

STUDI PIROLISIS MIKROALGA *Spirulina platensis* TERHADAP KONSENTRASI PRODUK TURUNAN PROTEIN

STUDY OF GREEN MICROALGAE *Spirulina platensis* PYROLYSIS ON THE CONCENTRATION OF PROTEIN DERIVATIVE PRODUCTS

Ade Putri Wahyuni, RR Dirgarini Julia Nurlianti Subagyono*, Rahmat Gunawan
Laboratorium Kimia Fisik, Jurusan Kimia, FMIPA, Universitas Mulawarman, Samarinda, Indonesia
*Corresponding author's email: dirgarini@fmipa.unmul.ac.id

Diterbitkan: 31 Oktober 2024

ABSTRACT

Pyrolysis study of microalgae *Spirulina platensis* using Pyrolysis-Gas Chromatography-Mass Spectrometry (Py-GC/MS) instrument has been conducted. Based on the percent area value of pyrolysis products identified on the pyrogram, the concentration of *Spirulina platensis* pyrolysis products resulting from thermal decomposition of protein was 6.27%.

Keywords: Pyrolysis, *Spirulina platensis*, Py-GC/MS.

PENDAHULUAN

Mikroalga adalah sumber biomassa yang kaya akan berbagai komponen penting seperti karbohidrat, protein, asam lemak, dan lain sebagainya. Keanekaragaman komposisi kimia inilah yang membuat mikroalga menjadi bahan baku yang menarik untuk berbagai aplikasi industri. Salah satunya sebagai bahan baku proses pirolisis yang menghasilkan produk-produk bioenergi seperti *bio-oil*. Potensi ini membuat pengembangan teknologi berbasis mikroalga semakin menarik dalam upaya memanfaatkan sumber daya alam secara berkelanjutan dan efisien [1]. Adapun salah satu mikroalga yang sering dimanfaatkan yaitu *Spirulina platensis*. *Spirulina platensis* memiliki kandungan protein yang sangat tinggi, sehingga mikroalga juga dikenal sebagai *single cell protein* (SCP), selain itu juga sebagai sumber hidrokarbon pada *bio-oil*. *Bio-oil* yang berasal dari mikroalga ini kualitasnya lebih baik dibandingkan dengan biomassa lainnya [2].

Biomassa adalah materi organik, seperti tumbuhan, hewan, produk turunannya, serta beragam limbah seperti limbah kayu, pertanian, perkebunan, hasil hutan, komponen organik dari industri, dan limbah rumah tangga. Keunikan biomassa terletak pada kemampuannya untuk diperbarui secara berkelanjutan dalam jangka panjang serta dampaknya yang lebih ramah lingkungan. Salah satu teknik yang umum digunakan dalam mengkonversi biomassa secara termokimia adalah pirolisis [3].

Pirolisis adalah proses penguraian zat pada suhu tinggi tanpa oksigen. Bahan baku yang digunakan dalam proses pirolisis dapat berupa tumbuhan alami (biomassa) atau polimer. Dalam proses ini, biomassa mengalami pemutusan ikatan, membentuk molekul-molekul yang lebih kecil dan berstruktur. Secara umum, pirolisis biomassa menghasilkan tiga jenis produk: padatan (*charcoal*/arang), gas (*fuel gas*) dan cairan (*bio-oil*) [4].

Pada studi ini, pirolisis mikroalga *Spirulina platensis* dilakukan dengan menggunakan instrumen *Pyrolysis-Gas Chromatography Mass Spectrometry* (Py-GC/MS). Perangkat ini berhasil mengatasi kelemahan analisis GC-MS tradisional. Instrumen tersebut sangat cocok untuk pengujian biomassa karena memiliki sejumlah keunggulan, termasuk sensitivitas yang tinggi, analisis cepat tanpa perlakuan awal, membutuhkan jumlah sampel yang relatif kecil, dan ramah lingkungan. [5]. Dalam penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Putri [6], pirolisis mikroalga *Botryococcus braunii* menggunakan instrumen *Pyrolysis-Gas Chromatography Mass Spectrometry* (Py-GC/MS). Hasil penelitian tersebut mengungkap bahwa komposisi kimia produk pirolisis mikroalga terdiri dari senyawa-senyawa yang merupakan hasil dekomposisi termal lipid, protein, karbohidrat, dan klorofil.

