

STUDI KINETIKA PIROLISIS SEKAM PADI UNTUK MENGHASILKAN BIOOIL SEBAGAI ENERGI ALTERNATIF

by Hesti Wijayanti

Submission date: 01-Oct-2020 09:20PM (UTC+0700)

Submission ID: 1402290225

File name: SNIKSDA-3-028.pdf (399.86K)

Word count: 2339

Character count: 12712



5

Prosiding Seminar Nasional Industri Kimia dan Sumber Daya Alam 2018
ISBN 978-602-70195-2-2
Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik
Universitas Lambung Mangkurat

STUDI KINETIKA PIROLISIS SEKAM PADI UNTUK MENGHASILKAN *BIO-OIL* SEBAGAI ENERGI ALTERNATIF

Desy Ratna Ari, Rahman Hakim, Rinny Jelita, Hesti Wijayanti*

*Program Studi S-1 Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat

Email : hesti.wijayanti@ulm.ac.id

Abstrak- Sekam padi adalah limbah penggilingan padi yang merupakan komoditas penting dari lahan basah. Salah satu cara untuk memberikan nilai tambah dari limbah ini adalah dengan proses pirolisis untuk menghasilkan bio-oil. Untuk menghasilkan bio-oil melalui pirolisis, sekam padi dipanaskan pada suhu tinggi tanpa adanya oksigen. Tujuan penelitian ini adalah mempelajari suhu optimum pada proses pirolisis sekam padi dan menentukan kinetika reaksinya. Proses pirolisis dilakukan dengan menggunakan suhu 450, 500 dan 550°C. Selanjutnya dilakukan perhitungan kinetika reaksinya dengan metode single step. Suhu optimum pirolisis sekam padi adalah pada suhu 550°C dengan yield sebesar 3,27 % (oil), 26,16% (water), 12,55% (gas) dan 58,02% (char). Nilai kinetika (k) yang didapatkan sebesar $0,0499\exp(-0,3899/RT)$.

Kata Kunci: Sekam padi, bio-oil, pirolisis, suhu, kinetika.

Abstract- Rice husk is a rice mill waste which is an important commodity of wetlands. The innovation should be applied to increase its value. Pyrolysis is one of the technique for making bio-oil from rice husk. In this process, rice husk is heated at high temperature in the absence of oxygen. The aim of this research was to study the optimum temperature of rice husk pyrolysis and also to obtain its reaction kinetics using single step method. The temperature used in this research was 450, 500 and 550°C. The results show that the optimum temperature for rice husk pyrolysis was 550°C with the yield of oil, water, gas and char were (in wt%) 3,27 , 26,16 , 12,55 and 58,02 , respectively. Furthermore the reaction kinetics was $0,0499\exp(-0,3899/RT)$.

Keywords : Rice husk, bio-oil, pyrolysis, temperature, kinetics.

PENDAHULUAN

Bio-oil adalah produk cair hasil kondensasi gas dari dekomposisi biomassa pada suhu tinggi tanpa kehadiran oksigen (Braga *et al.*, 2014). Selain itu, secara siklus menghasilkan *zero nett* emisi CO₂ di atmosfer dan tidak mengakibatkan efek rumah kaca (Ji-lu, 2007). Namun sejauh ini, pemanfaatan secara komersial masih mengalami kendala dan kalah bersaing dengan bahan bakar fosil yang sudah sejak lama digunakan.

Sebagai negara agraris yang penduduknya mengkonsumsi beras sebagai makanan pokok, produksi padi di Indonesia meningkat seiring dengan pertumbuhan penduduk. Produksi padi tahun 2015 sebanyak 75,36 juta ton gabah kering giling (BPS 2016) dan pada tahun 2016 sebanyak 79,14 juta ton gabah kering giling (BPS 2017). Total produksi padi di Kalimantan selatan pada tahun 2015 sebanyak 2,14 juta ton dengan kenaikan sebanyak 45 ribu ton (2,18%). Pada umumnya, limbah berupa sekam padi mencapai 23% dari total padi yang diolah (Prasara and Grant, 2008).

