

## Pengaruh Parameter *Input* Terhadap Produk Pirolisis Cangkang Kemiri dengan Sistem Vakum

Abdul Rahman<sup>1,\*</sup>, Fauzan<sup>1</sup> dan Eddy Kurniawan<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Malikussaleh Lhokseumawe

Jalan Cot Tengku Nie, Reuleut, Muara Batu, Aceh Utara, Indonesia

<sup>2</sup>Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik Universitas Malikussaleh Lhokseumawe

Jalan Cot Tengku Nie, Reuleut, Muara Batu, Aceh Utara, Indonesia

\*Email : rahman\_muis@yahoo.com

### Abstrak

Paper ini menjelaskan hasil penelitian *bio-oil* dari proses pirolisis biomassa cangkang kemiri pada sistem pirolisis vakum. Temperatur, tekanan, laju pemanasan dan waktu penahanan (*holding time*) merupakan parameter input untuk menentukan *bio-oil yields* dan rasio transformasi energi. Penelitian ini menggunakan reaktor pirolisis *fast fixed bed* dengan menambahkan pipa untuk mengalirkan udara panas dalam tabungnya. Pipa api ini dimaksudkan untuk menambah luasan permukaan yang bersentuhan dengan biomassa sehingga panas yang diterima dapat lebih merata. Hasil penelitian memperlihatkan bahwa pada temperatur 400 °C, tekanan -20 kPa, laju panas 15 °C/men. dan waktu penahanan 60 menit, *yield bio-oil* adalah 43.04% dan rasio transformasi energi 34.34%. Nilai kalor dari minyak hasil pirolisis adalah 29.42 MJ/kg, lebih tinggi dari beberapa jenis biomassa lainnya. Penelitian ini menunjukkan bahwa ada korelasi yang signifikan antara parameter tekanan terhadap properti *yield bio-oil*.

**Kata kunci :** Pirolisis, Cangkang kemiri, Vakum, *Bi-oil*

### Pendahuluan

Biomassa telah diakui sebagai sumber energi terbarukan untuk mengatasi menurunnya sumber bahan bakar dari fosil [1]. Saat ini energi terbarukan menjadi sangat populer dan sangat menjanjikan [2]. Pengalihan kepada energi yang berkelanjutan untuk kebutuhan manusia dengan berbagai macam bentuknya telah menjadi perhatian para peneliti dan ilmuwan di banyak negara. Sumber energi dari proses pirolisis dipandang lebih menarik diantara berbagai proses termokimia karena kesederhanaan dan kemampuan yang tinggi dalam mengkonversi biomassa dan limbah padat menjadi produk cair.

Pirolisis biomass dapat dibagi kedalam beberapa tipe sesuai dengan kondisi reaksinya [3], seperti pirolisis konvensional (conventional pyrolysis), pirolisis cepat (fast pyrolysis) dan pirolisis vakum (vacuum pyrolysis). Pirolisis vakum menarik perhatian banyak peneliti lokal dan luar, karena konsumsi energi yang relativ rendah dan yield

*bio-oil* yang tinggi [4,5]. *Yield bio-oil* dan rasio transformasi energi dipengaruhi oleh sistem pirolisis dan properti raw material (biomassa) [6].

Energi menjadi kebutuhan utama masyarakat modern, pengembangan dan pengelolaannya membawa banyak pengaruh pada perekonomian negara di dunia. Ada hubungan yang erat antara tingkat konsumsi energi di suatu negara dan pembangunan ekonomi. Konsumsi energi di dunia telah meningkat pada level yang sangat tinggi. Pada tahun 2100, populasi dunia diperkirakan akan lebih dari 12 miliar dan diperkirakan permintaan energi akan meningkat lima kali permintaan saat ini [7]. Dalam keadaan seperti itu, manusia harus mendapatkan sumber-sumber energi baru untuk kelangsungan hidupnya yang bisa memenuhi kebutuhan energi di masa depan. Penelitian ini mencoba mengangkat proses pirolisis terhadap limbah cangkang kemiri yang banyak terdapat di

sekitar tempat penelitian untuk meneliti kadungan minyaknya sebagai upaya untuk mendapatkan bahan bakar alternatif.

