

Upgrading Produk Gasifikasi Tempurung Kelapa Menjadi Bahan Bakar Melalui Proses *Catalytic cracking* Dengan Katalis Zeolit Alam Yang Diaktivasi

Septiana Syfa Fatharani, Navira Fajriani, Yuono, S.T., M.T.

Institut Teknologi Nasional (Itenas) Bandung
Email: navirafajriani29@gmail.com

Received DD MM YYYY | *Revised* DD MM YYYY | *Accepted* DD MM YYYY

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik dari tar tempurung kelapa, katalis zeolit alam dan produk bahan bakar yang dihasilkan serta mengetahui rasio jumlah katalis zeolit alam terhadap kualitas dan jenis bahan bakar yang dihasilkan. Penelitian ini menggunakan bahan baku tempurung kelapa sebagai biomassa untuk menghasilkan produk dari gasifikasi berupa bahan bakar melalui proses *catalytic cracking* dengan menggunakan katalis zeolit alam yang diaktivasi menggunakan aktivasi asam. Untuk rasio katalis terhadap massa umpan yang digunakan adalah 0%, 40% dan 50%. Hasil analisis proksimat yang telah dilakukan pada tar tempurung kelapa adalah ash 4,03% dan fixed carbon 19,41%. Hasil analisis ultimat pada tar tempurung kelapa adalah C 65,16%, H 6,81% dan O 19,97%. Kemudian untuk bahan bakar yang dihasilkan dari proses *catalytic cracking* ini diuji dengan menggunakan uji bakar dan densitas.

Kata kunci: zeolit alam, ultimat, tar, proksimat, bahan bakar, *catalytic cracking*.

ABSTRACT

This study aims to determine the characteristics of coconut shell tar, natural zeolite catalysts and the resulting fuel products and to determine the ratio of the amount of natural zeolite catalyst to the quality and type of fuel produced. This research uses coconut shell raw material as biomass to produce products from gasification in the form of fuel through a *catalytic cracking* process using a natural zeolite catalyst which is activated using acid activation. The ratio catalyst to the mass of the feed used is 0%, 40% and 50%. The results of the proximate analysis that has been carried out on coconut shell tar are ash 4.03% and fixed carbon 19.41%. The results of the ultimate analysis on coconut shell tar were C 65.16%, H 6.81% and O 19.97%. Then the fuel produced from the *catalytic cracking* process was tested using burn test and density test.

Keywords: natural zeolit, ultimate, tar, proximate, fuel, *catalytic cracking*

1. PENDAHULUAN

Tempurung kelapa merupakan bagian dari buah kelapa yang sering dianggap sebagai suatu limbah, namun sebenarnya tempurung kelapa dapat dimanfaatkan karena termasuk kedalam bahan baku biomassa yang dapat menghasilkan suatu energi. Menurut Vidian, 2008 Indonesia umumnya menghasilkan 1,1 juta ton/tahun tempurung dengan kemungkinan dapat menghasilkan energi sebesar $18,7 \times 10^6$ GJ/tahun. Salah satu proses untuk menghasilkan energi yaitu dengan proses termokimia, pada proses termokimia dapat dikonversikan menjadi 3 proses yaitu pengeringan, pirolisis dan gasifikasi. Pembakaran pada tempurung kelapa menghasilkan pembakaran yang tidak sempurna, karena pada proses ini akan menghasilkan karbon sisa, abu serta tar.

Salah satu proses konversi energi yang digunakan pada penelitian ini adalah gasifikasi. Gasifikasi merupakan proses dimana bahan bakar dengan fasa padat akan dikonversikan menjadi bahan bakar dengan fasa gas. Pada umumnya, terdapat empat proses dalam gasifikasi, yaitu pengeringan, pirolisis, oksidasi atau pembakaran dan reduksi. Proses gasifikasi ini menghasilkan produk samping yaitu tar, abu dan arang. Pada penelitian ini digunakan proses gasifikasi untuk mengubah biomassa berupa tempurung kelapa menjadi bahan bakar dengan menggunakan proses *catalytic cracking* dengan menggunakan katalis berupa zeolit alam.

