

**PENGARUH MEDAN MAGNET TERHADAP PRODUKTIVITAS LIPID
MIKROALGA *Choricystis* sp. LIPI-LBB13-AL045
UNTUK PRODUKSI BIODIESEL**

Achrimidiasti Oktariflani¹⁾, Tri Saptari Haryani¹⁾, Swastika Praharyawan¹⁾

¹⁾ *Program Studi Biologi, FMIPA-UNPAK*

ABSTRACT

Microalgae is one of the biological riches in Indonesian waters, especially in freshwater waters. The existence of microalgae at the moment becomes the main attraction for the world of research, especially in the field of biotechnology to produce biodiesel. Growth and productivity of lipid microalgae can be influenced by several factors, one of the influencing factors is the magnetic field. The study aimed to determine growth of microalgae and magnetic field effect on *Choricystis* sp. LIPI-LBB-AL045. The study used experimental method with microalgae *Choricystis* sp. LIPI-LBB-AL045 as samples tested and exposure to magnetic fields as testers. Treatments included microalgae cultivation exposed by treatment of variations in magnetic force 400, 1600, 4000, and 4800 gauss with a polar magnetic field S, calculated cell microalgae daily using haemocytometer for 9 days of observation. Parameters observed were microalgae growth and lipid productivity *Choricystis* sp. LIPI-LBB-AL045. The results showed that *Choricystis* sp. LIPI-LBB-AL045 which is exposed to pole magnetic field S (South) with magnetic power of 4000 gauss is able to achieve growth of 0.2928 cells/day and capable of doubling the cell for 2.36 days, and result in lipid productivity of 49.36 ± 0.91 mg/L/day. Thus it can be concluded that magnetic field effect on growth and lipid productivity of microalgae *Choricystis* sp. LIPI-LBB-AL045.

Key Word: Microalgae, Biodiesel, *Choricystis* sp. LIPI-LBB13-AL045, Magnetic Field.

PENDAHULUAN

Mikroalga merupakan salah satu kekayaan hayati yang berada di perairan Indonesia, baik di perairan air laut maupun perairan air tawar. Keberadaan mikroalga pada saat ini menjadi daya tarik tersendiri bagi dunia penelitian khususnya dalam bidang bioteknologi untuk memproduksi biodiesel. Hal ini dikarenakan ketersediaan bahan bakar fosil di Indonesia kian menipis dan diperkirakan akan habis beberapa tahun ke depan namun (Rahmawati dan Gonggo, 2013). Oleh karena itu, kehadiran pengembangan energi baru

terbarukan berbasis biodiesel yang berkelanjutan untuk mengatasi ketersediaan bahan bakar fosil yang kian menipis, dirasakan perlu dikembangkan secara optimal untuk memenuhi kebutuhan yang semakin meningkat. Energi yang berasal dari biomassa mikroalga merupakan salah satu sumber potensial untuk dikembangkan menjadi biodiesel.

Mikroalga umumnya dapat memproduksi lipid sebanyak 20-50% hingga 80% dari biomasanya (Chisti, 2007). Selain itu, mikroalga memiliki keunggulan lain, yaitu pengelolaan atau

budidayanya tidak memerlukan lahan luas dan mikroalga memiliki pertumbuhan yang sangat cepat (Demirbas dan Demirbas, 2011). Studi Praharyawan, *et al.*, (2016), telah berhasil menemukan strain mikroalga lokal Indonesia yang berpotensi sebagai penghasil biodiesel, mikroalga potensial tersebut berasal dari hasil eksplorasi peneliti Laboratorium Bioenergi dan Bioproses, Pusat Penelitian Bioteknologi-LIPI yang dilakukan di Danau Dendam Tak Sudah, Bengkulu. Karakterisasi morfologi dan profil asam lemak yang dilakukan terhadap strain mikroalga tersebut, menghasilkan bahwa strain mikroalga tersebut merupakan mikroalga species *Choricystis* sp. (Chen, *et al.*, 2017). Pertumbuhan mikroalga species *Choricystis* sp. terbilang baik sehingga dapat dikembangkan secara komersial di bidang bioteknologi, khususnya dalam pemanfaatan sebagai sumber energi baru terbarukan (Vandamme, *et al.*, 2013). Dari hasil penelitian Praharyawan, *et al.*, 2016, *Choricystis* sp. LIPI-LBB13-AL045 mampu memproduksi lipid hingga 49,08% dan menghasilkan produktivitas biomassa sebanyak 68,13 mg/L/hari, serta produktivitas lipid sebanyak 33,43 mg/L/hari.