### Material dan Metode

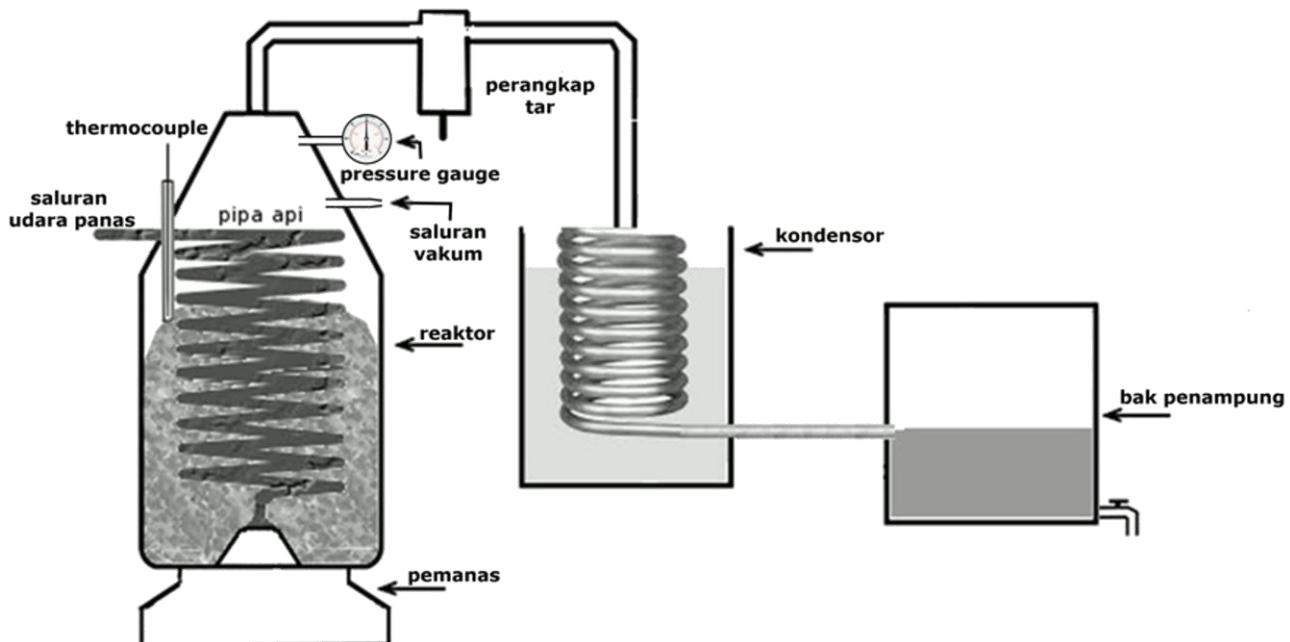
Cangkang buah kemiri diperoleh dari perkebunan kemiri di sekitar Lhokseumawe yang sudah dikeringkan. Ukuran cangkang kemiri rata-rata 0,5 cm dan memiliki nilai kalori 20.20 MJ/kg. Properti cangkang kemiri diperlihatkan pada tabel 1.

Cangkang kemiri dimasukkan ke dalam reaktor fixed bed sebanyak 5 kg. Bagian utama dari sistem pirolisis yaitu reaktor, perangkap tar dan kondensor dengan fluida air. Tinggi reaktor 50 cm dan diameter 40 cm. Gambar skematis dari sistem pirolisis dapat dilihat pada gambar 1.

Reaktor dipanaskan dengan menggunakan gas LPG dengan variasi temperatur 300, 350, 400 dan 450 °C diukur menggunakan thermocouple. Tekanan negatif tabung reaktor 20, 35, 50 dan 65 kPa.