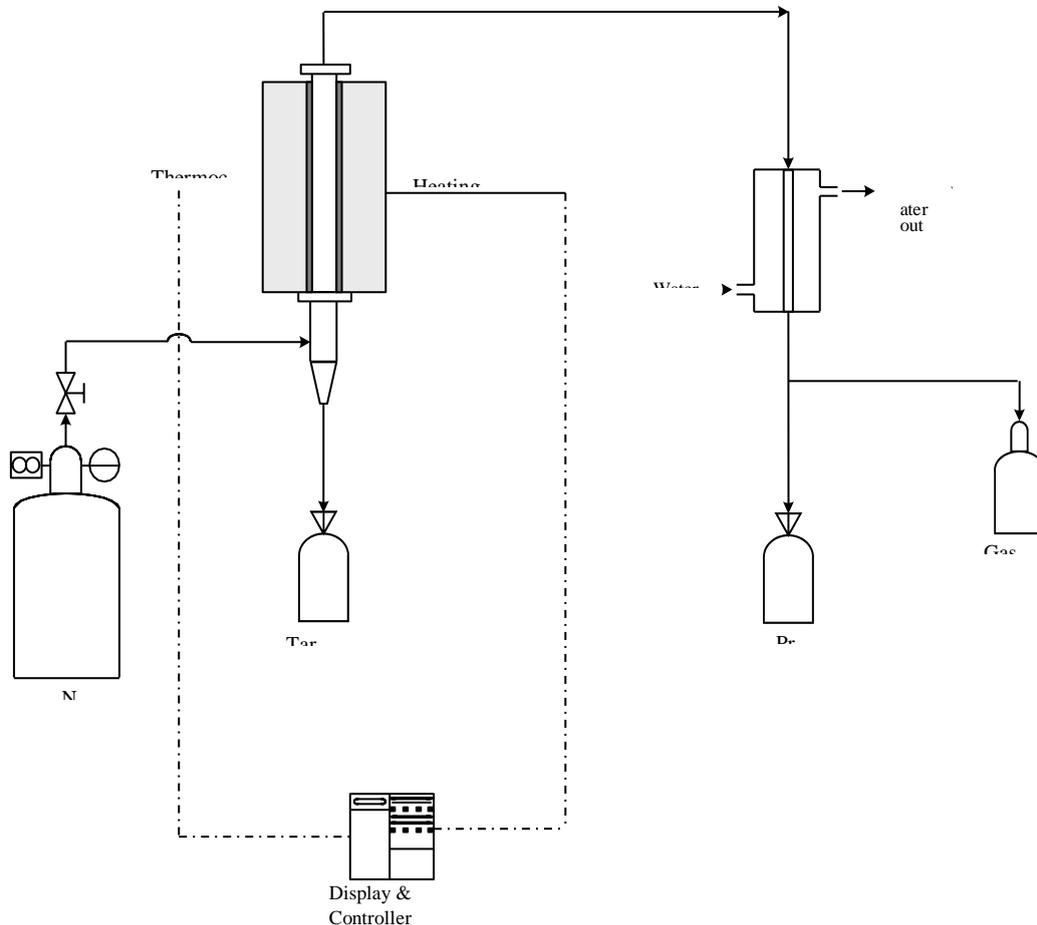
Katalis merupakan sebuah substansi atau zat yang dapat membuat jalur alternatif baru dalam reaksi kimia dengan cara menurunkan energi aktivasi dan mengarahkan pada reaksi yang diinginkan secara selektivitas sehingga dapat menghasilkan produk yang diinginkan secara maksimal. Terdapat dua jenis katalis yaitu katalis alam dan katalis sintesis. Pada penelitian ini digunakan katalis alam berupa zeolit alam. Zeolit alam merupakan zeolit yang diperoleh langsung dari alam dalam zeolite alam ini terkandung senyawa Al dan Si. Dimana senyawa Si dibutuhkan untuk mengarahkan pada proses *catalytic cracking*. Untuk mengurangi kadar Al pada zeolit alam digunakan metoda aktivasi secara asam dengan menggunakan senyawa HCl.

