

**PENGARUH LAJU ALIR NITROGEN PADA METODE STARVASI  
NITROGEN TERHADAP KANDUNGAN LIPID PADA *Chlorella sp.* SEBAGAI  
BAHAN BAKU BIODIESEL**

**Fredy Arief Senjaya<sup>1)</sup>, Dwi Sulistyanto<sup>1)</sup>, Inga Laira<sup>1)</sup>, Mardelia Nur Fatana<sup>1)</sup>, Dita Baeti  
Pridiana<sup>1)</sup>, Widayat<sup>1)</sup>**

<sup>1)</sup>Departemen Teknik Kimia, Fakultas Teknik Universitas Diponegoro  
fredy.senjaya04@gmail.com

**EFFECT OF NITROGEN FLOW RATE IN NITROGEN STARVATION  
METHOD ON LIPID CONTENT OF *Chlorella sp.* AS BIODIESEL RAW  
MATERIALS**

**ABSTRACT**

*Chlorella sp.* is one of the microalgae that has the potential to produce lipids with a content of 28% -32% of dry weight. Lipid content in *Chlorella sp.* potentially as raw material for biodiesel. The purpose of this research is to analyze the effect of nitrogen flow rate on nitrogen starvation method on lipid content of *Chlorella sp.* Treatment with nitrogen starvation or nitrogen restriction on the cultivation medium of *Chlorella sp.* intended for carbon metabolism directed to lipid synthesis, then the lipid content analyzed using soxhlet method. Cultivation using nitrogen gas flow rate resulted in a lipid content of 19.51%, while the air flow rate was known at 23.51%.

Keywords: *Chlorella sp.*, Lipid Content, Nitrogen Starvation

**ABSTRAK**

*Chlorella sp.* merupakan salah satu mikroalga yang berpotensi menghasilkan lipid dengan kandungan 28%-32% dari berat kering. Kandungan lipid dalam *Chlorella sp.* berpotensi sebagai bahan baku biodiesel. Tujuan penelitian ini adalah menganalisis pengaruh laju alir nitrogen pada metode starvasi nitrogen terhadap kandungan lipid *Chlorella sp.* Perlakuan dengan starvasi nitrogen atau pembatasan nitrogen pada medium kultivasi *Chlorella sp.* dimaksudkan supaya metabolisme karbon diarahkan pada sintesis lipid, selanjutnya kandungan lipid dianalisis menggunakan metode soxhlet. Kultivasi menggunakan laju alir gas nitrogen menghasilkan kandungan lipid sebesar 19,51%, sedangkan dengan laju alir udara diketahui sebesar 23,51%.

Kata kunci: *Chlorella sp.*, Kandungan Lipid, Starvasi Nitrogen

## PENDAHULUAN

Di Indonesia, penggunaan bahan bakar berbasis fosil masih sangat besar. Saat ini konsumsi bahan bakar berbasis fosil di Indonesia mencapai 1,3 juta barel per hari, sementara itu, produksi hanya mencapai 900.000 barel per hari (Nuryadhin, 2012). Bahan bakar berbasis fosil merupakan jenis sumber daya yang tidak terbarukan atau lama kelamaan akan habis. Konsumsi bahan bakar fosil sebagian besar digunakan untuk sarana transportasi, kebutuhan rumah tangga, dan kebutuhan industri. Dengan demikian diperlukan sumber energi alternatif yang mampu mengurangi ketergantungan masyarakat akan bahan bakar fosil.

Salah satu bentuk energi alternatif yang telah lama dikembangkan di Indonesia adalah biodiesel. Biodiesel menggunakan bahan baku yang berasal dari tanaman pangan yaitu kelapa sawit, jarak, tebu, jagung, dan kedelai. Bahan bakar alternatif biodiesel ini dapat mengurangi ketergantungan masyarakat akan bahan bakar fosil. Selain itu, keunggulan dari bahan bakar ini adalah dapat diperbarui, berbeda dengan bahan bakar fosil yang jumlahnya terbatas. Oleh karena itu, biodiesel ini merupakan bahan bakar yang sangat berpotensi.