Salah satu cara yang digunakan untuk konversi biomassa ke bahan bakar cair adalah melalui pirolisis. Pirolisis biomassa adalah proses dekomposisi komponen organik dalam biomassa dengan pemanasan (dekomposisi termal) pada kondisi tanpa oksigen untuk menghasilkan produk berupa *char* (padat), bio-oil (cair) dan gas (Yaman, 2004). Yield dan sifat-sifat (*properties*) produk yang dihasilkan dipengaruhi oleh kondisi operasinya, seperti temperatur, *heating rate*, ukuran partikel biomassa, waktu tinggal uap panas, katalis dan jenis biomassa (Li *et al.*, 2004). Putun *et al.* (2008) menemukan bahwa *yield* dan komposisi kimia produk sangat dipengaruhi oleh temperatur, konfigurasi reaktor, jenis biomassa, katalis dan *heating rate*.

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan untuk penelitian ini adalah rangkaian reaktor pirolisis, oven, gelas beker 500 mL, gelas ukur (1000 mL, 500 mL, dan 250 mL), sudip, corong, neraca analitik, *shieve*/ayakan, loyang,

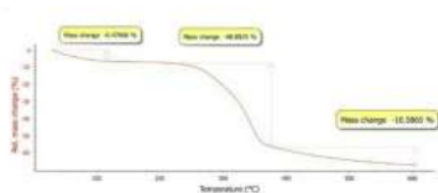
gelas arloji, *separation funnel* dan desikator. Bahan-bahan yang digunakan untuk penelitian ini adalah sekam padi yang berasal dari penggilingan padi di daerah Tanjung Selor, Kalimantan Selatan dan gas nitrogen dengan kemurnian 99%.

Persiapan Bahan Baku

Sampel sekam padi dihaluskan dan diayak untuk mendapatkan sampel berukuran 0,25-1 mm (-60 +18 Mesh), lalu dikeringkan menggunakan oven dengan suhu 80°C selama 180 menit. Setelah itu, sekam disimpan dalam desikator. Analisa proksimat dan ultimat pada Sekam padi, dapat dilihat pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Karakteristik Sekam Padi

Analisa		Nilai (wt %)
Analisis proksimat (basis kering, % berat)	Volatile matter	76,36
	Kadar abu	15,35
	Karbon tetap	15,35
Analisis ultimate (kering dan bebas abu, % berat)	Karbon	34,40
	Hidrogen	5,07
	Nitrogen	0,35
	Oksigen	37,28
	Sulfur	0,04
	Abu	22,86



Gambar 1. Analisa TGA Sekam Padi

Reaksi Pirolisis

Pirolisis dilakukan dengan memasukkan sampel sekam padi sebanyak 500 gram sampel ke dalam reaktor pirolisis yang dilengkapi dengan pipa yang terhubung dengan kondensor dan wadah penampung produk cair hasil reaksi pirolisis. Reaksi pirolisis dijalankan pada temperatur 450°C, 500°C dan 550°C selama 1 jam sejak suhu tersebut tercapai. Setelah reaksi selesai, reaktor didinginkan. *Yield* produk cair yang paling besar digunakan untuk menentukan suhu optimum pirolisis sekam padi.

Model Kinetika Reaksi

Pada model ini digunakan mekanisme reaksi kimia tunggal yang paling sederhana, yaitu *single step method*. Mekanisme reaksi tunggal dianggap sudah dapat mewakili mekanisme pirolisis sesuai persamaan reaksi kimia pada umumnya, karena hanya terjadi pemutusan rantai polimer akibat adanya panas. Model ini pernah digunakan dalam mempelajari kinetika beberapa proses pirolisis, di antaranya Fadillah (2005) yang menunjukkan bahwa kompetisi pembentukan produk tidak diwakili dari nilai konstanta laju reaksi.