Pada penelitian ini digunakan proses *catalytic cracking* sehingga menghasilkan bahan bakar. Bahan bakar yang dihasilkan dapat berupa bahan bakar cair dan bahan bakar gas. Beberapa contoh bahan bakar cair yang sering digunakan oleh masyarakat berupa bensin dan solar. Solar adalah susunan yang terdiri dari ratusan rantai hidrokarbon yang berbeda pada rentang $C_{12} - C_{18}$. Sedangkan kualitas bensin dapat dinyatakan dengan besarnya angka oktan (*octane number*). Sehingga semakin tinggi bilangan oktan bahan bakar tersebut maka semakin tinggi daya bahan bakarnya. Bahan bakar gas dapat dibagi menjadi dua segmen utama yaitu gas alam (*natural gas*) dan gas buatan (*manufactured gas*). BBG termasuk bahan bakar alternatif yang paling menjanjikan yang dikembangkan untuk kendaraan, karena ramah lingkungan, murah dan nilai oktan bahan bakar gas lebih tinggi dari bahan bakar minyak.

2. METODOLOGI

2.1 Skema Alat

Pada Gambar 1. menunjukkan skema alat dari proses *catalytic cracking*. Alat utama yang digunakan pada proses *catalytic cracking* berupa furnace, kondensor serta alat penunjang lainnya. Berikut merupakan skema alat *catalytic cracking* pada tar tempurung kelapa.



Gambar 1. Skema Alat *Catalytic Cracking*

2.2 Tahap Percobaan

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Penelitian Institut Teknologi Nasional Bandung dengan menggunakan tempurung kelapa. Katalis yang digunakan katalis alam, yaitu zeolit dengan variasi jumlah katalis yaitu sebesar 0%, 40% dan 50% dari massa tempurung kelapa. Massa tempurung kelapa yang digunakan sebanyak 50 gram. Pertama zeolit diaktivasi dengan HCl 4M. Kemudian di kalsinasi dengan menggunakan furnace dalam temperatur 600 °C selama 2 jam. Lalu katalis tersebut digunakan untuk *catalytic cracking*. Kondisi gasifikasi ini dilakukan dengan bantuan katalis zeolit pada temperatur 800 °C selama 30 menit.

2.1.1 Persiapan Alat Cracking

Tahap ini merupakan tahap merangkai alat seperti bubble flow meter untuk mengukur laju gas CO₂, reactor, kondensor. Kemudian dimasukkan tempurung kelapa sebesar 50 gram dan katalis zeolit alam dengan variasi 0%, 40% dan 50% ke dalam reaktor. Mempersiapkan erlenmeyer untuk menampung produk cair yang dihasilkan.

2.2.2 Preparasi Zeolit Alam

Preparasi zeolit dilakukan dengan membersihkan lalu di oven dengan suhu 80°C, disesuaikan ukurannya, lalu dilakukan aktivasi dengan HCL 4N. Setelah aktivasi zeolit dikeringkan dengan oven pada suhu \pm 85°C. Lalu zeolit dilakukan kalsinasi dengan temperatur 600°C selama 2 jam. Setelahnya katalis dicuci dengan aquadest lalu di oven dengan suhu \pm 85°C.

2.1.3 Proses *Catalytic cracking*

Proses cracking dilakukan dengan furnace dengan 800⁰C selama 30 menit. Proses dilakukan dengan penambahan gas CO₂ sebesar 1,36 L/min. Pada proses ini akan menghasilkan produk berupa bahan bakar cair dalam Erlenmeyer. Setelah proses selesai, semua alat reaktor dan aliran air pada kondensor dimatikan dan dibersihkan.

2.1.4 Analisis bahan baku dan produk

Variabel yang akan dianalisis dari penelitian ini adalah proksimat, ultimat untuk menganalisis tar tempurung kelapa, Atomic Absorption Spectroscopy (AAS) untuk menganalisis katalis zeolit alam. Uji bakar dan densitas untuk menganalisis produk bahan bakar yang dihasilkan.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1.1 Karakteristik Katalis Zeolit Alam



(A)



(B)

Gambar 2. (A) Zeolit Sebelum Kalsinasi, (B) Zeolit Setelah Kalsinasi

Berdasarkan karakteristik zeolit alam yang didapat terlihat pada Gambar 2. bahwa terjadi perubahan warna pada katalis. Sebelum kalsinasi zeolit alam berwarna kehijauan kemudian setelah kalsinasi zeolit akan berwarna kekuningan. Warna kehijauan dikarenakan adanya kandungan air yang terikat pada zeolit. Warna kekuningan artinya zat zeolit sudah tidak memiliki kandungan air. Karakteristik zeolit alam dilakukan penyesuaian ukuran, aktivasi dan kalsinasi. Massa katalis awal yang ditimbang sebesar 114,127 gram. Selanjutnya dilakukan aktivasi zeolit digunakan untuk menghilangkan zat-zat pengotor dengan cara menjerat pengotor. Aktivasi dilakukan dengan HCl 4N untuk menghilangkan pengotor Al menghasilkan. Setelah dilakukan aktivasi zeolite ditimbang didapatkan massa 95,958 gram. Bila dilihat dari hasil pertimbangan massa katalis setelah dan sebelum dilakukan kalsinasi massa katalis berkurang sebesar 18,169 gram.