Salah satu potensi bahan baku biodiesel adalah mikroalga. Bila dibandingkan dengan tanaman tingkat tinggi, mikroalga mampu menghasilkan minyak 30 kali lipat lebih banyak dibandingkan sejumlah tanaman tingkat tinggi lainnya, yang telah digunakan untuk memproduksi *bio fuel* (Dayananda *et al.*, 2006). Jika dalam 1 hektar lahan kultivasi mikroalga dapat menghasilkan 100.000 liter bio-bahan bakar, maka dengan area yang sama tanaman kelapa sawit hanya memproduksi bio-bahan bakar sebanyak 2700 liter bahkan tanaman jarakpun hanya menghasilkan 1.400 liter. Melihat potensi wilayah Indonesia yang 75% berupa lautan, mikroalga air laut menjadi kandidat yang potensial sebagai sumber bahan bakar nabati. Mikroalga juga merupakan sumber daya alam yang dapat dibudidayakan dan berkelanjutan.

*Chlorella sp.* merupakan salah satu mikroalga yang berpotensi menghasilkan lipid sebagai bahan dasar untuk memproduksi biodiesel. Kandungan lipid dari *Chlorella sp.* berkisar 28%-32% dari berat kering (Chisti, 2007). Akan tetapi, nilai kandungan lipid

## **Arif Senjaya, Fredy, *et al.*, Pengaruh Laju Alir Nitrogen pada Metode Starvasi Nitrogen**

dalam *Chlorella sp.* dinilai masih terbilang cukup rendah bila dibanding beberapa jenis mikroalga lainnya. Maka dari itu diperlukan suatu tindakan untuk meningkatkan kandungan lipid dari *Chlorella sp.*. Cara yang umum digunakan untuk memperkaya kandungan lipid, yaitu dengan membatasi jumlah nitrogen di dalam media kultur atau sering disebut metode starvasi (Thompson, 1996).

Dengan starvasi nitrogen, metabolisme karbon pada mikroalga diarahkan pada sintesis lipid ataupun karbohidrat (Hu, 2004). Secara umum, mikroalga akan mengakumulasi lipid dengan metode starvasi asalkan tetap terpapar cahaya matahari dan tersedia CO<sub>2</sub> sehingga metabolisme seluler dari mikroalga untuk melakukan fotosintesis tetap berjalan. Diharapkan dengan adanya kultivasi mikroalga dengan metode starvasi nitrogen ini, dapat menciptakan rancangan produksi biodiesel dari *Chlorella sp.* yang efektif sehingga dapat menghasilkan nilai konversi biodiesel yang tinggi dan efisien dalam penggunaan energi.

Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis pengaruh laju alir nitrogen pada metode starvasi nitrogen terhadap kandungan lipid *Chlorella sp.*

### **MATERIAL DAN METODE**

#### ***Subjek Penelitian***

Subjek pada penelitian ini yaitu *Chlorella sp.*

#### ***Alat dan Bahan yang Digunakan***

Alat penelitian yang digunakan antara lain tabung kultivasi, tabung nitrogen dan spektrofotometer UV-Vis. Bahan penelitian yang digunakan antara lain mikroalga, air laut, aquadest, gas nitrogen dan nutrisi.

#### ***Prosedur Penelitian***

Mikroalga *Chlorella sp.* dikultivasi terlebih dahulu menggunakan empat medium yang berbeda, dengan variabel berturut turut yaitu air laut:akuades sebesar 40:60, 50:50, 60:40, 100:0 dengan konsentrasi *Chlorella sp.*, sebesar 20% basis 1000 ml. Masing-

