

STUDI PIROLISIS MIKROALGA (*Spirulina platensis*) TERHADAP KONSENTRASI PRODUK TURUNAN KARBOHIDRAT

STUDY ON PYROLYSIS OF MICROALGAE (*Spirulina platensis*) TO THE CONCENTRATION OF CARBOHYDRATE DERIVATIVE PRODUCTS

Assyfa Machmudah Qosim, 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. In the pyrolysis product of microalgae *Spirulina platensis*, the chemical composition of carbohydrate-derived products was 10.70%. The carbohydrate-derived product compounds produced were 2-methyl-propanal, phenol, and 1-hydroxy-2-propanone.

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

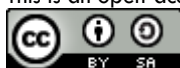
PENDAHULUAN

Mikroalga adalah kelompok tumbuhan berukuran renik yang termasuk dalam kelas alga, dengan diameter antara 3-30 μm . Mereka dapat berupa sel tunggal atau koloni dan hidup di berbagai perairan tawar dan laut di seluruh dunia. Salah satu jenis mikroalga yang dimanfaatkan dalam proses pirolisis adalah *Spirulina platensis*. Mikroorganisme autotrof ini tumbuh melalui fotosintesis, menggunakan struktur sel tunggalnya untuk mengubah energi matahari menjadi energi kimia. Berwarna hijau kebiruan, *Spirulina* memiliki filamen biru-hijau non-heterocystous yang terdiri dari sel-sel vegetatif yang membelah biner dalam satu bidang dengan dinding melintang yang jelas. Filamen ini bersifat soliter, mengapung bebas, dan dapat bergerak meluncur. Trikoma pada *Spirulina*, dilapisi oleh selubung tipis, menunjukkan penyempitan pada dinding melintang, dengan ujung yang hampir tidak terlihat. Pada kondisi tertentu suhu dan tekanan, filamen heliksnya dapat berubah bentuk menjadi tidak teratur atau bahkan linier, yang dianggap sebagai degenerasi permanen yang tak dapat dikembalikan. [1]. *Spirulina platensis* memiliki kandungan protein sekitar 63-68%, karbohidrat 18-20%, dan lemak 2-3%. Dengan kandungan protein yang tinggi ini, *Spirulina platensis* menjadi sumber protein yang potensial bagi makhluk hidup [2]

Salah satu metode pengolahan biomassa ialah pirolisis. Pirolisis merupakan suatu metode degradasi termal bahan polimer, seperti plastik, dan material organik, seperti biomassa, dengan memanaskan tanpa adanya oksigen. Hasil dari proses pirolisis ini dapat dimanfaatkan dalam berbagai hal, termasuk konversi energi terbarukan, produksi bahan kimia, dan sumber energi lainnya. Selama proses pirolisis, bahan organik dapat berubah menjadi arang, biofuel, dan gas melalui dekomposisi yang terjadi pada suhu dan tekanan tinggi [3].

Pada penelitian ini pirolisis mikroalga *Spirulina platensis* dilakukan menggunakan instrumen Py-GC/MS. *Pyrolysis-Gas Chromatography-Mass Spectrometry* (Py-GC/MS) adalah instrumen penting dalam menganalisis dan mengkarakterisasi bahan kimia dalam sampel organik. Py-GC/MS merupakan sebuah teknik analisis yang digunakan untuk mengeksplorasi sampel yang mengandung zat-zat non-volatil atau memiliki titik didih tinggi serta senyawa dengan polaritas tinggi yang tidak bisa dianalisis menggunakan metode GC-MS konvensional. Proses analisis pada Py-GC/MS membutuhkan sampel padat dengan berat sekitar 0,3-0,5 mg. Kelebihan dari metode ini yaitu analisisnya cepat dan murah serta memerlukan sampel dalam jumlah yang sedikit dalam analisisnya [4].

Py-GC/MS adalah metode penting dalam karakterisasi biomassa karena tidak hanya mengungkapkan informasi tentang komposisi



makromolekul komponen kompleks, tetapi juga mengidentifikasi karakteristik produk pirolisis yang mudah menguap. Beberapa aspek Py-GC/MS sebagai alat kuantitatif telah diperdebatkan. Selain itu, Py-GC/MS terbukti menjadi metode analisis yang handal dalam mengevaluasi karakteristik biomassa. Karakteristik biomassa dapat ditentukan melalui analisis komposisi produk degradasi termal lignin dengan Py-GC/MS menggunakan berbagai sampel biomassa yang berbeda [5].

