

PIROLISIS SABUT KELAPA (*Cocos nucifera L*) MENGGUNAKAN INSTRUMEN PYROLYSIS-GAS CHROMATOGRAPHY/MASS SPECTROMETRY (PY-GC/MS)

Noor Afdaliah, R.R Dirgarini Julia Nurlianti Subagyo^{*}, Veliyana Londong Allo
Program Studi S1 Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Mulawarman
Jalan Barong Tongkok No. 4 Kampus Gunung Kelua, Samarinda, Indonesia, 75123
^{*}E-mail: dirgarini@fmipa.unmul.ac.id

Diterbitkan: 30 Oktober 2022

ABSTRACT

Pyrolysis of a coconut (*Cocos nucifera L*) husk using a pyrolysis-gas chromatography-mass spectrometry (Py-GC/MS) instrument was carried out. This research was conducted to determine the chemical composition of pyrolysis of a coconut husk at temperatures of 350, 450 and 550 °C. Pyrolysis of coconut husk produced lignin derivative products by 15-32% and cellulose/hemicellulose derivative products 9-34%. The gas product produced in the co-pyrolysis of a mixture microalgae and coconut fiber is 41-50%. Pyrolysis product with the highest % area, namely *methyl alcohol, 2-butanone, phenol, benzofuran, 2,3-dihydro- dan 2-methoxy-4-vinylphenol*

Keywords: *Co-pyrolysis, Py-GC/MS dan coconut husk*

ABSTRAK

Pirolisis sabut kelapa (*Cocos nucifera L*) menggunakan instrumen *pyrolysis-gas chromatography-mass spectrometry* (Py-GC/MS) telah dilakukan. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui komposisi kimia produk pirolisis sabut kelapa pada suhu 350°C, 450°C dan 550°C. Hasil pirolisis dari sabut kelapa menghasilkan produk turunan dari lignin sebesar (15-32%), dan produk turunan selulosa/hemiselulosa (9-34%). Produk pirolisis dengan % area tertinggi yaitu *methyl alcohol, 2-butanone, phenol, benzofuran, 2,3-dihydro- dan 2-methoxy-4-vinylphenol*

Kata Kunci: *Co-pirolisis, PY-GC/MS dan Sabut kelapa*

PENDAHULUAN

Biomassa merupakan senyawa organik yang didapat dari tumbuhan/hewan, produk ataupun limbah industri dari pertanian, perkebunan, perternakan dan perikanan yang dapat diproses menjadi bioenergi berupa bahan bakar. Biomassa dapat dikonversi menjadi energi dengan proses termal, biologi dan fisika. Selanjutnya, terdapat tiga proses termal utama yang bisa digunakan dalam mengkonversi biomassa menjadi bentuk energi yaitu dengan menggunakan pembakaran, gasifikasi, dan pirolisis [1].

Pirolisis merupakan salah satu metode konversi termokimia yang banyak digunakan untuk mengubah biomassa menjadi energi. Proses pirolisis yang menggunakan lebih dari satu bahan baku utama disebut dengan co-pirolisis [2]. Keunggulan dari penggunaan teknik

co-pirolisis adalah meningkatkan rendemen minyak, menurunkan kadar oksigen pada minyak, menurunkan kadar air dan meningkatkan nilai kalor minyak [3].

Salah satu biomassa potensial untuk dikembangkan menjadi energi adalah sabut kelapa (**Gambar 1**), sabut kelapa merupakan hasil samping dari buah kelapa yang keberadaannya jarang digunakan atau hanya dijadikan limbah lalu dibakar. Sabut kelapa dapat digunakan sebagai sumber energi karena memiliki nilai kalor yaitu sebesar 16.700 kJ/kg. Selain itu sabut kelapa mengandung lignin dan selulosa yang merupakan sumber produksi biofuel dengan pirolisis [5]. Sabut kelapa mengandung 20% lignin dan mengandung 43% selulosa [4].

