

STUDI DEKOMPOSISI TERMAL PIROLISIS *Spirulina platensis* DENGAN LAJU PEMANASAN 15 °C/MENIT

STUDY OF TERMAL DECOMPOSITION ON PIROLYSIS OF *Spirulina platensis* WITH A HEATING RATE OF 15°C/MINUTE

Devira Ulva Utami, RR Dirgarini Julia Nurlianti Subagyono*, Rahmat Gunawan
Laboratorium Kimia Fisik, Jurusan Kimia, FMIPA, Universitas Mulawarman, Samarinda, Indonesia
*E-mail: dirgarini@fmipa.unmul.ac.id

Diterbitkan: 31 Oktober 2024

ABSTRACT

Thermal decomposition study of *Spirulina platensis* pyrolysis with heating rate of 15°C/min was conducted. Microalgae pyrolysis was carried out with a thermogravimetric analyzer (TGA) instrument. This research focused on analyzing the thermal decomposition process of *Spirulina platensis* which has a moisture content of 8.34% and ash content of 7.18%. Thermal decomposition of *Spirulina platensis* occurs in 3 stages, namely water evaporation at temperatures $\leq 140^{\circ}\text{C}$; active pyrolysis with a temperature range of $\pm 147\text{-}502^{\circ}\text{C}$ involving thermal decomposition of carbohydrate compounds, proteins and lipids; and passive pyrolysis with temperatures $\geq 502^{\circ}\text{C}$, where the remains of more stable organic components were decomposed.

Keywords: *Spirulina platensis*, thermogravimetric analysis, and decomposition

PENDAHULUAN

Mikroalga adalah organisme autotrof yang mampu melakukan fotosintesis, mengubah energi matahari menjadi energi kimia dengan efisien. Mikroalga bersel tunggal ini dapat tumbuh di berbagai lingkungan, baik di perairan maupun di daratan. Keunggulan mereka meliputi efisiensi fotosintesis yang tinggi, tidak bersaing dengan tanaman pangan, kemampuan menghasilkan biomassa, pertumbuhan yang cepat, dan kemampuan tumbuh di lahan marginal. *Spirulina platensis*, dibandingkan dengan mikroalga lainnya, memiliki keunggulan signifikan sebagai bahan baku pirolisis untuk produksi biofuel. Kandungan lipid dan protein yang tinggi dalam *Spirulina platensis* memungkinkan konversi yang optimal, menghasilkan bio-oil, biochar, dan bio-gas berkualitas tinggi [1].

Biomassa adalah bahan organik yang berasal dari organisme hidup atau yang baru saja mati, yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi. Biomassa seperti mikroalga sering digunakan sebagai bahan bakar, baik secara langsung maupun melalui teknologi konversi energi biomassa. Mikroalga dan biomassa lainnya merupakan solusi energi terbarukan yang dapat menggantikan sumber daya fosil dalam berbagai aplikasi, termasuk pembangkit listrik termal, sumber listrik, bahan bakar transportasi, bahan kimia, dan produksi biomaterial. Pemanfaatan biomassa sebagai energi alternatif dapat mengurangi dampak lingkungan saat ini, seperti peningkatan kadar karbon dioksida akibat penggunaan bahan bakar fosil [2].

Pirolisis adalah proses penguraian bahan pada suhu tinggi tanpa adanya udara atau dengan udara dalam jumlah terbatas. Secara sederhana, pirolisis dapat diartikan sebagai pembakaran tanpa oksigen [3]. Pirolisis biomassa merupakan proses termokimia yang memanaskan bahan organik tanpa oksigen untuk menghasilkan produk seperti biochar, bio-oil, dan gas sintesis. Proses ini sering dipelajari menggunakan metode analisis termogravimetri (TGA) yang mengukur perubahan berat biomassa sebagai fungsi suhu atau waktu, biasanya menghasilkan grafik kontinu. Menurut Juntgen (2008), termogravimetri adalah metode analisis termal yang mengamati hilangnya massa sampel saat

dipanaskan dalam atmosfer tertentu. Penelitian oleh Sa'adiyah *et al.* (2021) menunjukkan bahwa pirolisis *Spirulina platensis* menggunakan Analisis Termogravimetri memperlihatkan peningkatan suhu

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



awal (T_{awal}) dan suhu akhir (T_{akhir}) seiring dengan laju pemanasan [4].

Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mempelajari tahapan dekomposisi termal dari pirolisis *Spirulina platensis* dengan laju pemanasan 15 °C/menit dengan menggunakan instrument TGA.

METODOLOGI PENELITIAN

Alat dan bahan yang digunakan yaitu seperangkat alat gelas, TGA/DSC 1 STAR^e system, Metler Toledo dengan *software* stare evaluation, *crucible* (aluminium oksida 70 μ L),botol semprot, Vortex V-1 plus. serbuk *Spirulina platensis*, aluminium foil, aquades, , isopropil alkohol, etanol 95%. *Spirulina platensis* diperoleh dari Fuqing King Dnarma *Spirulina* Co. Ltd, Provinsi Fujian, P.R.Cina.