This is an open-access article under the [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.



Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pirolisis mikroalga *Spirulina platensis* dengan menggunakan instrumen Py-GC/MS dengan fokus penelitian pada analisis komposisi kimia produk dekomposisi termal protein.

METODOLOGI PENELITIAN

Alat dan bahan yang digunakan yaitu seperangkat alat gelas, neraca analitik, Eco-cup SF PY1-EC50F, glass wool, multi-shot pyrolyzer (EGA/PY-3030D), GC/MS QP-2020 NX (Shidmadzu, Japan), kolom MS SH-Rxi-5Sil (ukuran 30 m × 0,25 mm), serbuk *Spirulina platensis*, aluminium foil, dan gas helium (He). Serbuk *Spirulina platensis* diperoleh dari Fuqing King Dnarmsa Spirulina Co. Ltd, Provinsi Fujian, P.R.Cina.

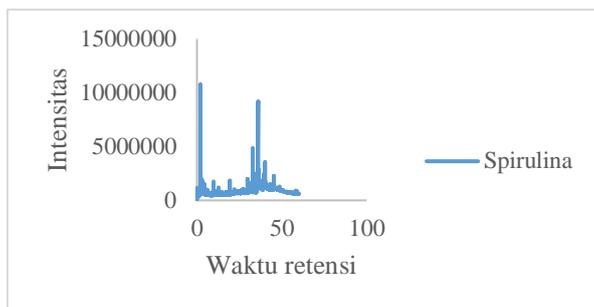
Tahapan pertama yaitu uji kadar air dan kadar abu sampel serbuk *Spirulina platensis* yang dilakukan di laboratorium pengujian UPTD Balai Pengujian Dan Sertifikasi Mutu Barang (BPSMB) Prov. Kaltim.

Tahapan kedua yaitu pirolisis mikroalga. Sampel serbuk *Spirulina platensis* ditimbang sebanyak 0,5 mg lalu dimasukkan kedalam *eco-cup* SF PY1-EC50F dan ditutup dengan *glass wool*. Sampel dipirolisis pada suhu 450°C selama 0,1 menit menggunakan multi-shot *pyrolyzer* (EGA/PY-3030D) dengan suhu *interface* 280°C yang terhubung dengan sistem GC/MS QP-2020 NX (Shidmadzu, Japan). Kolom yang digunakan adalah MS SH-Rxi-5Sil dengan ukuran 30 m × 0,25 mm, menggunakan *electron impact* sebesar 70 eV. Gas yang digunakan yaitu gas helium, gas tersebut digunakan sebagai gas pembawa yang memiliki tekanan sistem sebesar 20 kPa (15,9 mL/min, laju alir kolom sebesar 0,61 mL/min). Suhu awal yang digunakan pada sistem yaitu 50°C selama 10 menit, lalu suhu ditingkatkan sampai dengan 280°C (5°C/min) dalam waktu 13 menit. Kemudian hasil produk pirolisis dianalisis melalui identifikasi dengan membandingkan data waktu retensi dan massa spektrum dari NIST Library 2017. Nilai similarity indeks (SI) untuk menentukan senyawa yang terdeteksi pada pirogram adalah >80%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