Pertumbuhan dan produktivitas lipid mikroalga dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, salah satu faktor yang mempengaruhi adalah medan magnet. Medan magnet mempengaruhi metabolisme sel mikroalga, sehingga transport ion yang dapat mempengaruhi laju pertumbuhan mikroalga, produksi produk mikroalga serta dapat

mempengaruhi kepadatan sel mikroalga (Iqbal, *dkk.*, 2012). Pengaruh medan magnet terhadap tumbuhan tergantung pada frekuensi medan magnet yang diberikan, jenis tumbuhan yang dimagnetisasi, dan lama waktu magnetisasi (Saragih dan Silaban, 2010). Hal ini menjadi daya tarik tersendiri bagi peneliti untuk terus mengembangkan mikroalga sebagai sumber biodiesel, dengan perlakuan medan magnet. Namun frekuensi atau intensitas yang dipapar secara tidak optimum terhadap mikroalga dapat mengubah konformasi enzim di dalam selnya dan dapat menghambat pertumbuhannya, sehingga akan menghambat produksi produk mikroalga tersebut (Wang *et al.*, 2008).

Pada penelitian ini, dilakukan kultivasi mikroalga menggunakan mikroalga *Choricystis* sp. LIPI-LBB13-AL045 dengan perlakuan medan magnet kutub S (Selatan) dan kutub U (Utara) dan perlakuan variasi daya magnet 400, 1600, 4000, 4800 gauss. Perlakuan tersebut diharapkan mampu meningkatkan pertumbuhan mikroalga dan produktivitas lipid mikroalga. Selain itu, untuk menentukan intensitas medan magnet yang berpengaruh secara optimum bagi keberlangsungan kultivasi mikroalga. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh medan magnet terhadap produktivitas lipid mikroalga *Choricystis* sp. untuk produksi biodiesel.

BAHAN DAN METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan pada bulan Februari hingga April 2018 di Laboratorium Bioenergi dan Bioproses, Pusat Penelitian Bioteknologi-LIPI Cibinong, Bogor.

Alat yang digunakan untuk pembuatan media, yaitu spatula, kertas, neraca analitik, botol bides 500 ml, gelas ukur 1 L, teko plastik, corong aquades, kain saring, *magnetic stirrer*, aluminium foil, karet, label, dan autoklaf. Alat yang digunakan untuk penanaman dan kultivasi mikroalga, yaitu *laminar air flow*, pipet mikro ukuran 1 ml dan 5 ml, tip pipet ukuran 1 ml dan 5 ml, *micro tube*, magnet neodmium (perlakuan medan magnet kutub S dan kutub U dan perlakuan variasi daya magnet 400, 1600, 4000, dan 4800 gauss), tutup karet plastik modifikasi, selang aerasi, pipa aerasi, aerator, lampu tembak, dan lux meter. Alat yang digunakan untuk menghitung sel mikroalga, yaitu *laminar air flow*, *micro tube*, pipet mikro 1 ml, tip pipet, hemositometer, *cover glass*, mikroskop Leica DM750, alat tulis, counter, dan kamera. Alat yang digunakan untuk memanen kultur mikroalga dan ekstraksi lipid, yaitu botol valkon 50 ml, neraca ohaus, sentrifius, *showcase* (lemari dingin), vortex *Fisher Scientific*, pipet pasteur, dan cawan petri.

Bahan yang digunakan, yaitu mikroalga *Choricystis* sp. LIPI-LBB13-AL045, alkohol 70% kloroform, methanol, aquades, dan media AF6-Modif.