Namun kompetisi pembentukan produk-produk secara implisit tercakup ke dalam koefisien *yield*. Koefisien *yield* produk pirolisis menunjukkan banyaknya produk minyak (*bio-oil*), padatan (*char*) dan gas yang terbentuk dengan basis 1 gram bahan baku. Kelebihan model ini adalah dapat digunakan untuk perhitungan-perhitungan cepat dan keterbatasan data yang diukur di dalam penelitian. Model ini menganggap bahwa produk minyak (*bio-oil*), padatan (*char*) dan gas terjadi secara bersamaan dari perengkahan sekam padi.

Sekam padi \xrightarrow{k} a Minyak + b Padatan + c Gas

Neraca Massa Sekam Padi:

$$R_{input} - R_{output} - R_{reaction} = R_{accumulation}$$

$$0 - 0 - k m_p = \frac{dm_p}{dt}$$

$$\frac{dm_p}{dt} = -k m_p$$

Neraca Massa Minyak (l):

$$R_{input} - R_{output} - R_{reaction} = R_{accumulation}$$

$$0 - 0 + a k m_p = \frac{dm_l}{dt}$$

$$\frac{dm_l}{dt} = a k m_p$$

Neraca Massa Padatan (s):

$$R_{input} - R_{output} - R_{reaction} = R_{accumulation}$$

$$0 - 0 + b k m_p = \frac{dm_s}{dt}$$

$$\frac{dm_s}{dt} = b k m_p$$

Neraca Massa Gas (g):

$$R_{input} - R_{output} - R_{reaction} = R_{accumulation}$$

$$0 - 0 + c k m_p = \frac{dm_g}{dt}$$

$$\frac{dm_g}{dt} = c k m_p$$

$$a + b + c = 1$$

Dari persamaan-persamaan di atas akan diperoleh massa sekam padi (m_p), massa minyak (m_l), massa padatan (m_s) dan massa gas (m_g) pada berbagai waktu. *Initial condition* untuk persamaan-persamaan di atas adalah

$$t = 0; m_p = m_{p0} = 500; m_l = m_{l0} = 0; m_s = m_{s0} = 0; m_g = m_{g0} = 0$$

Harga-harga k, a dan b dievaluasi dengan mencoba-coba hingga diperoleh nilai *Sum of Square Error* (SSE) minimum yang dinyatakan sebagai berikut:

$$SSE = \sum (m_{i_{data}} - m_{i_{hitung}})^2$$

Untuk memvalidasi harga-harga yang diperoleh, digunakan persamaan berikut yang kemudian dirata-ratakan.

$$\% \text{ Penyimpangan_total} = \sum \left| \frac{m_{i_{data}} - m_{i_{hitung}}}{m_{i_{data}}} \right| \times 100\%$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh suhu dan Perolehan Yield

Produk yang dihasilkan dari proses pirolisis adalah padatan (*char*), cair (*bio-oil*) dan gas. Gas yang dihasilkan dari proses pirolisis selanjutnya dikondensasikan melalui kondensator sehingga diperoleh tar berwujud cair (*bio-oil*). Sedangkan gas yang tidak terkondensasi akan tetap berbentuk dalam wujud gas. Diantara produk yang dihasilkan pada proses pirolisis, *bio-oil* merupakan produk utama yang diinginkan. Cairan (*bio-oil*) yang dihasilkan terdiri dari dua fase yaitu minyak (*oil*) dan air (*water*).