Tabel 1. Data properti cangkang kemiri [8]

Kelembaban	Minyak	Karbohidrat	Abu	Serat
5-10%	7-10%	10-20%	55-65%	1-2%



Gambar 1. Skema proses pirolisis

Asap hasil pembakaran didalam reaktor melewati perangkap tar. Asap dengan density yang lebih ringan akan melewati perangkap tar dan memasuki kondensor pipa spiral yang direndam dalam air es. Asap terkondensasi dan masuk kedalam penampungan berupa cairan.

Tabel 2. Variables Uji dan Level

Level	X1 ( $^{\circ}$ C)	X2 (kPa)
1	300	20
2	350	35
3	400	50
4	450	65

Sampel yang dimasukkan kedalam reaktor setiap percobaan adalah 5 kg. Produk yang diperoleh berupa padatan arang , cairan dan gas ditimbang untuk mendapatkan *yield* masing-masing produk. Persamaan *yield* cair digunakan adalah sbb:

$$yield = \frac{Mc}{Mb} \times 100\% \quad (1)$$

dimana:

Mc = Massa produk cair (kg)

Mb = Massa biomassa (kg)

Rasio transformasi energi (L):

$$L = \frac{HHVc}{HHVb} \times yield \times 100\% \quad (2)$$

dimana:

HHVc = High Heating Value cairan (MJ/kg)

HHVb = High Heating Value biomassa (MJ/kg)

## Hasil dan Pembahasan

Hasil proses pirolisis berupa asap cair diperoleh dengan mengkombinasikan variasi temperature dan tekanan vakum seperti pada table 3. Pengaruh kenaikan temperatur dan tekanan dapat dilihat pada gambar 2 dan 3 sesuai dengan data dari table 3. Pada temperature 300 hingga 450  $^{\circ}$ C dengan tekanan vakum 20, 35, 50 dan 65 kPa, terlihat kenaikan nilai *yield* asap cair.

Penelitian ini menggunakan disain orthogonal dengan jumlah 16 pengujian.

Tabel 3: Hasil pengujian

No	X1	X2	Y1	Y2
1.	1	1	40.04	32.68
2.	1	2	36.61	29.65
3.	1	3	32.24	26.45
4.	1	4	28.40	22.55
5.	2	1	42.30	33.67
6.	2	2	40.98	32.68
7.	2	3	33.95	24.63
8.	2	4	29.04	18.76
9.	3	1	43.04	34.34
10.	3	2	39.52	30.67
11.	3	3	41.04	29.09
12.	3	4	38.47	26.96
13.	4	1	34.49	25.15
14.	4	2	37.67	27.69
15.	4	3	35.96	24.38
16.	4	4	30.23	20.50

dimana:

X<sub>1</sub> : Temperatur

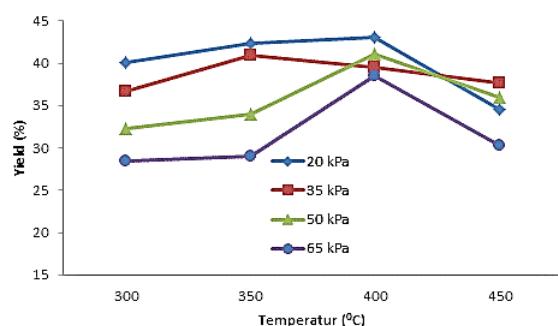
X<sub>2</sub> : Tekanan

Y<sub>1</sub> : Yield Bio oil (%)

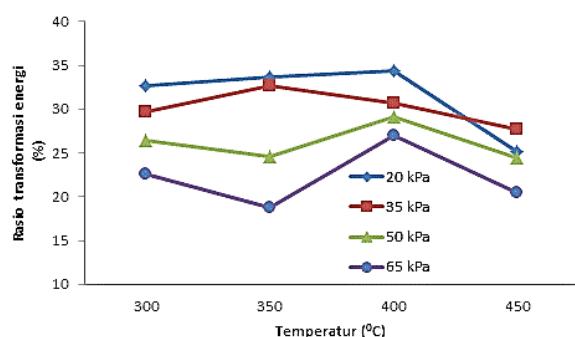
Y<sub>2</sub> : Rasio transformasi energi (%)