Pembuatan Media AF6-Modif

Bahan satu dengan bahan lainnya disiapkan untuk dimasukkan ke dalam botol bides 500 ml, dengan jumlah yang sudah ditentukan dalam pembuatan media AF6-Modif untuk pertumbuhan mikroalga *Choricystis* sp. LIPI-LBB13-AL045

Tabel 1. Formulasi Pembuatan Media AF6-Modif

Bahan (nutrisi)	Jumlah (mg/500 ml)
NaNO ₃	70
(NH ₄) ₂ SO ₄	31
MgSO ₄	14,7
KH ₂ PO ₄	10
K ₂ HPO ₄	5
NaHCO ₃	250
FeSO ₄	0,5
Asam Sitrat	1

Bahan-bahan untuk membuat media AF6-Modif yang sudah disediakan selanjutnya ditimbang menggunakan neraca analitik. Setelah ditimbang, satu persatu bahan-bahan tersebut dimasukkan ke dalam botol bides dengan volume 500 ml, lalu ditambah dengan aquades yang sudah diukur volumenya sebanyak 450 ml. Kemudian media tersebut dihomogenkan di atas *magnetic stirrer* sampai bahan-bahan tersebut larut dalam aquades. Setelah dihomogenkan, bagian mulut botol bides diberi penutup berupa aluminium foil dan karet. Selanjutnya media disterilisasi di dalam autoklaf selama 15 menit dengan

temperatur sebesar 121°C. Media yang sudah disterilisasi, kemudian didinginkan terlebih dahulu dengan cara mendinginkannya di tempat terbuka hingga media dingin.

Penanaman Mikroalga *Choricystis* sp. LIPI-LBB13-AL045

1. Proses Sterilisasi *Laminar Air Flow* Mikroalga *Choricystis* sp. LIPI-LBB13-AL045 yang diisolasi dari Danau Dendam Tak Sudah. Penanaman mikroalga dilakukan di dalam *laminar air flow* yang sebelumnya sudah disinari dengan UV selama 15-30 menit. Kemudian ruangan laminar disemprot terlebih dahulu sebelum dilakukan penanaman dengan menggunakan alkohol 70%. Selanjutnya alat-alat yang akan digunakan untuk penanaman disemprot juga dengan alkohol 70% untuk menghindari kontaminasi pada saat proses kultivasi mikroalga.
2. Mikroalga ditanam dari kultur bibit mikroalga *Choricystis* sp. yang diambil dengan menggunakan pipet mikro 5 ml. Bibit mikroalga yang ditanam di dalam media AF6-Modif diambil sebanyak 30 ml. Selanjutnya mikroalga yang sudah dimasukkan ke dalam botol bides berisi media AF6-Modif dikocok memutar hingga warna terlihat hijau merata, lalu magnet neodmium dimasukkan ke dalam kultur mikroalga. Kemudian mikroalga dipipet kembali menggunakan pipet mikro 1 ml, lalu dimasukkan ke dalam *micro tube* untuk dihitung jumlah selnya pada hari ke-0 saat penanaman di bawah

mikroskop dengan menggunakan hemositometer. Setelah penanaman mikroalga, mulut botol kultur mikroalga ditutup dengan tutup karet plastik modifikasi dan diberi perekat pada sisinya agar tutup tidak lepas dan pada sisi botol diberi tanda tera batas tinggi kultur mikroalga pada hari ke-0 saat penanaman dengan menggunakan marker.

Kultivasi Mikroalga *Choricystis* sp. LIPI-LBB13-AL045

Kultivasi mikroalga dilakukan secara kontinyu, selama 9 hari hingga mikroalga mencapai fase stasioner. Kultivasi mikroalga menggunakan magnet neodmium yang dipasang di dalam botol-botol kultur dengan perlakuan medan magnet kutub S dan kutub U terlebih dahulu. Setelah didapati hasil biomassa dan ekstrak lipid dari kultur mikroalga perlakuan medan magnet kutub S dan kutub U selama 9 hari. Selanjutnya dilakukan kultivasi mikroalga yang dipapar dengan perlakuan variasi daya magnet 400, 1600, 4000, dan 4800 gauss dengan medan magnet kutub S. Kultivasi mikroalga dibantu dengan aerasi untuk keberlangsungan sirkulasi udara di dalam kultur, agar kandungan O₂ stabil dan untuk keberlangsungan proses fotosintesis, pencahayaan kultur dibantu dengan lampu tembak yang memiliki intensitas cahaya sebesar 20000 lux yang diukur dengan menggunakan lux meter.