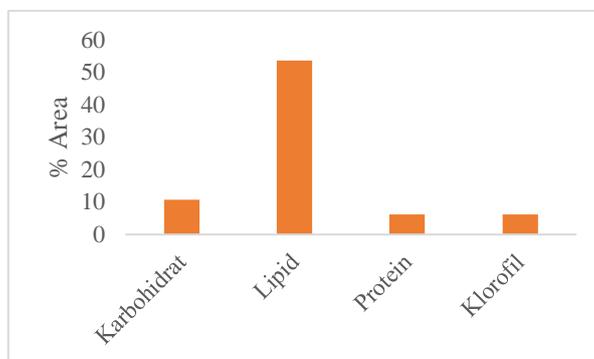
Karakterisasi mikroalga hijau (*Spirulina platensis*) merupakan tahap awal dalam penelitian untuk memperoleh informasi tentang sifat-sifat tanaman tersebut [7]. Karakterisasi mikroalga hijau *Spirulina platensis* dalam penelitian ini meliputi analisis kadar air dan kadar abu yang merupakan informasi pendukung terkait proses pirolisis. Kadar air mikroalga hijau *Spirulina platensis* diperoleh sebesar 8,34%. Kandungan air dalam sampel sesuai dengan standar SNI 8468-2018 untuk *Spirulina platensis* kering, yang mensyaratkan kadar air maksimal sebesar 10%. Kadar air dalam sampel merupakan faktor penting yang memengaruhi jumlah, kualitas, dan homogenitas bio-oil yang dihasilkan. Proses pengeringan dan penyimpanan sampel memiliki dampak signifikan terhadap tingkat kandungan air dalam sampel. Jika kadar air dalam sampel rendah, dapat meningkatkan produksi bio-oil serta senyawa-senyawa penting seperti fenol selama proses pirolisis. [8]. Kadar abu mikroalga hijau *Spirulina platensis* diperoleh sebesar 7,18%. Kadar abu dalam sampel sesuai dengan standar FAO (2008) untuk kadar abu *Spirulina platensis*, yang memiliki rentang antara 3-11%. Kadar abu mencerminkan jumlah mineral dalam sampel biomassa. Mineral sendiri mencakup zat anorganik dan organik dalam bahan tersebut. Biomassa yang berkualitas baik, berdasarkan sifat proksimatnya yaitu memiliki kadar abu yang rendah. [9].

Pirolisis dilakukan pada sampel mikroalga hijau (*Spirulina platensis*) menggunakan instrumen *Pyrolysis-Gas Chromatography-Mass Spectrometry* (Py-GC/MS). Hasil pemisahan menggunakan kromatografi gas menghasilkan pirolisis-kromatogram (pirogram), sementara hasil pemeriksaan menggunakan spektrometri massa menampilkan pola fragmentasi masing-masing senyawa. Pada pirogram, sumbu X menunjukkan waktu retensi, sementara sumbu Y menggambarkan intensitas relatif. Hasil pirolisis mikroalga hijau (*Spirulina platensis*) dapat dilihat pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Pirogram Hasil Pirolisis *Spirulina platensis*

Pirogram hasil pirolisis *Spirulina platensis* menggambarkan pola puncak-puncak senyawa yang timbul dari dekomposisi termal karbohidrat, lipid, protein, dan klorofil. Hasil komposisi produk pirolisis *Spirulina platensis* berdasarkan penggolongan prekursor dapat dilihat pada **Gambar 2**. Setelah itu, analisis komposisi produk pirolisis *Spirulina platensis* dilakukan dengan mengelompokkan prekursor dan menghitung persentase luas area dari senyawa-senyawa produk pirolisis yang diperoleh.



Gambar 2. Histogram Senyawa Produk Pirolisis *Spirulina platensis*

Berdasarkan gambar di atas, diperoleh hasil produk turunan dekomposisi karbohidrat sebesar 10,7%, produk turunan dekomposisi termal lipid sebesar 53,75%, produk turunan dekomposisi termal protein sebesar 6,27%, dan produk turunan dekomposisi termal klorofil sebesar 6,2%.

Senyawa seperti pyrrole, dan alkil nitril merupakan hasil dekomposisi termal dari protein [10]. Senyawa turunan protein yang berhasil diobservasi pada pirogram adalah pyrrole dengan % area 0,36; toluene dengan % area 1,6; benzyl nitrile dengan % area 0,16; indole dengan % area 1,6; indole, 3-methyl dengan % area 0,34; 2H-Pyran-2-one, tetrahydro-6-nonyl dengan % area 0,26; palmitoyl chloride dengan % area 1,95.

Produk turunan dekomposisi termal protein meliputi pyrrole merupakan gugus tetrapirrol dari protein yang termasuk dalam senyawa nitrogen aromatik [10]. Alkil nitril terbentuk disebabkan adanya reaksi antara asam karboksilat dengan amonia atau produk degradasi dari protein (tidak dielus dari kolom GC) untuk memperoleh alkil tengah, beberapa senyawa tersebut kemudian bereaksi membentuk alkil nitril dengan metabolit yang tersisa sebagai produk kecil [11]. Adapun senyawa indole merupakan produk turunan dekomposisi termal pirolisis rantai samping beberapa asam amino [12].