3.1.2 Karakteristik Tar Tempurung Kelapa

Tabel 1. Analisis Proksimat dan Ultimat

Analisis	Parameter	Tar Tempurung Kelapa	Tempurung Kelapa
		% massa	% massa
Proksimat	Ash	4,03	0,28
	Fixed carbon	19,41	18,77
Ultimat	Carbon	65,16	46,53
	Hydrogen	6,81	6,34
	Oksigen	19,97	-

Berdasarkan hasil yang didapat dari analisa proksimat pada Tabel 1. tar tempurung kelapa terdapat kandungan ash sebesar 4,03%, ash ini memiliki sifat mudah terbakar namun semakin tinggi kandungan ash maka mengakibatkan energi kalor semakin rendah. Kemudian kandungan fixed carbon yang terkandung dalam tar tempurung kelapa sebesar 19,41% berarti fixed carbon dalam tar ini lebih tinggi dibandingkan dengan tempurung kelapa hal ini menunjukkan tar tempurung kelapa lebih berpotensi untuk menjadi bahan bakar.

Berdasarkan hasil yang didapat dari analisa ultimat pada Tabel 1. tar tempurung kelapa, didapatkan hasil hidrogen pada tar tempurung kelapa sebesar 6,81% hasil ini lebih besar dibandingkan dengan kandungan hidrogen yang terkandung dalam tempurung kelapa. Kemudian kandungan karbon sebesar 65,16% dengan kandungan C yang lebih tinggi dibandingkan tempurung kelapa maka potensi menjadi bahan bakar semakin besar. Lalu untuk kandungan oksigen yang terkandung dalam tar tempurung kelapa sebesar 19,97%.

3.1.3 Karakteristik Bahan Bakar

Tabel 2. Massa Produk yang Dihasilkan

Run	Variasi Katalis (%wb)	Massa Produk (g)	Densitas (g/ml)
1	0%	3,802	0,845
2	40%	5,208	0,854
3	50%	7,680	0,853



Gambar 3. Hasil Produk Cair



Gambar 4. Hasil Uji Bakar

Pada bahan bakar yang dihasilkan berdasarkan Gambar 3. dengan rasio katalis 0%, 40% dan 50%. Massa yang didapatkan semakin besar. Hal ini dikarenakan katalis bekerja lebih optimal dan tinggi katalis yang mempengaruhi kerja katalis. Karakteristik bahan bakar yang dihasilkan ditentukan dengan cara yaitu dengan aroma yang dihasilkan dari produk cair ini. Berdasarkan Aroma yang dihasilkan, produk cair ini memiliki aroma seperti solar. Dilihat dari densitas dari produk cair yang dihasilkan maka dapat disimpulkan bahwa produk cair ini memiliki sifat yang mirip dengan solar. Hal ini dilihat dari rata-rata dari produk cair yang dihasilkan ini sebesar 0,836-0,854 g/ml dan densitas dari bahan bakar solar adalah sebesar 0,815-0,870 g/ml. Kemudian dilakukan uji lain berupa uji bakar pada Gambar 4. untuk mengetahui sifat dari bahan bakar yang dihasilkan didapatkan hasil bahwa bahan bakar cair ini tidak terbakar. Hal ini mirip dengan karakteristik bahan bakar solar yang tidak mudah terbakar.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa pada hasil analisis proksimat dan ultimat yang dilakukan pada sampel tar tempurung kelapa didapatkan hasil fixed carbon sebesar 19,41% dan karbon sebesar 65,16%. Berdasarkan jumlah produk bahan bakar yang dihasilkan rasio katalis terbaik pada 50% dengan massa produk sebesar 7,680 gram. Berdasarkan warna dari bahan bakar yang dihasilkan maka rasio katalis terbaik pada 50% dengan warna yang lebih jernih.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada: Bapak Yuono, S.T., M.T. selaku Koordinator Tugas Akhir Program Studi Teknik Kimia Institut Teknologi Nasional Bandung. Bapak Yuono, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan pengarahan pada saat penelitian, dan dukungan kepada penulis. Kepada kedua orangtua dan teman-teman yang telah memberikan support dan bantuan kepada penulis.