Hasil percobaan pengaruh suhu dan perolehan yield dapat dilihat pada Tabel 2. Dari hasil percobaan yang telah dilakukan, banyaknya yield yang terbentuk pada suhu 550 °C sebesar 3,27% (*oil*), 26,16% (*water*), 12,55% (*gas*) dan 58,02 (*char*). Dari tabel tersebut juga dapat dilihat bahwa semakin tinggi suhu yang digunakan maka jumlah *oil* yang dihasilkan akan semakin besar juga. Adapun hasil padatan (*char*) yang dihasilkan berkurang dengan meningkatnya suhu pirolisis, hal tersebut disebabkan oleh dekomposisi sekam padi yang terjadi semakin besar pada suhu yang tinggi (Williams and Nugranad, 2000). Dari hasil percobaan tersebut diperoleh suhu optimum untuk proses pirolisis sekam padi untuk menghasilkan *yield oil* paling banyak adalah pada suhu 550°C.

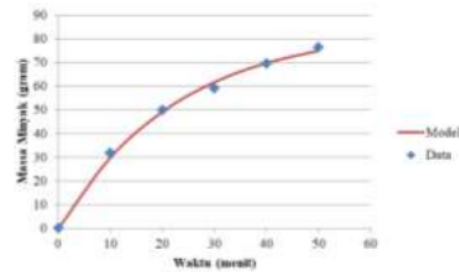
Tabel 2. Produksi Yield dari Proses Pirolisis Sekam Padi (wt%)

Reactor Temperature (°C)	Oil	Water	Gas	Char
450	0.66	18.19	21.01	60.14
500	1.33	29.68	8.99	60
550	3.27	26.16	12.55	58.02

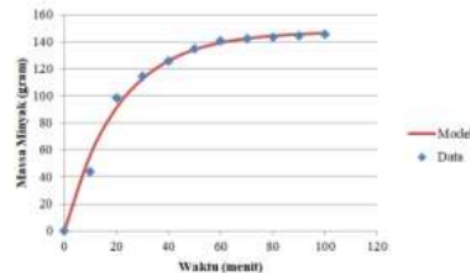
Pengaruh Suhu Terhadap Laju Pirolisis

Percobaan ini digunakan mekanisme reaksi tunggal untuk mempelajari pengaruh suhu terhadap kinetika reaksi pirolisis sekam padi. Mekanisme reaksi tunggal merupakan reaksi dimana sekam akan terdekomposisi menjadi 3 produk yaitu minyak (*bio-oil*), padatan (*char*) dan gas dengan laju reaksi yang

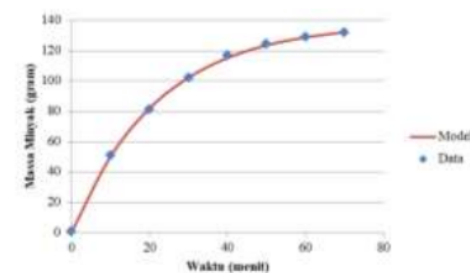
sama. Referensi data acuan adalah data primer yang diperoleh dari percobaan di laboratorium. Data yang didapat berupa massa cairan (minyak) yang diambil secara berkala selama proses pirolisis berlangsung. Berikut hubungan massa minyak yang diperoleh dari data laboratorium pada berbagai waktu dibandingkan dengan massa minyak hasil perhitungan (simulasi) dilakukan pada suhu 450°C, 500°C dan 550°C ditunjukkan oleh Gambar 2, 3 dan 4 berikut:



Gambar 2. Perbandingan Massa Minyak Data dan Hasil Perhitungan pada Suhu 450°C.



Gambar 3. Perbandingan Massa Minyak Data dan Hasil Perhitungan pada Suhu 500°C.



Gambar 4. Perbandingan Massa Minyak Data dan Hasil Perhitungan pada Suhu 550°C.