Menghitung Sel Mikroalga *Choricystis* sp. LIPI-LBB13-AL045

Menghitung sel mikroalga dilakukan untuk mengetahui jumlah sel mikroalga dalam setiap harinya (selama 24 jam sekali) dan untuk mengetahui fase pertumbuhan mikroalga. Sebelum dilakukan perhitungan sel, kultur mikroalga ditambah aquades sampai tanda batas (tanda tera) di dalam *laminar air flow*. Setelah itu diambil 1 ml sample kultur dengan menggunakan pipet mikro ke dalam tabung *micro tube*. Selanjutnya dilakukan 5 kali pengenceran menggunakan aquades steril ke dalam *micro tube* dengan perbandingan 1:4 (mikroalga:aquades). Sample kultur yang sudah berada di dalam tabung *micro tube* yang sudah diencerkan 5 kali kemudian dipipet dengan menggunakan pipet 1 ml. Sample yang dipipet, kemudian diletakkan di hemositometer tepat di bawah *cover glass* dengan cara menyemprotkan sample dari pipet mikro hingga memenuhi ruang hemositometer. Mikroskop selanjutnya disiapkan dan dinyalakan dengan pengaturan perbesaran lensa okuler 10 x dan lensa objektif 40 x. Hemositometer yang sudah berisi sample kultur disimpan tepat di bawah lensa objektif. Kemudian sel diamati dan dihitung selnya dengan mengambil 5 kotak secara diagonal pada hemositometer. Sel dihitung dengan menggunakan *counter*, selain untuk menghitung sel, pengamatan di bawah mikroskop dimaksudkan untuk memeriksa ada atau tidaknya kontaminan terhadap kultur mikroalga secara mikroskopik. Hasil perhitungan sel mikroalga pada 5 kotak

hemositometer dikalikan 10.000 (10^4) per 1 ml.

Ekstraksi Lipid

Ekstraksi lipid dilakukan dengan menggunakan metode Bligh Dyer. Ekstrak lipid dihasilkan dari biomassa basah yang dihasilkan dari sentrifugasi kultur mikroalga sebanyak 40 ml. Biomassa basah tersebut kemudian dilarutkan dengan campuran kloroform : methanol dengan perbandingan 1:1, masing-masing sebanyak 2 ml:2 ml. Larutan tersebut kemudian divortex selama 1 menit, lalu dimasukkan ke dalam lemari dingin selama 24 jam. Setelah 24 jam, larutan ditambah dengan aquades sebanyak 1 ml, kemudian divortex kembali selama 1 menit. Selanjutnya larutan disentrifugasi selama 5 menit dengan kecepatan 6000 rpm. Dari hasil sentrifugasi akan didapati 3 lapisan, yaitu lapisan atas berupa methanol dan air, lapisan tengah berupa biomassa lipid, dan lapisan bawah berupa lipid dan kloroform. Kemudian lapisan bawah berupa lipid dipipet dengan menggunakan pipet pasteur ke dalam cawan petri yang posisinya miring. Ekstrak lipid yang sudah disimpan di dalam cawan petri kemudian didiamkan di ruangan terbuka selama 1-2 hari sampai mengering dengan ditandai menguapnya kloroform dan hanya tersisa lipid yang menempel di cawan petri. Selanjutnya untuk biomassa lipid yang masih tercampur dengan methanol dan aquades yang masih berada di dalam botol vial disentrifugasi lagi selama 5 menit dengan kecepatan 6000 rpm. Hasilnya akan didapati endapan

biomassa lipid dan supernatant mikroalga. Supernatant dibuang, hingga tersisa biomassa lipidnya saja. Kemudian filtrat tersebut di oven dengan suhu 60°C selama 1-2 hari, hingga biomassa tersebut mengering.

Pengukuran Bobot Total Lipid dan Biomassa Mikroalga

Rumus yang digunakan untuk menghitung *Lipid Content Microalgae* (Lc) atau bobot total lipid dalam satuan persen (%), sebagai berikut:

$$\frac{A}{A + B} = \%$$

Keterangan:

A: Bobot lipid cawan petri (mg/ml)

B: Bobot biomassa lipid valkon (mg/ml)

Untuk mengetahui Produktivitas Biomassa selama 9 hari dari hasil biomassa basah yang dioven, ditentukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$PB = \frac{BK}{40 \times 9}$$

Keterangan:

BK: Biomassa kering (mg/ml)

40 : Volume kultur mikroalga yang dimasukkan ke dalam valkon (ml)