DAFTAR PUSTAKA

- [BSN] Badan Standarisasi Nasional., 2015. SNI 7182:2015, "Biodiesel", Badan Standar Nasional.
- Bmaster Aditama. 2021. Fraksi-fraksi Minyak Bumi (LNG, LPG, Petroleum Eter, Bensin, Kerosin, Solar, Oli, Lilin, Aspal). Disadur: <https://www.nafiun.com/2013/04/fraksi-fraksi-minyak-bumi-lng-lpg-petroleum-bensin-kerosin-solar-oli-lilin-aspal.html>
- Dewi Izza. (2015). Bahan Bakar Cair dan Gas. Slideshare.net. Disadur: <https://www.slideshare.net/dewiizza/uas-pbt>.
- Farid. Hasuk. 2009. BAB II Tinjauan Pustaka Bahan Bakar. Disadur: <http://digilib.polban.ac.id/files/disk1/82/jbptppolban-gdl-faridhasuk-4059-3-bab2--9.pdf>
- Guo, F., Li, X., Liu, Y., Peng, K., Guo, C., & Rao, Z. (2018). *Catalytic cracking of biomass pyrolysis tar over char-supported catalysts. Energy Conversion and Management, 167, 81–90*. Disadur: <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2018.04.094>
- Jacobs PA & Martens JA. 1991. Introduction to Zeolit Science and Practice. Study Surface Science and Catalysis. edited by Van Bekkum, H, Flanigen EM. Jansen, Elsevier JC. Amsterdam. 58: 445-493.
- Roy and Chornet. 1983. *The pyrolysis of peat. A comprehensive review of the literature*. Disadur: <http://repository.wima.ac.id>
- Sarwono. Djoko. 2015. *Karakteristik Tar Hasil Destilasi Tempurung Kelapa an Ditambah Lem Fox Ditinjau dari Spesifikasi Aspal Minyak Produk Pertamina*. Disadur: <https://jurnal.uns.ac.id/matriks/article/view/37281>
- Sholihah. Atti. 2018. Upgrading Limbah TAR (Hasil Gasifikasi Batubara) Menjadi Bahan Bakar Cair Sintesis Setara Minyak Diesel. Disadur: <https://repository.uinjkt.ac.id/dspace/bitstream/123456789/47789/1/ATTI%20SHOLIAH-FST.pdf>
- Susgadarsukawati NF, Priatmoko S, Wahyuni s. 2012. *Preparasi Dan Karakterisasi Katalis Ni-Mo/Zeolit Alam Sebagai Katalis Perengkahan Sampah Plastik Hdpe*. Disadur: <https://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/ijcs/article/view/593/728>
- Syahrir. 2019. Pengolahan Limbah Tongkol Jagung Menjadi Asap Cair dengan Metode Pirolisis Lambat. Disadur: <http://jurnal.poliupg.ac.id/index.php/Intek/article/view/1209>
- Unknow. 2014. *Bahan Bakar Cair dan Gas*. Disadur: <https://dinopurwandika12.blogspot.com/2014/11/bahan-bakar-cair-dan-gas.html>.

- Wijaya. Ardi. 2012. *Pemanfaatan Oli Bekas Sebagai Bahan Baku Pembuatan Bahan Bakar Cair (BBC) Dengan Metode Catalytic cracking Menggunakan Katalis Mordenite*.
Disadur: <http://eprints.undip.ac.id/36739/>
- Windari. Tri. 2011. *Pengaruh Jumlah Katalis Zeolit Alam Asam dalam Proses Perengkahan Asap Cair Tempurung Kelapa*. Disadur:
<https://ejournal.undip.ac.id/index.php/sm/article/view/7910/6474>
- Yolanda. Tria. 2018. *Catalytic cracking Minyak Jarak Pagar (Jatropha Curcas L) menggunakan Katalis Zeolit Alam*. Disadur: <http://repository.uinjkt.ac.id/dspace/bitstream/123456789/47959/1/TRIA%20YOLANDA-FST.pdf>