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

Pirolisis dengan menggunakan alat TGA/DSC 1 STAR^e System, Mettler Toledo dengan *software* Stare evaluation. Sampel mikroalga *Spirulina Platensis* sebanyak 5 – 10 mg dimasukkan ke dalam *crucible* menggunakan spatula dan permukaan sampel diratakan secara perlahan. *Crucible* dimasukkan ke dalam TGA yang berisi sampel. Kemudian sampel dipanaskan dari suhu ruang hingga 800°C di bawah aliran gas N₂ (laju alir = 50 mL/menit) dengan laju pemanasan 15°C/menit. Hasil analisis yang diperoleh berupa kurva TGA atau termogram menunjukkan perubahan massa (%) vs temperatur (°C).

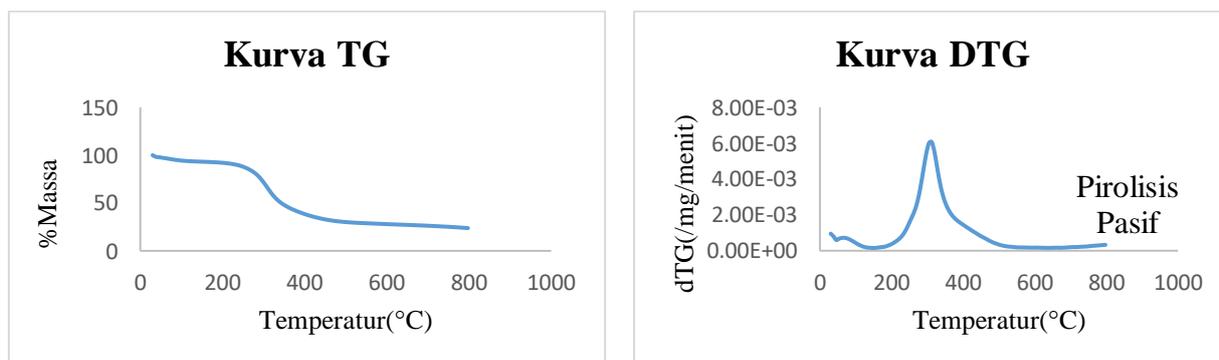
HASIL DAN PEMBAHASAN

Kadar air sampel mikroalga *Spirulina platensis* sebesar 8,34 %. Kadar air biomassa dapat mempengaruhi penentuan suhu pirolisis yang digunakan serta lama waktu proses pirolisis. Selain itu, kadar air juga memengaruhi kualitas produk pirolisis karena dapat mempengaruhi kualitas produk cair dan rendemen yang dihasilkan. Semakin tinggi kadar air dalam bahan baku, semakin rendah kualitas produk cair yang dihasilkan. Hal ini disebabkan karena kadar air yang terlalu tinggi dapat menurunkan kualitas produk cair, sehingga mengurangi kadar produk yang dihasilkan [5]. Kadar abu sampel mikroalga *Spirulina platensis* sebesar 7,18 %. Kadar abu (*ash content*) berkorelasi positif dengan jumlah bahan anorganik dalam biomassa. Kehadiran abu dapat menurunkan kualitas biomassa karena mengurangi nilai kalor dengan menyerap sebagian panas selama proses pirolisis [6]. Faktor-faktor yang berkontribusi pada tingginya kadar abu meliputi tahap pengeringan, di mana semakin lama waktu pengeringan maka jumlah air yang teruapkan menjadi semakin besar, metode pengabuan, jenis bahan yang digunakan, dan suhu [7].

Tabel 1. Rentang Suhu Aktif Pirolisis *Spirulina platensis*

Laju Pemanasan Pirolisis (°C/menit)	T_{awal} (°C)	T_{akhir} (°C)
15	147	513

Tabel 1 di atas memperlihatkan rentang suhu awal (T_{awal}) dan suhu akhir (T_{akhir}) dari pirolisis *Spirulina platensis*, yang dikenal sebagai suhu aktif pirolisis.



