas nitrogen 1,35 mL/detik. Diaduk dengan pengaduk listrik (*Heidolph*) pada kecepatan pengadukan 300 rpm selama waktu tertentu hingga tidak ada *bio-oil* yang menetes lagi, dan aliran air dengan menggunakan kondensor. *Bio-oil* yang dihasilkan ditampung dalam gelas piala.

Susunan alat proses pirolisis cangkang sawit dengan katalis lempung menjadi *bio-oil*, dapat dilihat pada Gambar 3.3. berikut ini.



Gambar 3.3. Susunan Alat Proses Pyrolysis

Hasil uap organik yang terkondensasi kemudian dikarakterisasi berdasarkan sifat fisika (densitas, viskositas, angka keasaman, dan titik nyala).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Komposisi tongkol jagung dapat dilihat pada Tabel 1. dibawah ini.

Tabel 1; Komposisi tongkol jagung.

Kadar air ^a	13,9 %
Kadar Abu ^b	1,17 %
Kadar Unsur C ^c	43,42 %
Kadar Unsur H ^c	6,32 %
Kadar Unsur O ^c	41,69 %
Kadar Unsur N ^c	0,67 %
Kadar Unsur S ^c	0,07 %
HVV	14,7 – 18,9 MJ/kg

^aASTME 1756-95 ^bASTME 4755-95

^cJasa analisis komersial (Huffman Labs. Ind, USA)

Pada Tabel 1 dapat diketahui bahwa tongkol jagung merupakan bahan yang mempunyai kadar unsur karbon tinggi dan juga mengandung unsur hidrogen, sehingga bahan biomassa ini dapat bio-oil. Hasil penelitian konversi biomassa tongkol jagung menjadi bio-oil dapat dilihat pada Tabel 2. sebagai berikut;

Tabel 2; Hasil pirolisis tongkol jagung

Parameter	Ratio sampel : katalis		
	50:1	50:2	50:3
Cairan hasil terkondensasi (%)	35,5	36,2	36,0
Abu arang (%)	31,5	30,5	30,5
Tar (%)	11,8	11,1	11,2
Gas (%)	21,2	22,2	22,1

Hasil pirolisis biomassa tongkol jagung menghasilkan beberapa komponen yaitu yang paling tertinggi adalah minyak atau cairan hasil terkondensasi sekitar 36%, kadar abu arang rata-rata 31% cukup tinggi, dan kandungan tarnya adalah komponen yang paling kecil sekitar 11%, dan diperkirakan kandungan gasnya 11%. Sedangkan hasil bio-oil yang telah dikarakterisasi dapat dilihat pada Tabel 3. sebagai berikut;

Tabel 3; Hasil karakterisasi bio-oil dari tongkol jagung

Parameter	Ratio sampel : katalis			Syarat mutu bahan baku biodiesel
	50:1	50:2	50:3	
Densitas (g/cm^3)	0,86	0,87	0,87	0,85 – 0,89
Viskositas (cSt)	2,58	2,65	2,55	2,0 – 6,0
Angka keasaman (mg KOH/g)	1,24	1,14	1,12	Maks 0,8

Pada Tabel 3. dapat dilihat bahwa densitas dan viskositas bio-oil yang dihasilkan pada penelitian ini memenuhi syarat mutu bahan baku untuk pembuatan biodiesel. Nilai angka keasaman bio-oil yang dihasilkan tidak memenuhi syarat mutu bahan baku untuk pembuatan biodiesel. Hal ini disebabkan karena terjadi proses hidrolisa pada senyawa karbohidrat yang terdapat di dalam tongkol jagung menjadi asam asetat. Reaksi hidrolisa tersebut mungkin telah terjadi karenan pada dasarnya tongkol jagung mengandung kadar air, air tersebut yang dapat menyebabkan reaksi hidrolisa dapat berlangsung. Hal ini ditandai dengan tongkol jagung berbau asam atau seperti bau hasil fermentasi seperti tape singkong.

DAFTAR PUSTAKA

Abdullah, N., dan Gerhauser, H. 2008. Bio-oil derived from empty fruit bunches .Fuel 87 (2008) 2606-2613.

ASTM E 1756-95

ASTM E 4755-95

Ensyn Group INC. 2001. Bio-Oil Combustion Due Diligence : The Conversion of Wood and Another Biomass . Cole Hill Associates.

Freel, B., Graham, R.G., 2002. Bio-Oil Combustion Due Diligence : The Conversion of Wood and Another Biomass. Cole Hill Associates. Bio-oil Preservatives. US Patent No.6485841B1.

Goyal, H.B., Seal, D., Saxena, R.C. 2006. Bio-fuels from Thermochemical Conversion of Renewable Resources: A Review. India Institute of SPetroleum. India.

Jasa analisis komersial (Huffman Labs. Ind, USA)