Pyrolysis gas chromatography - mass spectrometry (Py-GC/MS) merupakan proses

analisis dalam mengidentifikasi sampel yang memiliki titik didih tinggi dan memiliki polaritas yang tinggi serta mengandung senyawa yang bersifat non volatil yang tidak dapat diidentifikasi melalui GCMS konvensional [6]. Metode ini dapat memberikan petunjuk tentang komposisi kimia produk pirolisis yang dihasilkan hanya dengan menggunakan sampel yang sangat sedikit (<2 mg). Py-GC/MS memiliki kelebihan dibandingkan dengan GC/MS konvensional yaitu Py-GC/MS dapat mengidentifikasi senyawa yang memiliki titik didih dan polaritas yang tinggi seperti senyawa asam karboksilat, alkohol dan fenol. Selain itu, Py-GC/MS mampu memberikan deskripsi kimia secara lengkap tentang berbagai jenis komponen biomassa dan biopolymer kompleks seperti alga, karbohidrat, asam amino dan lignin. Analisis bio-oil atau biomassa dengan Py-GC/MS dapat dilakukan secara langsung tanpa preparasi khusus [7].



Gambar 1. Sabut Kelapa (sumber: dokumentasi pribadi)

Pada penelitian akan dipelajari bagaimana komposisi kimia produk pirolisis kelapa menggunakan instrumen Py-GC/MS.

METODOLOGI PENELITIAN

Alat

Adapun alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu -cup SF PY1-EC50F, wool glass multi-shot pyrolyzer (EGA/PY-3030D), GC/MS QP-2020 NX (Shimadzu, Japan), kolom MS SH-Rxi-5Sil (ukuran 30 m × 0,25 mm id (internal diameter)).

Bahan

Adapun bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu sampel sabut kelapa (*Cocos nucifera* L) yang diperoleh di salah satu perkebunan kelapa di Jalan Mas Penghulu, Samarinda Seberang Kalimantan Timur. Sabut kelapa yang diperoleh memiliki kadar air sebesar 14±0,003%, kadar abu sebesar 0,03±0,0001%, kadar lignin sebesar 36±0,03%, kadar

hemiselulosa sebesar 2% dan kadar α-selulosa sebesar 56±0,002%.

Prosedur Penelitian Pirolisis sabut Kelapa

Sekitar 500 µg sampel dianalisis dengan menggunakan alat instrumen *Pyrolysis gas chromatography - mass spectrometry* (Py-GC/MS). Sampel sabut kelapa dimasukkan ke dalam eco-cup SF PY1-EC50F dan ditutup dengan glass wool. Selanjutnya sampel dalam eco-cup dipirolisis pada suhu 350°C, 450°C dan 500°C selama 0,1 menit menggunakan multi-shot pyrolyzer (EGA/PY-3030D) dengan suhu interface 280°C. Produk yang dihasilkan dianalisis dengan GC/MS Qp-20202 NX (Shimadzu, Japan). Kolom yang digunakan adalah SH-Rxi-5Sil MS column (30 m × 0,25 mm i.d. film thickness 0.25 µm). Analisis dilakukan dengan electron impact 70 eV dengan helium sebagai carrier gas (tekanan 20,0 kPa, 15,9 mL/menit, column flow 0,61mL/menit). Profil temperatur untuk GC yaitu 50°C selama 1 menit, 50-280°C (5°C/menit) dan 280°C selama 13 menit. Hasil produk pirolisis diidentifikasi dengan membandingkan waktu retensi dan data spektrum massa—dengan NIST LIBRARY 2017.14.