9 : Waktu pada saat kultur sudah memasuki fase stasioner (hari)

Produktivitas Lipid Mikroalga, maka perlu dilakukan perhitungan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$P_L =$$

$P_B \times L_C$

Keterangan:

P_L : Produktivitas lipid mikroalga $\left(\frac{mg \text{ Lipid}}{hari} \right)$

P_B : Produktivitas biomassa $\left(\frac{mg}{hari} \right)$

L_C : *Lipid content microalgae* (%)

Penentuan Tingkat Pertumbuhan Spesifik Mikroalga

Tingkat pertumbuhan spesifik merupakan laju pertumbuhan yang terjadi pada fase awal eksponensial dan fase akhir eksponensial. Untuk menentukan pertumbuhan jumlah sel/hari, digunakan rumus persamaan sebagai berikut:

$$\mu = \ln\left(\frac{N_t}{N_0}\right) / (T_t - T_0)$$

N_t merupakan jumlah sel pada fase akhir eksponensial yang dibagi dengan N_0 yang merupakan jumlah sel pada awal fase eksponensial. T_t merupakan waktu (hari) akhir fase eksponensial yang dikurangi dengan T_0 yang merupakan waktu (hari) awal fase eksponensial.

Kemudian untuk menentukan kecepatan sel mikroalga untuk menggandakan sel (*doubling time* atau t_2), digunakan rumus sebagai berikut:

$$t_2 = \frac{\ln 2}{\mu}$$

Parameter yang Diamati

Parameter yang diamati pada penelitian ini, yaitu pertumbuhan mikroalga dan produktivitas lipid mikroalga *Choricystis* sp. LIPI-LBB13-AL045.

Analisis Data

Analisis data dilakukan dengan menggunakan *Microsoft Office Excel* untuk menghitung tingkat pertumbuhan spesifik, kandungan lipid (*lipid content*), produktivitas biomassa, produktivitas lipid mikroalga dan menghitung standar deviasi produktivitas lipid, serta untuk

membuat kurva pertumbuhan mikroalga

Choricystis sp. LIPI-LBB13-AL045.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kultivasi Mikroalga

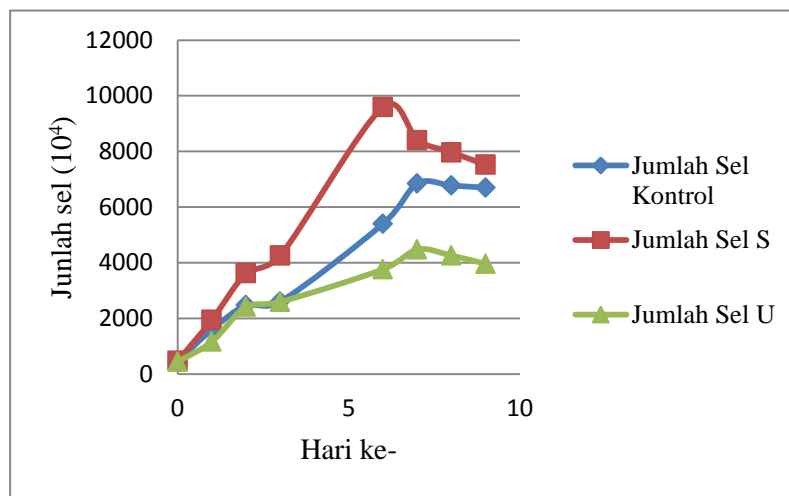
Kultivasi mikroalga *Choricystis* sp. LIPI-LBB13-AL045 ditumbuhkan di dalam botol bides 500 ml berisi media cair AF6 yang telah dimodifikasi. Media AF6 yang telah dimodifikasi memiliki kandungan nitrogen berupa nitrat (NO_3^-) dan ammonium (NH_4^+). Nitrogen sangat berperan penting bagi pertumbuhan mikroalga, pembentukan senyawa protein, pembentukan senyawa karbohidrat, pembentukan senyawa lipid dan DNA, serta nitrogen juga dapat mempengaruhi kepadatan sel mikroalga (Widianingsih, *et al.*, 2011). Kultivasi dilakukan di bawah pengaruh paparan medan magnet neodmium yang disimpan di dalam kultur mikroalga selama 9 hari hingga mikroalga memasuki fase stasioner. Hal itu bertujuan untuk mengetahui pengaruh medan magnet terhadap pertumbuhan dan produktivitas lipid mikroalga *Choricystis* sp. LIPI-LBB13-AL045 Menurut Yang *et al.*, (2011), melaporkan bahwa keberadaan medan magnet pada kultivasi mikroalga dapat menyebabkan perubahan sistem metabolisme dalam sel mikroalga, sintesis protein, mempengaruhi aktivitas mikroalga seperti pertumbuhan sel mikroalga dan produksi yang dihasilkan oleh mikroalga, serta ketahanan mikroalga terhadap senyawa kimia beracun.

