

## STUDI PIROLISIS MIKROALGA HIJAU (*Spirulina platensis*) TERHADAP KONSENTRASI PRODUK TURUNAN LIPID

### STUDY ON PYROLYSIS OF GREEN MICROALGAE (*Spirulina platensis*) TO THE CONCENTRATION OF LIPID DERIVATIVE PRODUCTS

Nabilah Sinar Sahirah, 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](mailto:dirgarini@fmipa.unmul.ac.id)

Diterbitkan: 31 Oktober 2024

#### ABSTRACT

Pyrolysis study of *Spirulina platensis* using Pyrolysis-Gas Chromatography-Mass Spectrometry (Py-GC/MS) instrument has been conducted. In the pyrolysis products identified on the pyrogram, the chemical composition of lipid-derived products was 55.70%. These lipid-derived compounds are hexadecanoic acid (31.05%), oleic acid (6.06%), and octadecanoic acid (3.68%).

**Keywords:** *Spirulina platensis*, pyrolysis, Py/GC-MS

#### PENDAHULUAN

Mikroalga merupakan salah satu contoh biomassa yang dapat dimanfaatkan dalam proses pirolisis. Pemilihan *Spirulina platensis* sebagai objek penelitian ini disebabkan oleh beberapa faktor. *Spirulina platensis* memiliki kualitas yang unggul dalam produktivitasnya, menghasilkan *yield* yang tinggi, dan secara khusus mengandung pigmen hijau (*phycocyanin*)  $\pm$  20% dari beratnya [1]. Mikroalga secara umum dikenal sebagai mikroorganisme yang menghasilkan minyak atau *bio-oil* dengan kandungan lipid mencapai sekitar 30% yang menjadikannya sebagai sumber yang cukup potensial. Lebih jauh, produksi minyak dari mikroalga seperti *Spirulina platensis* bisa mencapai hingga 200 kali lebih banyak dibandingkan dengan sumber nabati lainnya, menunjukkan potensinya yang signifikan untuk digunakan sebagai biomassa dalam proses pirolisis [2].

Biomassa adalah materi organik yang dihasilkan dari hewan atau tumbuhan selama proses fotosintesis, baik sebagai produk maupun limbah. Contoh biomassa adalah tumbuhan, pohon, rumput, ubi jalar, limbah pertanian, limbah hutan, feses dan kotoran hewan. Selain digunakan dalam berbagai aplikasi seperti pangan, pakan, minyak nabati, bahan bangunan, dan lain sebagainya, biomassa juga dimanfaatkan sebagai sumber energi [3]. Pengolahan biomassa menjadi energi dapat dilakukan melalui berbagai metode, salah satunya adalah konversi termokimia yang memerlukan energi cukup besar. Salah satu metode termokimia yang umum digunakan adalah pirolisis [2].

Pirolisis adalah sebuah proses dimana suatu bahan terurai pada suhu tinggi dan tanpa adanya O<sub>2</sub>. Produk pirolisis biasanya terdiri dari tiga produk, yakni gas (H<sub>2</sub>, CO, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O dan CH<sub>4</sub>), tar (*pyrolytic oil*), dan arang. Pada proses pirolisis ini dapat dilakukan menggunakan bahan biomassa atau polimer, di mana biomassa serta polimer mengalami pemutusan ikatan yang akan membentuk molekul-molekul dengan struktur yang sederhana [4]. Pirolisis mikroalga hijau *Spirulina platensis* dilakukan dengan menggunakan alat instrumen *Pyrolysis-Gas Chromatography Mass Spectrometry* (Py/GC-MS). Kelebihan dari metode ini yaitu analisisnya cepat dan murah serta memerlukan sampel dalam jumlah yang sedikit dalam analisisnya. Selain itu, py-GC/MS juga menghasilkan gambaran rinci tentang komposisi kimia dari berbagai jenis biomassa dan biopolimer kompleks seperti alga, minyak yang berasal dari alga, karbohidrat dalam alga dan asam amino [5]. Pada penelitian yang dilakukan oleh (Paula, 2022), pirolisis mikroalga hijau (*Spirulina platensis*) menggunakan py/GC-MS, menunjukkan bahwa komposisi kimia produk pirolisis merupakan senyawa-senyawa hasil dekomposisi termal lipid, protein, karbohidrat serta klorofil [5] dan [6].

Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mempelajari pirolisis mikroalga hijau (*Spirulina platensis*) dengan menggunakan Pyrolysis-Gas

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



Chromatography-Mass Spectrometry (Py-GC/MS) yang difokuskan pada komposisi kimia produk turunan lipid.

## 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.

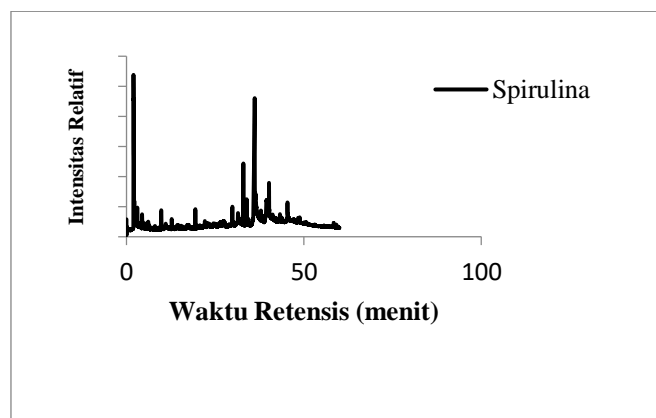
Analisis kadar air dan kadar abu sampel serbuk *Spirulina platensis* yang dilakukan di laboratorium pengujian UPTD Balai Pengujian Dan Sertifikasi Mutu Barang (BPSMB) Prov. Kaltim.

Pirolisis sampel serbuk *Spirulina platensis* dilakukan 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*) adalah langkah awal penting dalam memahami karakteristik spesifik mikroalga hijau (*Spirulina platensis*). Dalam penelitian ini, karakterisasi yang dilakukan adalah analisis kadar air dan abu. Hasil karakterisasi menunjukkan bahwa *Spirulina platensis* memiliki kadar air sebesar 8,34% yang sesuai dengan standar SNI 8468-2018 untuk *Spirulina platensis* kering, dimana kadar air maksimalnya adalah 10%. Kadar air yang terlalu tinggi pada biomassa akan mengurangi *yield* bio-oil produk yang dihasilkan [7]. Kemudian mikroalga *Spirulina platensis* memiliki kadar abu sebesar 7,18%. Nilai kadar abu mengindikasikan jumlah mineral yang terkandung dalam sampel yang tergantung pada jenis bahan dan metode pengabuannya [8]. Semakin tinggi kandungan abu pada biomassa maka dapat meningkatkan produksi gas dan menurunkan hasil bio-oil [9]

Pada penelitian ini, pirolisis dilakukan menggunakan teknik *Pyrolysis-Gas Chromatography Mass Spectrometry* (Py/GC-MS). Hasil analisis dari sistem GC akan menghasilkan pirogram, yang merupakan kromatogram pirolisis, dengan sumbu X menunjukkan waktu retensi dan sumbu Y menunjukkan intensitas absolut dari puncak-puncak yang muncul. Di sisi lain, hasil analisis dari sistem MS akan ditampilkan dalam bentuk puncak yang mempresentasikan fragmentasi senyawa yang teridentifikasi dari sistem GC. Hasil pirolisis mikroalga *Spirulina platensis* dapat dilihat pada **Gambar 1**.



**Gambar 1.** Pirogram Hasil Pirolisis *Spirulina platensis*

Berdasarkan hasil pirolisis di atas, dapat diamati bahwa terdapat puncak-puncak yang mempresentasikan senyawa hasil dekomposisi termal dari berbagai komponen utama mikroalga *Spirulina platensis*, seperti karbohidrat, lipid, protein dan klorofil. Golongan senyawa seperti asam lemak bebas, amida dan alkana merupakan hasil dari dekomposisi termal lipid.

Senyawa turunan dekomposisi termal lipid pada mikroalga *Spirulina platensis* yang dihasilkan adalah asam lemak bebas dengan % area 42,8%, amida sebesar 3,31%, alkana sebesar 4,8%. Dalam hal ini, senyawa turunan dekomposisi lipid yang teridentifikasi yaitu asam heksadekanoat dengan %area tertinggi sebesar 31,05%; asam oleat sebesar 6,06%, dan asam oktadekanoat sebesar 3,68%.