Fokus penelitian ini adalah studi komposisi kimia produk turunan karbohidrat dari pirolisis mikroalga *Spirulina platensis*. Banyaknya produk turunan karbohidrat diindikasikan dengan persen area produk yang dihasilkan dari analisis Py-GC/MS.

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.

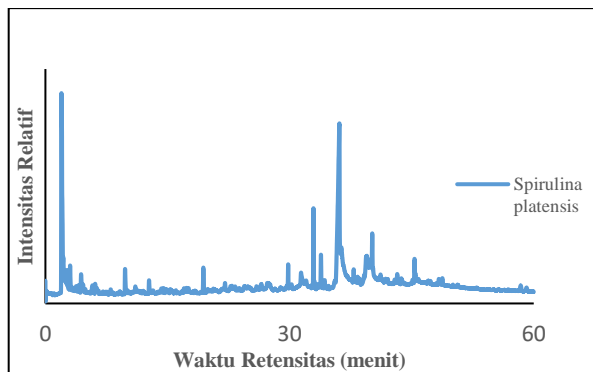
Kadar air dan kadar abu sampel serbuk *Spirulina platensis* dianalisis di laboratorium pengujian UPTD Balai Pengujian Dan Sertifikasi Mutu Barang (BPSMB) Prov. Kaltim.

Untuk eksperimen pirolisis, sebanyak 0,3 - 0,5 mg sampel *Spirulina platensis* dimasukkan ke dalam *Eco-cup* SF PY1-EC50F lalu ditutup dengan *wool glass*. Sampel di dalam *Eco-cup* dipirolisis pada suhu 450°C selama 0,1 menit menggunakan multi-shot pyrolyzer (EGA/PY-3030D) dengan suhu interface sekitar 280°C yang terhubung dengan sistem GC/MS QP-2020 NX (Shidmadzu, Japan), Kolom yang digunakan pada analisis dengan menggunakan GC/MS adalah MS SH-Rxi-5Sil (dengan ukuran 30 m × 0,25 mm) menggunakan *electron impact* sebesar 70 eV, Gas yang digunakan pada analisis ini adalah gas helium, dimana digunakan sebagai gas pembawa yang memiliki tekanan sistem sebesar 20 kPa (15,9 mL/min, laju alir kolom sebesar 0,61 mL/min), Suhu yang digunakan pada sistem GC, yaitu digunakan suhu awal 50°C konstan selama 10 menit, dan ditingkatkan sampai 280°C (5°C/min) dalam waktu 13 menit. Selanjutnya hasil produk pirolisis pada pirogram dianalisis melalui identifikasi dengan membandingkan data waktu retensi dan massa spektrum dari NIST Library 2017, Nilai *similarity* indek (SI) yang digunakan untuk menentukan senyawa yang terdeteksi pada pirogram adalah >80%, Berdasarkan hasil analisis berupa pirogram (pirolisis kromatogram) dilakukan analisis komposisi kimia pada produk yang telah dihasilkan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakterisasi pada mikroalga *Spirulina Platensis* bertujuan untuk memahami komponen-komponen yang membentuk *Spirulina platensis*, yang kemudian dapat digunakan sebagai informasi pendukung dalam proses pirolisis [6]. Analisis menunjukkan bahwa kadar air pada mikroalga hijau *Spirulina platensis* adalah sebesar 8,34%. Kadar air ini merupakan faktor penting dalam kaitannya dengan karakteristik mikroalga *Spirulina platensis*, karena air memengaruhi tekstur, penampilan, kesegaran, dan ketahanan terhadap serangan mikroba [7]. Kadar air yang tinggi dalam *Spirulina platensis* dapat memengaruhi proses pembakaran dan jumlah energi yang dibutuhkan untuk menguapkan air. Biomassa dengan kadar air tinggi memerlukan lebih banyak energi untuk menguapkan air tersebut. Selain itu, proses pembakaran akan memengaruhi kadar air dalam biomassa, di mana suhu yang lebih tinggi akan mengurangi kadar air karena sebagian besar air akan teruapkan ke udara [8]. Selanjutnya kadar abu dalam mikroalga *Spirulina platensis* sebesar 7,18%. Kadar abu merupakan residu anorganik yang tersisa setelah pembakaran bahan organik. Pengukuran kadar abu bertujuan untuk menentukan jumlah mineral dan oksida logam yang terkandung dalam biomassa [9]. Proses pirolisis dengan suhu dan waktu karbonasi yang lebih tinggi akan menghasilkan kadar abu yang lebih tinggi. Ini disebabkan oleh peningkatan waktu reaksi pirolisis, yang memungkinkan gasifikasi karbon yang lebih ekstensif, yang pada gilirannya menyebabkan penghilangan dan oksidasi zat volatil dan karbon dalam sampel [10].