1. Pertumbuhan Mikroalga yang Dipapar Medan Magnet Kutub Selatan dan Kutub Utara

Kultivasi pada mikroalga dilakukan secara *kontinyu* selama 9 hari, terdapat 3 kultur pada perlakuan ini, diantaranya adalah kultur pertama dipapar dengan kutub selatan (S), kultur kedua dipapar dengan kutub utara (U), dan kultur ketiga tanpa perlakuan medan magnet sebagai kontrol. dengan jumlah sel mikroalga pada masing-masing kultur di hari ke-0 sebanyak 470×10^4 , 440×10^4 , dan 465×10^4 sel per 1 ml. Dari kurva pertumbuhan yang disajikan pada Gambar 3., menunjukkan bahwa kultur yang dipapar dengan medan magnet kutub S mengalami fase eksponensial paling cepat yang berlangsung selama 6 hari, mulai dari hari ke-1 sampai hari ke-6. Pada kurva pertumbuhan kultur yang dipapar medan magnet kutub U dan kultur tanpa perlakuan (kontrol), fase eksponensialnya berlangsung selama 7 hari yang dimulai dari hari-ke 1 sampai hari ke-7. Dari kurva pertumbuhan menunjukkan bahwa pertumbuhan kultur yang dipapar medan magnet kutub S lebih unggul jika dibandingkan dengan kultur medan magnet kutub U dan kontrol. Selain itu, dari ketiga laju pertumbuhan yang disajikan dalam kurva pertumbuhan pada Gambar 3., menunjukkan bahwa ketiga kultur mikroalga mengalami fase lag yang sangat singkat hanya berlangsung pada hari ke-0. Hal ini diperkirakan pada saat inokulasi mikroalga berasal dari inokulum yang berada pada fase

eksponensial (fase pertumbuhan), sehingga sel mikroalga berkembang

biak dengan cepat dan sel mikroalga membelah dengan laju yang konstan.



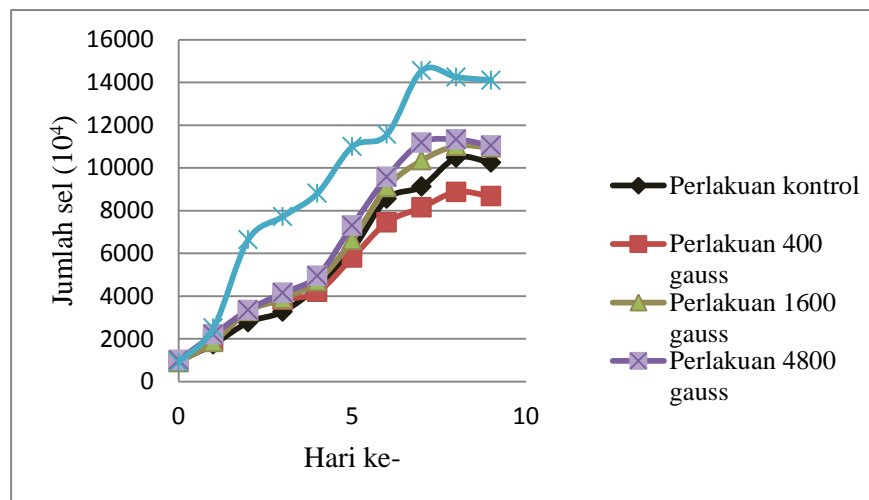
Gambar 3. Kurva Pertumbuhan Mikroalga *Choricystis* sp. LIPI-LBB13-AL045 yang Dipapar Medan Magnet Kutub S, Kutub U, dan Kontrol