masing variabel diberi nutrisi  $H_2CO_3$  sebesar 0,06 gr/l; NPK 0,06 gr/l, dan vitamin B sebanyak  $\frac{1}{2}$  tablet. Kemudian, keempat medium ditutup rapat agar terhindar dari udara lingkungan dan diberi aerasi cukup, serta diletakkan di bawah penyinaran lampu dan sinar biru. Setiap harinya dilakukan pengujian absorbansi dari masing-masing variabel medium dengan spektrofotometer UV-Vis panjang gelombang 680 nm, untuk mengetahui kondisi dan laju pertumbuhan optimum pertumbuhan *Chlorella sp.* Setelah mendapatkan medium tumbuh optimum mikroalga, maka dilakukan kultivasi menggunakan medium optimum yang didapat dengan variabel konsentrasi mikroalga yang berbeda, yaitu 40%, 60%, dan 80%. Dilakukan pengukuran absorbansi masing-masing mikroalga untuk mengetahui laju pertumbuhannya dengan spektrofotometer UV-vis panjang gelombang 680 nm. Hal ini dilakukan untuk mengetahui konsentrasi mikroalga optimum dalam kultivasi. Kultivasi dilakukan lebih lanjut dengan medium dan konsentrasi medium optimum, nutrisi nitrogen diberikan dengan cara mengalirkan gas nitrogen dari tabung nitrogen dengan variabel yang berbeda. Selama 6 hari berturut-turut dilakukan analisis lipid yang diproduksi oleh mikroalga. Kandungan lipid dapat diketahui dari tingkat biomasa mikroalga dan dianalisis dengan metode *soxhlet*.

### ***Analisis dan Interpretasi Data***

Analisis pertumbuhan mikroalga dengan menggunakan OD (*Optical Density*), untuk memperoleh perhitungan *specific growth rate* dan *doubling time* (td).

*Specific growth rate* dihitung menggunakan rumus:

$$\mu = \frac{\ln(OD_2) - \ln(OD_1)}{t_2 - t_1}$$

$\mu$  = specific growth rate  
OD = *Optical Density* (Absorbansi)  
t = waktu (hari)

*Doubling Time* (td) dihitung menggunakan rumus:

$$td = \frac{0,693}{\mu}$$

td = *doubling time*  
 $\mu$  = *specific growth rate*

## Arif Senjaya, Fredy, *et al.*, Pengaruh Laju Alir Nitrogen pada Metode Starvasi Nitrogen

Analisis perhitungan kadar total lipid dilakukan dengan metode Bethien-Dhiemar (1963). Perhitungan % berat total lipid adalah:

$$\% \text{ Lipid} = \frac{(A-B)}{C} \times 100\%$$

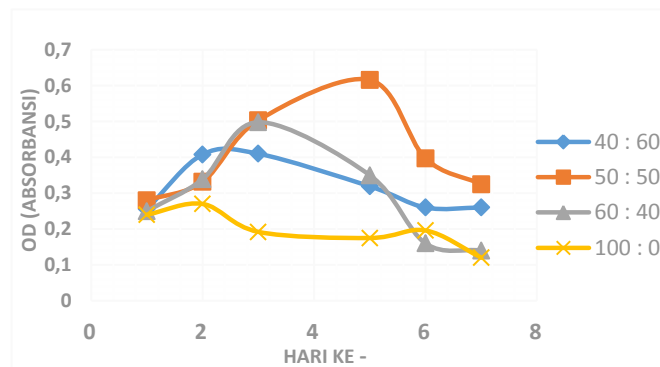
A : berat labu + berat lipid setelah dilakukan ekstraksi (mg)

B : berat labu sebelum dilakukan ekstraksi (mg)

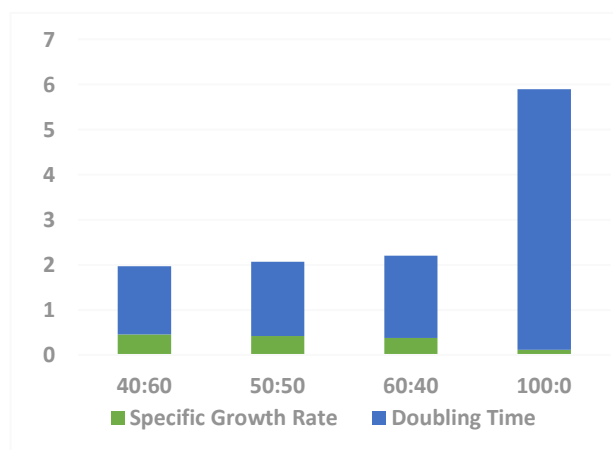
C : berat kering sampel (mg)