Pengujian secara statistik dilakukan dengan *two way* ANOVA menggunakan excel terhadap data hasil percobaan untuk mengetahui pengaruh parameter input. Informasi yang diperoleh dari analisis statistik adalah residual (error) *mean square* (MS) = 22.73 lebih besar dibandingkan dengan MS temperatur = 11.40 dan tekanan = 96.12. Sehingga dapat disimpulkan bahwa pengaruh suhu berinteraksi dengan efek dari tekanan.

Nilai P (P value) tekanan = 0,040 <  $\alpha$  = 0,05 sehingga ada pengaruh signifikan terhadap *yield bio-oil*. Untuk nilai P temperatur = 0,690 >  $\alpha$  = 0,05 sehingga tidak ada respon signifikan berdasarkan temperatur.



Gambar 2. Pengaruh temperatur dan tekanan terhadap yield bio oil



Gambar 3. Pengaruh temperatur dan tekanan terhadap rasio transformasi energi.

Berdasarkan pengujian terhadap kandungan energi dari bio-oil diperoleh nilai 29.42 MJ/kg., berat jenis 1100 kg/m<sup>3</sup>, titik nyala 150 °C. dan viskositas minyak 64.7 cSt pada 30 °C.

Pada tabel 4 ditunjukkan perbandingan dengan beberapa produk pirolisis biomassa.

Tabel 4. Perbandingan dengan biomassa lainnya

Analisa	Minyak ampas tebu [9]	Minyak rami [9]
Viskositas Kinetik pada 30°C (cSt)	89.34	12.8
Densitas (kg/m <sup>3</sup> )	1198	1224
Titik Nyala (°C)	105	>70

HHV (MJ/kg)	20.072	21.091
----------------	--------	--------

## Kesimpulan

Dengan menggunakan disain orthogonal pengujian pirolisis cangkang kemiri dengan sistem vakum maka dapat disimpulkan sbb:

- (1) Yield bio oil dan nilai rasio konverse energi cenderung meningkat hingga mencapai temperatur 400 °C dimana yield tertinggi diperoleh pada tekanan 20 kPa.
- (2) Ada pengaruh penambahan tekanan vakum terhadap yield bio oil

## Referensi

- [1] Williams, P.T., Halim, S. And Taylor, D.T., Pyrolysis of Oil Palm Solid Waste”, in: Grassi G,Collina A, Zibetta H, Editor. Biomass for Energy, Industry and Environment, Elsever Applied Science, London 1992, pp 757-761
- [2] Islam M. N. and Ani F. N., Characterization of Bio-Oil from Palm Shell Pyrolysis with Catalytic Upgrading, Renewable Energy Congress, Elsevier Science 1998
- [3] Liu Guang-Qing, Dong Ren-Jie, Li Xiu-Jin, Biomass energy conversion technologies, Chemical Industry Press, Beijing, 2009
- [4] Wang Lian, Xiao Guo-Ming, Liu Nan, Southeast University Vol.41 (2011), p.804.
- [5] Willem A.de Jongh, Marion Carrier, J.H.Knoetze, Journal of Analytical and Applied Pyrolysis Vol.92 (2011), p.184.
- [6] Zheng Ji-lu, Journal of Analytical and Applied Pyrolysis Vol.80 (2007), p.30.
- [7] Marshall, T. A., & Morris, J. M., A Watery Solution and Sustainable Energy Parks, CIWM Journal (2006) 22-23.

- [8] Morton, Julia F., Miami FL, Fruits of Warm Climates, Chapter-Date, (1987).pp 5-11.
- [9] Islam, M.R, Nabi, M.N., and Islam, M.N., Characterization of Biomass Solid Waste for Liquid Fuel Production, 4th International Conference on Mechanical Engineering (ICME 2001), Bangladesh 2001, PP 77-82.