2. Pertumbuhan Mikroalga yang Dipapar Variasi Daya Magnet

Pada perlakuan kedua, kultur mikroalga dipapar dengan variasi daya magnet neodmium yang sudah dihitung daya magnetnya melalui kalkulator online gauss magnet, yaitu *K&J Magnetics*. Pada perlakuan ini terdapat 4 kultur mikroalga yang dipapar oleh medan magnet, yaitu dipapar dengan daya magnet 400 gauss, 1600 gauss, 4000 gauss, dan 4800 gauss dan 1 kultur mikroalga tanpa perlakuan daya medan magnet (kontrol), dengan jumlah sel mikroalga pada masing-masing kultur di hari ke-0 sebanyak 935×10^4 , 900×10^4 , 910×10^4 , 1015×10^4 , dan mikroalga kontrol sebanyak 960×10^4 sel per 1 ml. Kultivasi pada mikroalga dilakukan secara *kontinyu* selama 9 hari.

Pada kurva pertumbuhan kultur yang dipapar daya magnet 400 gauss, 1600 gauss, 4800 gauss, dan kultur

tanpa perlakuan (kontrol), fase eksponensialnya berlangsung selama 8 hari yang dimulai dari hari ke-1 sampai hari ke-8. Dari kurva pertumbuhan menunjukkan bahwa pertumbuhan kultur yang dipapar daya magnet 4000 lebih unggul jika dibandingkan dengan kultur yang dipapar daya magnet 400 gauss, 1600 gauss, 4800 gauss, dan kontrol. Selain itu, dari kelima laju pertumbuhan yang disajikan dalam kurva pertumbuhan pada Gambar 4., menunjukkan bahwa kelima kultur mikroalga mengalami fase lag yang sangat singkat hanya berlangsung selama hari ke-0. Hal ini diperkirakan pada saat inokulasi mikroalga yang berasal dari inokulum yang berada pada fase eksponensial (fase pertumbuhan), sehingga sel mikroalga berkembang biak dengan cepat dan sel mikroalga membelah dengan laju yang konstan.



Gambar 4. Kurva Pertumbuhan Mikroalga *Choricystis* sp. LIPI-LBB13-AL045 yang Dipapar Variasi Daya Magnet 400 gauss, 1600 gauss, 4000 gauss, 4800 gauss, dan Kontrol

3. Ekstraksi Lipid

Ekstraksi lipid dilakukan pada biomassa kultur mikroalga yang sudah dipanen pada saat memasuki fase stasioner di hari ke-9, karena pada fase ini kandungan lipid mikroalga meningkat meskipun mikroalga berada pada kondisi yang kurang menguntungkan. Biomassa tersebut masing-masing berasal dari kultur mikroalga yang dimasukkan ke dalam botol valkon sebanyak 40 ml yang kemudian disentrifugasi selama 5 menit dengan kecepatan 6000 rpm. Dari masing-masing kultur didapatkan 4 botol valkon berisi biomassa basah, selanjutnya 2 botol valkon berisi biomassa dikeringkan di dalam oven dengan temperatur 60°C untuk diketahui bobot biomassa keringnya dan 2 botol valkon lainnya yang berisi biomassa basah diekstrak untuk diambil lipidnya. Proses ekstraksi lipid mikroalga menggunakan metode *Bligh Dyer*, dengan menambahkan pelarut kloroform dan methanol serta aquades pada biomassa basah, masing-masing

dengan perbandingan 1:1: $\frac{1}{2}$ (2 ml kloroform : 2 ml methanol : 1 ml aquades).

4. Pengaruh Medan Magnet terhadap Pertumbuhan Mikroalga dan Pengaruh Medan Magnet terhadap Produktivitas Lipid Mikroalga

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan pada kultur mikroalga yang dipapar dengan medan magnet kutub selatan (S) dan utara (U) menunjukkan adanya pengaruh bagi pertumbuhan mikroalga. Pengaruh kutub medan magnet dapat dilihat pada Tabel 2., yang menunjukkan bahwa tingkat pertumbuhan spesifik yang cepat terjadi pada mikroalga yang dipapar kutub S, yaitu sebanyak 0,3187 sel/hari yang artinya dalam sehari terjadi penambahan generasi baru sebanyak 0,3187 sel dan mikroalga tersebut membutuhkan waktu untuk menggandakan (*doubling time*) sel selama 2,18 hari. Kemudian diikuti oleh pertumbuhan mikroalga kontrol (K) yang menghasilkan 0,2423

sel/hari dan membutuhkan waktu untuk menggandakan sel selama 2,88 hari. Pertumbuhan berikutnya pada mikroalga yang dipapar kutub U medan magnet menghasilkan 0,2237 sel/hari dan membutuhkan waktu selama 3,15 hari untuk menggandakan selnya.