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Analisis Media *Chlorella sp.* Optimum



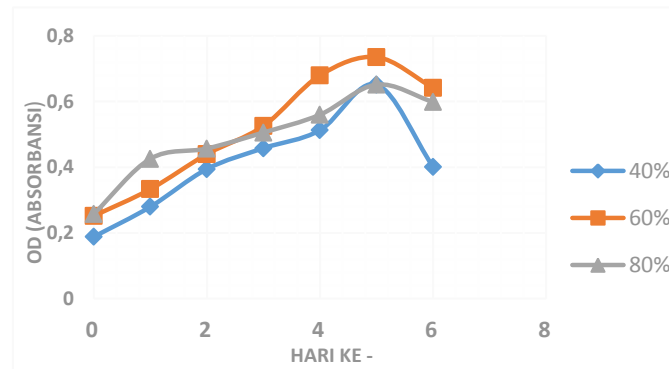
Gambar 1. Absorbansi pada Tiap Komposisi Media



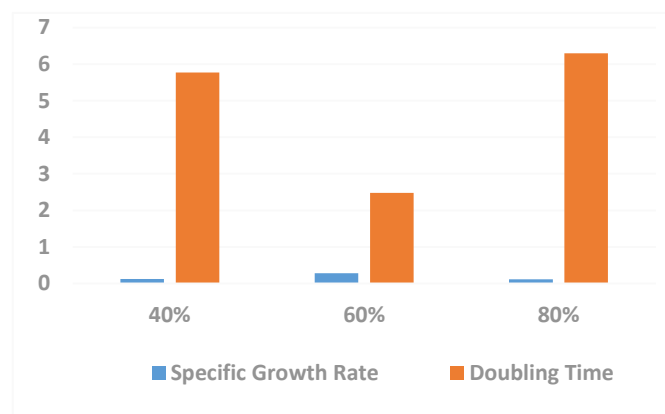
Gambar 2. Diagram Batang Perolehan *Specific Growth Rate* dan *Doubling Time* pada tiap Komposisi Media

Berdasarkan hasil yang diperoleh (Gambar 1), *Optical Density* atau absorbansi optimum ditemukan pada rasio air laut dan akuades sebesar 50:50 basis 1 L. Sedangkan pada Gambar 2 menunjukkan bahwa dengan menggunakan perhitungan *specific growth rate* diperoleh rasio air laut dan akuades sebesar 50:50 dapat menghasilkan *specific growth rate* tertinggi, namun *doubling time* tertinggi pada rasio air laut dan akuades sebesar 100:0. Hal ini disebabkan dengan *specific growth rate* yang tinggi akan menghasilkan *doubling time* yang semakin kecil, dan sebaliknya. Pada komposisi dengan absorbansi serta *specific growth rate* optimum, maka pertumbuhan mikroalga pada media tersebut akan optimum pula.

**Analisis Konsentrasi *Chlorella sp.* Optimum**



Gambar 3. Absorbansi pada tiap Konsentrasi *Chlorella sp*



Gambar 4. Diagram Batang Perolehan *Specific Growth Rate* dan *Doubling Time* pada tiap Konsentrasi *Chlorella sp*

Gambar 3. menunjukkan bahwa absorbansi pada tiap komposisi mikroalga diperoleh konsentrasi optimum yaitu 60% dengan absorbansi tertinggi. Namun,

## **Arif Senjaya, Fredy, et al., Pengaruh Laju Alir Nitrogen pada Metode Starvasi Nitrogen**

berdasarkan perhitungan *specific growth rate* (Gambar 4) konsentrasi optimum yang diperoleh yaitu 60% dengan *doubling time* terbesar pada konsentrasi 80%, maka konsentrasi optimum untuk kultivasi mikroalga dengan variabel laju alir nitrogen yaitu sebesar 60%.