Dari Gambar 2, 3 dan 4 dapat dilihat bahwa data simulasi hampir mendekati data percobaan. Berikut perbandingan data massa minyak yang didapat pada percobaan di laboratorium dengan massa minyak hasil perhitungan (simulasi) dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Perbandingan Data Massa Minyak yang Didapat pada Percobaan dengan Massa Minyak Hasil Perhitungan

Suhu (°C)	Massa Minyak (Data)	Massa Minyak (Model)	Ralat (%)
450	0	0	0
	31,740	29,944	5,657
	49,770	49,282	0,980
	59,030	61,770	4,642
	69,620	69,835	0,309
	76,460	75,043	1,853
			Avg = 2,240
500	0	0	0
	50,680	49,954	1,433
	80,770	81,854	1,342
	101,710	102,225	0,506
	116,420	115,234	1,019
	123,940	123,543	0,321
	128,900	128,847	0,041
	131,580	132,235	0,498
			Avg = 0,645
550	0	0	0
	44,070	56,310	27,775
	98,870	91,165	7,793
	114,560	112,739	1,589
	126,170	126,194	0,061
	135,120	134,360	0,562
	140,650	139,476	0,834
	142,610	142,643	0,023
	143,530	144,607	0,748
	144,600	145,817	0,842
145,480	146,568	0,748	
			Avg = 3,725

Dari **Tabel 3** diketahui bahwa ralat antara data massa minyak hasil percobaan dengan massa minyak hasil perhitungan (simulasi) sebesar < 4%, sehingga dapat disimpulkan bahwa model kinetika reaksi mekanisme reaksi tunggal dianggap mampu menggambarkan mekanisme reaksi pirolisis sekam padi untuk keadaan proses dan alat pada percobaan ini.

Konstanta laju reaksi diasumsikan mengikuti Persamaan Arrhenius, yaitu:

$$k = A \cdot e^{-\frac{E}{RT}}$$

Parameter kinetika reaksi yang terlibat yaitu *pre-exponential factor* (A) dan energi aktivasi (E) diperoleh dari linearisasi Persamaan Arrhenius, yaitu:

$$\ln k = \ln A - \frac{E}{RT}$$

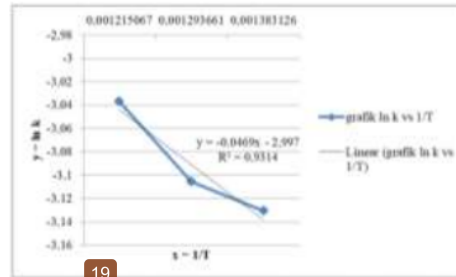
Misal

$$y = a + bx$$

Maka

$$y = \ln k ; x = \frac{1}{T} ; a = \ln A ; \text{ dan } b = -\frac{E}{RT}$$

Berdasarkan data hasil percobaan didapat **grafik** hubungan antara $\ln k$ dengan $1/T$, dapat dilihat pada **Gambar 5**.



Gambar 5. Grafik Hubungan $\ln k$ vs $1/T$

Nilai A diperoleh dari *intercept* yaitu sebesar 0,04994 menit^{-1} dan nilai E didapat dari *slope* yaitu sebesar 0,38995 kJ/mol, sehingga nilai konstanta laju reaksi (k) dapat dirumuskan

$$k = 0,04994 \cdot \exp(-0,38995/R \cdot T)$$

dengan T dalam Kelvin.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi suhu yang digunakan dalam proses pirolisis maka akan semakin besar *yield* yang dihasilkan. pada penelitian ini didapatkan suhu optimum pada 550 °C dengan *yield* sebesar 3,27% (*oil*), 26,16% (*water*), 12,55% (*gas*) dan 58,02 (*char*). Dari penelitian ini juga diketahui bahwa mekanisme reaksi tunggal dapat mewakili proses pirolisis sekam padi, nilai kinetika (k) untuk proses pirolisis sekam padi adalah $k = 0,04994 \cdot \exp(-0,38995/R \cdot T)$