HASIL DAN PEMBAHASAN

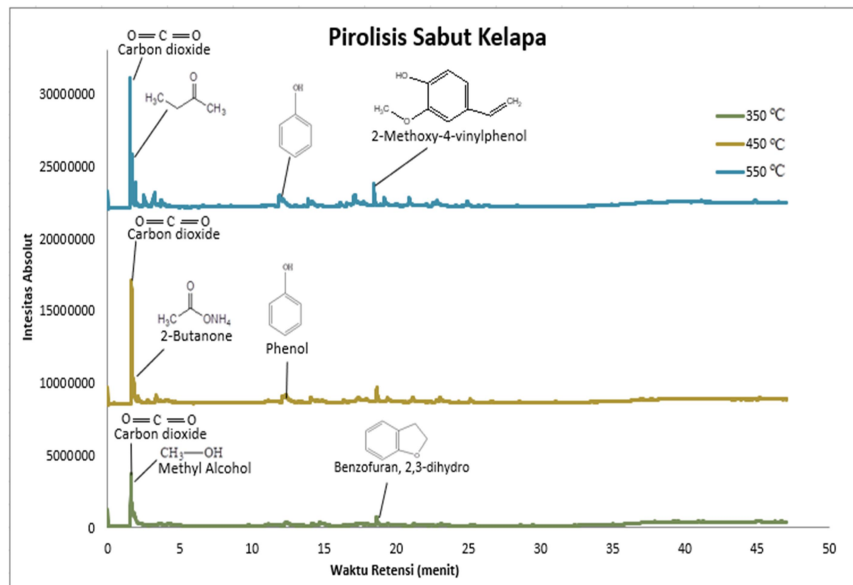
Pirolisis Sabut Kelapa

Pada proses pirolisis sabut kelapa (*Cocos nucifera* L) dengan menggunakan alat instrument Py-GC/MS dihasilkan produk berupa gas, dimana gas tersebut langsung dianalisis menggunakan GC/MS. Pirogram hasil pirolisis sabut kelapa (*Cocos nucifera* L) dengan menggunakan alat instrument *Pyrolysis Gas Chromatography - Mass Spectrometry* (Py-GC/MS) ditampilkan pada (**Gambar 2**).

Senyawa fenolik seperti phenol, p-cresol, cresol, eugenol dan trans-isoeugenol merupakan hasil degradasi dari lignin sedangkan untuk senyawa seperti furan, asam asetat dan asam karboksil merupakan hasil degradasi dari selulosa/hemiselulosa [10]. Untuk senyawa methoxyphenol berasal dari guaiacyl yang diturunkan dari koniferil alkohol [6].

Hubungan temperatur dengan komposisi lignin yaitu temperatur yang tinggi maka menghasilkan pemanasan yang lebih tinggi pula sehingga menghasilkan kadar lignin yang tinggi yang dapat memproduksi banyak minyak [13]. Molekul hemiselulosa terdegradasi pada suhu 200-350°C, dan molekul selulosa terdegradasi

pada suhu 315-400°C sedangkan untuk molekul lignin terdegradasi pada suhu 280-550°C [11].



Gambar 2. Pirogram hasil irolisis Sabut Kelapa

Dari hasil pirogram pada (**Gambar 2**) didapatkan senyawa dengan persen area tertinggi yang diklasifikasikan senyawa dominan yang

dihasilkan dari pirolisis sabut kelapa. Adapun senyawa dominan hasil pirolisis sabut kelapa ditampilkan pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Senyawa dengan Persen Area Tertinggi Hasil Pirolisis Sabut Kelapa pada Berbagai Suhu

Nama Senyawa	350°C	450°C	550°C	Keterangan	m/z
	% Area	% Area	% Area		
Carbon dioxide	22,98	39,02	25,43	Gas	44
Methyl Alcohol	20,21			Selulosa/hemiselulosa	29, 31
2-Butanone			5,32	Selulosa/hemiselulosa	29, 43
Ammonium acetate	3,12	6,07	8,97	Selulosa/hemiselulosa	43, 60
Phenol	1,13	9,33	9,51	Lignin	39, 55, 66, 94
Benzofuran, 2,3-dihydro-	1,77	1,78	4,46	Selulosa/hemiselulosa	39, 91, 120
2-Methoxy-4-vinylphenol	5,58	6,09	5,60	Lignin	77, 107, 135, 150

Pada pirogram hasil pirolisis sabut kelapa, jumlah produk yang teridentifikasi sebanyak 40 senyawa untuk variasi suhu 350°C. Produk pirolisis merupakan hasil dekomposisi termal senyawa lignin sebanyak 15,66% dan selulosa/hemiselulosa sebanyak 34,52%. Pada suhu 450°C, 37 senyawa berhasil diidentifikasi, dimana produk pirolisis merupakan hasil

degradasi termal senyawa lignin sebanyak 28,55% dan selulosa/hemiselulosa sebanyak 9,54%. Pada suhu 550°C, 38 senyawa berhasil diidentifikasi pada pirogram; produk pirolisis merupakan hasil degradasi termal senyawa lignin sebanyak 32,43% dan selulosa/hemiselulosa sebanyak 24,72%. Adapun persen area hasil

pirolisis yang dihasilkan pada pirolisis sabut kelapa disajikan pada (**Tabel 2**).

Tabel 2. Persen area produk hasil pirolisis yang diklasifikasikan berdasarkan jenis prekursor

Prekursor	% Area		
	350°C	450°C	550°C
Karbon dioksida	22,98%	39,10%	25,43%
Lignin	15,66%	28,55%	32,43%
Selulosa	34,52%	9,54%	24,72%
Lain-lain	26,84%	22,80%	17,42%

Berdasarkan data penelitian yang diperoleh, nilai persen area senyawa-senyawa turunan lignin, selulosa dan hemiselulosa secara general tidak bergantung pada temperatur pirolisis (**Tabel 2**) Hal ini disebabkan karena masing-masing senyawa memiliki nilai temperatur dekomposisi termal yang berbeda-beda.