KESIMPULAN

Pirolisis mikroalga *Spirulina platensis* dengan menggunakan instrumen Py-GC/MS menghasilkan produk turunan dekomposisi termal protein seperti pyrrole, toluene, benzyl nitrile, indole, indole, 3-methyl, 2H-Pyran-2-one, tetrahydro-6-nonyl, dan palmitoyl chloride dengan total %area sebesar 6,27%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan terima kasih kepada Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi

Republik Indonesia atas bantuan dana dalam pelaksanaan penelitian penulis melalui hibah *World Class Profesor* (nomor kontrak: 031/E5/PG/02.00.PL/2023).

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Handayani, N. A., & Ariyanti, D. (2012). Potensi Mikroalga Sebagai Sumber Biomassa dan Pengembangan Produk Turunannya. *Teknik*, 33(2), 58–65.
- [2] Anam, C., Agustini, T., and Romadhon. (2014). Pengaruh Pelarut yang berbeda Pada Ekstraksi *Spirulina platensis* Serbuk Sebagai Antioksidan dengan Metode Soxhletasi. *Jurnal Pengolahan Dan Bioteknologi*, 3, 106–12.
- [3] Ridhuan, K., Irawan, D. and Inthifawzi, R. (2019). Pyrolysis Combustion Process with Biomass Type and Characteristics of The Liquid Smoke Produced. *Turbo*, 8, 69–78.
- [4] Febriyanti, F., Fadila, N., Susandy, A., Yazid Bindar, S., Irawan, A., Sanjaya, A.S. et al. (2019). Pemanfaatan Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit Menjadi Bio-Char, Bio-Oil Dan Gas Dengan Metode Pirolisis Utilization of Empty Fruit Bunches Waste Into Bio-Char, Bio-Oil and Gases With Pyrolysis Method. *Jurnal Chemurgy*, 03, 12–7.
- [5] Ismayati, M., Pramasari, D.A., Dwianto, W., Adi, D.S., Muliawati, N.T., Damayanti, R. et al. (2023) A Study of Chemical Constituents in Platinum Fast-Grown Teak Wood (*Tectona grandis*) with Age Differences Using Py-GCMS Coupled with Interdependence Multivariate Analysis. *HAYATI Journal of Biosciences*, 30, 380–91.
- [6] Putri, Sri Astika. (2022). *Studi Co-Pirolisis Mikroalga Hijau (Botryococcus braunii) Dan Serbuk Kayu Ulin (Eusideroxylon zwageri) Dengan Instrumen Pyrolysis-Gas Chromatography-Mass Spectrometry (Py-GC/MS)*. (Skripsi Sarjana, Universitas Mulawarman).
- [7] Ezward, C., Suliansyah, I., Rozen, N. and Dwipa, I. (2020). Identifikasi Karakter Vegetatif Beberapa Genotipe Padi Lokal Kabupaten Kuantan Singingi. *Menara Ilmu*, XIV, 12–22.
- [8] Novita, S.A., Santosa, S., Nofaldi, N., Andasuryani, A. and Fudholi, A. (2021). Artikel Review: Parameter Operasional Pirolisis Biomassa. *Agroteknika*, 4, 53–67.
- [9] Nawawi, D.S., Carolina, A., Saskia, T., Darmawan, D., Gusvina, S.L., Wistara, N.J. et al. (2018). Karakteristik kimia biomassa untuk energi. *Ilmu Teknologi Kayu Tropis*, 16, 45–51.
- [10] Subagyono, R.R.D.J.N., Putri, S.A., Manawan, M., Mollah, M., Nugroho, R.A. and Gunawan, R. (2023). Catalytic Pyrolysis of the Green Microalgae *Botryococcus braunii* over Ni/SBA-15 Prepared by the Ultrasonic-Assisted Sol-Gel Method. *ACS Omega*, 8, 8582–95.
- [11] Subagyono, R.R.D.J.N., Marshall, M., Jackson, W.R., Auxilio, A.R., Fei, Y. and Chaffee, A.L. (2020) Upgrading Microalgal Biocrude Using NiMo/Al-SBA-15 as a Catalyst. *Energy and Fuels*, 34, 4618–31.
- [12] Subagyono, R.R.D.J.N., Qi, Y., Jackson, W.R. and 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, Elsevier B.V*, 120, 154–64