Gambar 1. Kurva TG dan DTG

Tabel 2. Tahapan Proses Pirolisis *Spirulina platensis*

Tahap	Suhu (°C)	Pengurangan Massa (%)
Pertama	≤ 140	12,20
Kedua	± 147-502	52,46
Ketiga	≥ 502	14,28

Pada pirolisis mikroalga *Spirulina platensis*, terdapat tiga tahap utama yang diamati, seperti yang dirinci dalam Tabel 2. Tahap pertama adalah penguapan air yang terdapat di dalam sampel, bersamaan dengan dekomposisi kandungan senyawa organik rendah. Pada puncak pertama, yang terjadi pada suhu ≤ 140 °C, terdapat pengurangan massa sebesar 12,20% untuk pirolisis mikroalga *Spirulina platensis*. Tahap ini menandakan bahwa fase awal dari pemanasan sampel adalah penguapan air dan dekomposisi senyawa organik ringan yang terdapat dalam mikroalga. Tahap kedua, yang dikenal sebagai tahap pirolisis aktif, terjadi pada puncak kedua dari penurunan massa. Pada tahap ini, komponen biomassa mikroalga, termasuk protein, karbohidrat, dan lipid, mengalami dekomposisi lebih lanjut. Rentang suhu untuk tahap pirolisis aktif adalah antara ±147-502°C untuk pirolisis mikroalga *Spirulina platensis*, dengan pengurangan massa sebesar 52,46%. Tahap ini menunjukkan bahwa proses pirolisis pada suhu yang lebih tinggi menyebabkan dekomposisi komponen utama dalam mikroalga, dimulai dari yang paling mudah terdekomposisi hingga yang paling stabil. Tahap ketiga, yaitu tahap pirolisis pasif, dimulai pada suhu yang lebih tinggi dari tahap sebelumnya. Pada tahap ini, pengurangan massa terjadi secara lebih lambat, menandakan bahwa proses dekomposisi telah mencapai tahap akhir. Pengurangan massa pada tahap ini adalah sebesar 14,28% untuk pirolisis mikroalga *Spirulina platensis*. Ini menandakan bahwa tahap pirolisis pasif adalah tahap akhir dari proses pirolisis, di mana sisa-sisa komponen organik yang lebih stabil terdekomposisi.

KESIMPULAN

Proses dekomposisi termal pirolisis *Spirulina platensis* pada laju pemanasan 15°C/menit terdiri dalam 3 tahap. Tahap pertama yaitu penguapan air yang terjadi pada suhu ≤ 140°C dengan pengurangan massa sebesar 12,20%. Tahap kedua disebut pirolisis aktif, terjadi pada rentang suhu ±147-502°C dengan pengurangan massa sebesar 52,46%. Pada tahap ketiga yaitu pirolisis pasif yang berlangsung pada suhu ≥ 502°C dengan pengurangan massa sebesar 14,28%.

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). Serta kepada Bapak Dr. Mohd Asyraf Kassim dari Universiti Sains Malaysia atas bantuannya dalam melakukan analisis termogravimetri.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Widawati, D., Santosa, G. W., & Yudiati, E. (2022). Pengaruh Pertumbuhan *Spirulina platensis* terhadap Kandungan Pigmen beda Salinitias. *Journal of Marine Research*, 11(1), 61–70.
- [2] Novita, S. A & Fudholi, A.(2021). Kinetic Study Of The Crystallization Process Of The Fe Phase In The Amorphous Fe Alloy Bojan. *Chemical Technology*, 4(1), 53–67.
- [3] Ridhuan, K., Irawan, D., & Inthifawzi, R. (2019). Proses Pembakaran Pirolisis Dengan Jenis Biomassa Dan Karakteristik Asap Cair Yang Dihasilkan. *Turbo: Jurnal Program Studi Teknik Mesin*, 8(1), 69–78
- [4] Sa'diyah, H., Subagyo, D,J,N., & Allo, V. L. (2021). Studi Kinetika Reaksi Pirolisis Makroalga Hijau (*Eucheuma Cottonii*) Dengan Analisis Termogravimetri menggunakan metode friedman. *Journal MJoCE*, 11(2), 61–73.
- [5] Masdalifa, W., Dirgarini, R. R., Nurlianti, J., Allo,V.L & Nugroho,R.A.(2021). Co-Pirolisis Mikroalga Hijau (*Botryococcus Braunii*) Dan Victorian Brown Coal Dengan Variasi Laju Pemanasan Menggunakan Thermogravimetric Analyser Co-Pyrolisis Of Green Microalga (*Botryococcus Braunii*) And Victorian Brown Coal With The Variations Of Heating Rate By Using. *Prosiding* , 5(5), 978-602.

- [6] Yanti, R. N., Ratnaningsih, A. T., & Ikhsani, H.(2022). Pembuatan Bio- Briket dari Produk Pirolisis Biochar Cangkang Kelapa Sawit Sebagai Sumber Energi Alternatif. *J / I / P*. 19(1), 11–18.
- [7] Armelia, A., Djarot, I.R.A.N., Paminto, A. R.I.K., & Nurfaiz,I. (2023). Analisis Limbah Media Zarrouk Modifikasi yang Digunakan untuk Budidaya *Spirulina platensis* dan Analisis Kualitas Biomassanya sebagai Bahan Pangan Fungsional. *Jurnal Teknologi Lingkungan*,24(2), 315–322.