DAFTAR PUSTAKA

- Biro Pusat Statistik. 2016. Produksi Padi Tahun 2015 naik 6,37%. <https://www.bps.go.id/brs/view/id/1271> diakses pada 30 Juni 2018.
- Biro Pusat Statistik. 2017. Produksi Padi 2016 Rekor Tertinggi Sepanjang Sejarah. <https://databoks.katadata.co.id/datapublish/2017/06/15/produksi-padi-2016-rekor-tertinggi-sepanjang-sejarah>. diakses pada 25 Juli 2018.
- Braga, R. M., Melo, D. M. A., Aquino, F. M., Freitas, J. C. O., Melo, M. A. F., Barros, J. M. F. & Fontes, M. S. B. 2014. Characterization and Comparative Study of Pyrolysis Kinetics of The Rice Husk and The Elephant Grass. *J Therm Anal Calorim*, 155, 1915-1920.
- Fadhillah, Farid. 2005. Sintesa Bio Crude Oil dengan Pirolisis Pelepeh Salak dalam Reaktor Fixed-

- Bed. Tesis. Yogyakarta: Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada.
- 4 Pütün, E., Uzun, B. B. & Pütün, A. E. 2006. Fixed-Bed Catalytic Pyrolysis of Cotton-Seed Cake: Effects of Pyrolysis Temperature, Natural Zeolite Content and Sweeping Gas Flow Rate. *Bioresource Technology*, 97, 701-710.
- 9 Ji-Lu, Z. 2007. Bio-Oil from Fast Pyrolysis of Rice Husk: Yields and Related Properties and Improvement of The Pyrolysis System. *Pyrolysis*, 80, 30-35.
- 3 Li, S., Xu, S., Liu, S., Yang, C. & Lu, Q. 2004. Fast Pyrolysis of Biomass In Free-Fall Reactor For Hydrogen-Rich Gas. *Fuel Processing Technology*, 2004, 1201-1211.
- Prasara, J. & Grant, T. Environmental Impacts Of Alternative Uses of Rice Husks For Thailand. Proceeding The 6th International Conference On Lca In The Agri-Food Sector, 12-14 November 2008 Zurich.
- 8 Williams, P. T. & Nugranad, N. 2000. Comparison of Products from The Pyrolysis and Catalytic Pyrolysis of Rice Husks. *Energy & Fuels*, 25, 493-513.
- 11 Yaman, S. 2004. Pyrolysis of Biomass to Produce Fuels and Chemical Feedstocks. *Energy Conversion and Management* 45, 651-671.

STUDI KINETIKA PIROLISIS SEKAM PADI UNTUK MENGHASILKAN BIOOIL SEBAGAI ENERGI ALTERNATIF

ORIGINALITY REPORT

20%

SIMILARITY INDEX

19%

INTERNET SOURCES

%

PUBLICATIONS

16%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	Submitted to Universitas Islam Indonesia Student Paper	3%
2	Submitted to Universiti Brunei Darussalam Student Paper	3%
3	oaji.net Internet Source	2%
4	Submitted to UC, Irvine Student Paper	1%
5	eprints.ulm.ac.id Internet Source	1%
6	www.scribd.com Internet Source	1%
7	Submitted to University of the Philippines Los Banos Student Paper	1%
8	vdocuments.mx Internet Source	1%

9	content.sciendo.com Internet Source	1%
10	repository.unpas.ac.id Internet Source	1%
11	orbit.dtu.dk Internet Source	1%
12	Submitted to Unika Soegijapranata Student Paper	1%
13	repository.ugm.ac.id Internet Source	1%
14	conference.unsri.ac.id Internet Source	<1%
15	jurnal.umj.ac.id Internet Source	<1%
16	eprints.undip.ac.id Internet Source	<1%
17	repository.upi.edu Internet Source	<1%
18	issuu.com Internet Source	<1%
19	Submitted to Universitas Brawijaya Student Paper	<1%
20	journal.ipb.ac.id Internet Source	

<1%

21

adoc.tips

Internet Source

<1%

Exclude quotes Off

Exclude matches Off

Exclude bibliography On