Analisis komposisi produk pirolisis *Spirulina platensis* dikelompokkan berdasarkan prekursor yang kemudian dihitung persen area senyawa produk yang dihasilkan. Berdasarkan hasil pengelompokan, diperoleh produk turunan dekomposisi termal karbohidrat sebesar 10,70%; protein 4,32%; lipid 55,70%; dan klorofil 6,20%. Sehingga dapat diketahui bahwa *Spirulina platensis* memiliki produk turunan lipid dengan % area yang tinggi dibandingkan produk turunan karbohidrat, protein dan klorofil.

## KESIMPULAN

Produk pirolisis mikroalga *Spirulina platensis* yang merupakan turunan lipid memiliki konsentrasi terbesar jika dibandingkan dengan produk turunan senyawa penyusun mikroalga lainnya, yaitu sebesar 55,70%.

## 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 Professor* (nomor kontrak: 031/E5/PG/02.00.PL/2023).

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Widawati, D., Santosa, G.W. and Yudiati, E. (2022) Pengaruh Pertumbuhan *Spirulina platensis* terhadap Kandungan Pigmen beda Salinitas. *Journal of Marine Research*, **11**, 61–70. <https://doi.org/10.14710/jmr.v11i1.30096>
- [2] Jamilatun, S., Mahardhika, R., Nurshinta, I.E. and Sithopyta, L.M. (2021) In-Situ Catalytic Pyrolysis of *Spirulina platensis* residue (SPR): Effect of Temperature and Amount of C12-4 Catalyst on Product Yield. *Jurnal Rekayasa Proses*, **15**, 14. <https://doi.org/10.22146/jrekpros.60477>
- [3] Parinduri, L. and Parinduri, T. (2020) Konversi Biomassa Sebagai Sumber Energi Terbarukan. *Journal of Electrical Technology*, **5**, 88–92.
- [4] Riandis, J.A., Setyawati, A.R. and Sanjaya, A.S. (2021) Pengolahan Sampah Plastik dengan Metode Pirolisis menjadi Bahan Bakar Minyak (Plastic Waste Processing using Pyrolysis Method into Fuel Oil). *Jurnal Chemurgy*, **05**, 8–14.
- [5] Dirgarini, R.R., Subagyono, J.N., Qi, Y., Chaffee, A.L., Amirta, R. and Marshall, M. (2021) Jurnal Sains & Teknologi Indonesia Analisis Pirolisis-Gc / Ms Kayu Cepat Tumbuh Spesies Macaranga. **6**, 141–58.
- [6] Paula, S.F.A., Chagas, B.M.E., Pereira, M., Rangel, A.H.N., Sassi, C.F.C., Borba, L.H.F. et al. (2022) Pyrolysis-GCMS of *Spirulina platensis*: Evaluation of biomasses cultivated under autotrophic and mixotrophic conditions. *PLoS ONE*, **17**, 1–19. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0276317>
- [7] Seri Maulina and Feni Sari Putri. (2017) Pengaruh Suhu, Waktu, Dan Kadar Air Bahan Baku Terhadap Pirolisis Serbuk Pelepah Kelapa Sawit. *Jurnal Teknik Kimia USU*, **6**, 35–40. <https://doi.org/10.32734/jtk.v6i2.1581>
- [8] Lubis, A.F. and Lubis, A.R. (2023) Makromolekul dari Mikroalga *Spirulina platensis*. *Journal of Fisheries and Marine Applied Science*, **1**, 89–97. <https://doi.org/10.58184/jfmas.v1i2.153>
- [9] Yildiz, G., Ronsse, F., Venderbosch, R., Duren, R. van, Kersten, S.R.A. and Prins, W. (2015) Effect of biomass ash in catalytic fast pyrolysis of pine wood. *Applied Catalysis B: Environmental*, Elsevier B.V. **168–169**, 203–11. <https://doi.org/10.1016/j.apcatb.2014.12.044>