Pirolisis pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan instrumen Py/GC-MS. Hasil pirolisis mikroalga *Spirulina platensis* dapat dilihat pada **Gambar 1** sebagai berikut.



Gambar 1. Pirogram Hasil Pirolisis *Spirulina platensis*

Senyawa-senyawa yang telah teridentifikasi dengan menggunakan instrumen Py-GC/MS merupakan hasil dekomposisi termal dari produk turunan karbohidrat, protein, lipid, dan klorofil. Berdasarkan pengelompokan precursor tersebut, % area produk turunan karbohidrat dari pirolisis mikroalga *Spirulina platensis* sebesar 10,70%.

Hasil dekomposisi termal pada karbohidrat menghasilkan senyawa aldehid dengan % area sebesar 4,13%, senyawa aromatic sebesar 4,06%, dan keton sebesar 2,18%. Produk turunan karbohidrat tersebut adalah 2-metil-propanal, (3,91%), fenol (1,77%), dan 1-hidroksi-2-propanon (1,37%).

KESIMPULAN

Berdasarkan nilai persen area produk pirolisis mikroalga hijau (*Spirulina platensis*) yang diidentifikasi dengan menggunakan Py/GC-MS diperoleh produk turunan karbohidrat yaitu 2-metil-propanal dengan % area tertinggi sebesar 3,91%, fenol sebesar 1,77%, dan 1-hidroksi-2-propanon sebesar 1,37%.

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] Mishra, T., Joshi, M., Singh, S., Jain, P., Kaur, R., Ayub, S., & Kaur, K. (2013). Spirulina: The Beneficial Algae. *International Journal of Applied Microbiology Science*, 2(3), 21–35.
- [2] Hariyati, R. (2008). Pertumbuhan dan Biomassa Spirulina sp dalam Skala Laboratoris Riche Hariyati. *BIOMA*, 10(1), 19–22.
- [3] Novita, S. A., Santosa, S., Nofialdi, N., Andasuryani, A., & Fudholi, A. (2021). Artikel Review: Parameter Operasional Pirolisis Biomassa. *Agroteknika*, 4(1), 53–67.
- [4] Subagyono, R. R. D. J. N., Qi, Y., Chaffee, A. L., Amirta, R., & Marshall, M. (2021). Pyrolysis-Gc/Ms Analysis of Fast Growing Wood Macaranga Species. *Indonesian Journal of Science & Technology*, 6(1), 141–158.
- [5] Gao, N., Li, A., Quan, C., Du, L., & Duan, Y. (2013). TG-FTIR and Py-GC/MS analysis on pyrolysis and combustion of pine sawdust. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, 100, 26–32.
- [6] Novianti, D., Nursaidah, D., & Supriatna, A. (2023). Karakterisasi Dan Keanekaragaman Tumbuhan Famili Arecaceae Di Kampus 1 UIN Sunan Gunung Djati Bandung. *Jurnal Riset Rumpun Ilmu Tanaman*, 2(1), 65–79.
- [7] Cicilia, S., Basuki, E., Prarudiyanto, A., Alamsyah, A., & Handito, D. (2018). Pengaruh Substitusi Tepung Terigu Dengan Tepung Kentang Hitam (*Coleus Tuberosus*) Terhadap Sifat Kimia Dan Organo Leptik Cookies. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Pangan*, 4(1), 304–310.
- [8] Ridhuan, K., Irawan, D., Zanaria, Y., & Firmansyah, F. (2019). Pengaruh Jenis Biomassa Pada Pembakaran Pirolisis Terhadap Karakteristik Dan Efisiensi Bio-arang Asap Cair Yang Dihasilkan. *Media Mesin: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 20(1), 18–27.

- [9] Lubis, A. F., & Lubis, A. R. (2023). Makromolekul dari Mikroalga *Spirulina platensis*. *Journal of Fisheries and Marine Applied Science*, 1(2), 89–97.
- [10] Lestari L.F, K. D., Ratnani, R. D., Suwardiyono, & Kholis, N. (2017). Pengaruh Waktu Dan Suhu Pembuatan Karbon Aktif Dari Tempurung Kelapa Sebagai Upaya Pemanfaatan Limbah Dengan Suhu Tinggi Secara Pirolisis. *Jurnal Inovasi Teknik Kimia*, 2(1), 32–38.