### **Analisa Kandungan Lipid**

Berdasarkan hasil analisis media dan konsentrasi *Chlorella sp.* optimum, maka langkah selanjutnya melakukan kultivasi dengan variabel laju alir nitrogen. Dari hasil kultivasi tersebut, *Chlorella sp.* dapat diuji kandungan lipid menggunakan metode soxhelt.

Berdasarkan perhitungan analisis lipid menggunakan metode soxhlet diperoleh kandungan lipid pada kultivasi mikroalga dengan pengaliran laju alir nitrogen sebesar 19,51%, sedangkan pada pengaliran laju alir udara diperoleh kandungan lipid sebesar 23,51%. Kandungan lipid pada pengaliran udara lebih besar daripada pengaliran nitrogen. Kadar nitrogen pada udara sebesar 78% dan pada gas nitrogen sebesar 100%. Hal ini menunjukkan adanya pengaruh kadar nitrogen terhadap produksi lipid pada *Chlorella sp.*, semakin besar kadar nitrogen pada kultivasi *Chlorella sp.*, semakin kecil produk lipid yang dihasilkan sehingga semakin rendah potensi mikroalga sebagai bahan baku biodiesel.

Hasil pengukuran kadar lipid menggunakan metode Bligh dan Dyer menunjukkan kadar lipid pada *Chlorella sp.* sebesar 16,83%. Berdasarkan pada laju pertumbuhan dan jumlah lipid tersebut, jenis mikroalga ini mempunyai potensi sebagai sumber lipid dan sumber bahan bakar terbarukan (Noerdjito, et al., 2010). *Chlorella sp.* mengandung protein 42,2 %, lemak kasar 15,3 %, nitogen dalam bentuk ekstrak, kadar air 5,7 % dan serat 0,4 % (Vashista, 1979 dalam Rostini, 2007). Berbagai penelitian terdahulu menunjukkan bahwa *Chlorella sp.* mengandung lipid yang dapat digunakan sebagai bahan baku biodiesel atau bahan bakar.

## KESIMPULAN

Kultivasi menggunakan laju alir gas nitrogen diperoleh kandungan lipid sebesar 19,51%, sedangkan dengan laju alir udara sebesar 23,51%. Hal ini menunjukkan semakin rendahnya kadar nitrogen akan meningkatkan produksi lipid pada *Chlorella sp.*

## DAFTAR PUSTAKA

- Chisti, Y. 2007. *Biodiesel from Microalgae. Biotechnology Advances* 0734-9750 25 294 306.
- Dayananda, C., Sarada, R., Srinivas, P., Shamala, T.R. and Ravishankar, G.A. 2006. *Presence of Methyl branched fatty acids and saturated hydrocarbon in doi:10.1016/j.jiec.2008.08.002*, 2009.
- Handayani, N.A dan Arianti, D. 2012. *Potensi Mikroalga Sebagai Sumber Biomasa Dan Pengembangan Produk Turunannya. Teknik* , 33(2), ISSN 0852-1697.
- Hu, Q. 2004. *Environmental Effects on Cell Composition. Dalam: Richmond, Amos ed. Handbook of Microalgal Culture: Biotechnology and Applied Phycology. India: Blackwell Science.*
- Kementerian Negara Riset dan Teknologi. 2006. *Biodiesel (BBM Alternatif Pengganti Solar): Tanaman Jarak Pagar*. [http://www.ristek.go.id/index.php?mod=File&conf=frame&abs=1&file=file\\_upload/lain\\_lain/biodiesel/biodiesel.htm](http://www.ristek.go.id/index.php?mod=File&conf=frame&abs=1&file=file_upload/lain_lain/biodiesel/biodiesel.htm). [30 Juni 2015].
- Noerdjito, dkk. 2010. *Karakterisasi Pertumbuhan dan Kandungan Lipid pada Mikroalga Pavlova sp. dan Chlorella sp.* ISSN 978-979-98802-5-3.
- Nuryadhyn, A. 2012. *Herman: Konsumsi BBM 1,3 Juta Barel Per Hari.*
- Thompson, Jr. G.A. 1996. *Lipids and membrane function in green algae. Biochem. Biophys. Acta*, 1302, 17-45.