KESIMPULAN

Produk pirolisis sabut kelapa menggunakan instrumen Py-GC-MS didominasi oleh senyawa fenol dan turunannya yang berasal dari degradasi lignin dan senyawa furan yang berasal dari degradasi selulosa. Komposisi kimia produk co-pirolisis mikroalga *B.braunii* dan sabut kelapa menggunakan instrumen Py-GC/MS adalah produk yang berasal dari dekomposisi termal lignin sebesar (15,66-32,43%) dan selulosa/hemiselulosa sebesar (9,54-34,52%).

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi melalui hibah World Class Research (*Contract number* 585/UN17.L1/PG/2021) untuk pelaksanaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Bridgwater, A. V. (2003). Renewable fuels and chemicals by thermal processing of biomass. *Chemical engineering journal*, 91(2-3), 87-102.
- [2] Fikri, M., Prakasa, B., Rachioemollah, H.M., & Zulaikah, Siti. (2013). CO-Pirolisis Batubara Kualitas Renda (Low Rank) dan Tndan Kosong Kelapa Sawit. *Jurnal Teknik POMIT*. ISSN:2337-3539.
- [3] Abnisa, F. (2015). Kajian pirolisis limbah padat kelapa sawit dan kopirolisis cangkang sawit demham limbah plastik dan ban. (Disertasi Doktor, University of Malaya).
- [4] Lokantara, I.P, *et al.* (2018). Studi Laju Konversi Bahan Bakar Sabut Kelapa Pada Gasifikasi Dual Reaktor Fluidized Bed. *Jurnal Ilmiah TEKNIK DESAIN MEKANIKA* Vol. 7 No. 4, Oktober 2018 (325 –329)
- [5] Alit, I. B., Susana, I. G. B., & Mara, I. M. (2021). Thermal characteristics of the dryer with rice husk double furnace-heat exchanger for smallholder scale drying. *Case Studies in Thermal Engineering*, 28, 101565
- [6] Subagyono, R. D. J., Qi, Y., Jackson, W. R., & Chaffee, A. L. (2016). Pyrolysis-GC/MS analysis of biomass and the bio-oils produced from CO/H₂O reactions. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, 120, 154-164.
- [7] Subagyono, R. D. J., Qi, Y., Chaffee, A. L., Amirta, R., & Marshall, M. (2021). Pyrolysis-GC/MS Analysis of Fast Growing Wood Macaranga Species. *Indonesian Journal of Science and Technology*, 6(1), 141-158.
- [8] Masdalifa, W., Subagyono, R. D. J. N., Allo, V. L., & Nugroho, R. A. (2021, October). Co-pirolisis mikroalga hijau (*Botryococcus braunii*) dan Victorian brown coal dengan variasi laju pemanasan menggunakan thermogravimetric analyser. In *PROSIDING SEMINAR KIMIA* (pp. 180-186).
- [9] Aprian, Ramadhan P. & Munawar, Ali. (2012). Pengolahan Sampah Plastik Menjadi Minyak Menggunakan Proses Pirolisis. *Envirotek: Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*, 4(1), 44-53.
- [10] Kadir, S., Darmadji, P., Hidayat, C., & Supriyadi, S. (2010). Fraksinasi dan identifikasi senyawa volatil pada asap cair tempurung kelapa hibrida. *Agritech*, 30(2).

- [11] Haji, A. G. (2010). Kajian Mutu Arang Hasil Pirolisis Cangkang Kelapa Sawit. *Jurnal Purifikasi*, 11(1), 77-86.
- [12] Aminah, S., Subagyono, R. D. J. N., Allo, V. L., & Nugroho, R. A. (2021, October). Pirolisis mikroalga *Botryococcus braunii* dengan variasi laju pemanasan menggunakan *thermogravimetric analyser*. In *PROSIDING SEMINAR KIMIA* (pp. 154-158).
- [13] Imam, T., & Capareda, S. (2012). Characterization of bio-oil, syn-gas and bio-char from switchgrass pyrolysis at various temperatures. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, 93, 170-177.
- [14] Saputro, B. R., Kusdiyantini, E., & Kusumaningrum, H. P. (2015). Pertumbuhan Mikroalga *Botryococcus braunii* Sebagai Penghasil Lipid Pada Medium Campuran Antara Air Kelapa Dan Air Laut. *Jurnal Akademika Biologi*, 4(4), 20-27.