Lamanya waktu yang dibutuhkan mikroalga untuk melangsungkan pembelahan sel akan berimplikasi terhadap kecepatan pertumbuhan. Semakin cepat waktu yang dibutuhkan mikroalga untuk melakukan pembelahan atau menggandakan sel, maka produksi sel perharinya pun akan ikut meningkat. Faktor utama yang mempengaruhi pertumbuhan adalah nutrisi atau unsur hara yang terkandung dalam media pertumbuhan. Dari hasil pengaruh paparan medan magnet terhadap pertumbuhan mikroalga dapat dilihat bahwa kultur yang dipapar oleh medan magnet kutub S menghasilkan laju pertumbuhan yang spesifik lebih cepat jika dibandingkan dengan pertumbuhan kultur mikroalga lainnya.

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan pada kultur mikroalga yang dipapar dengan medan magnet kutub S dan kutub U menunjukkan adanya pengaruh bagi produktivitas lipid mikroalga *Choricystis* sp. LIPI-LBB13-AL045. Pengaruh medan magnet dapat dilihat pada Tabel 3, yang menunjukkan bahwa produktivitas lipid mikroalga dipengaruhi oleh kandungan lipid (L_c) dan produktivitas biomassa (P_B) mikroalga. Menurut Borowitzka (1988), produktivitas biomassa sangat berperan penting terhadap

produktivitas lipid mikroalga, meskipun kandungan lipid lebih rendah dari produktivitas biomasanya, maka hasil produktivitas lipidnya tinggi. Sebaliknya jika produktivitas biomassa lebih rendah dari kandungan lipidnya, maka produktivitas lipidnya pun rendah.

Dari hasil yang tercantum pada Tabel 2, produktivitas lipid rata-rata yang dihasilkan oleh mikroalga yang dipapar medan magnet kutub S sebesar $39,16 \pm 0,56$ mg/L/hari dikarenakan produktivitas biomassa pada mikroalga kutub S tinggi meskipun kandungan lipidnya rendah jika dibandingkan dengan mikroalga kutub U dan kontrol. Produktivitas lipid mikroalga yang dipapar medan magnet kutub S hasilnya sudah lebih unggul dari penelitian tanpa perlakuan medan magnet yang dilakukan sebelumnya, yaitu *Choricystis* sp. LIPI-LBB13-AL045, menghasilkan produktivitas lipid sebesar 33,43 mg/L/hari (Praharyawan, *et al.*, 2016). Hal ini dikarenakan medan magnet kutub S bersifat ekspansi terhadap kultur mikroalga, sehingga medan magnet mempengaruhi pemanfaatan nutrisi dan unsur hara secara optimum yang meningkatkan proses respirasi seluler. Proses respirasi seluler yang meningkat dapat mempengaruhi pertumbuhan sel mikroalga, sehingga biomassa mikroalga yang dihasilkan pun meningkat. Biomassa mikroalga berasal dari nitrogen yang berada pada media kultur, jika nitrogen di dalamnya masih tinggi maka produksi biomassa pun tinggi (Borowitzka, 1988).

Tabel 2. Pertumbuhan Spesifik dan Produktivitas Lipid Mikroalga yang Dipapar Medan Magnet Kutub S, Kutub U, dan Kontrol.

Kondisi	<i>Growth rate</i> μ (sel/hari)	<i>Doubling time</i> (hari)	Rata-rata <i>Lipid Content</i> \pm SD	Rata-rata produktivitas biomassa \pm SD	Rata-rata produktivitas lipid \pm SD
S	0,3187	2,18	48,29 \pm 1,02	81,11 \pm 0,55	39,16 \pm 0,56
K	0,2423	2,88	61,78 \pm 2,91	43,61 \pm 4,72	26,80 \pm 1,64
U	0,2237	3,15	63,75 \pm 0,085	48,47 \pm 1,53	30,9 \pm 1,02

Keterangan: S: Selatan, K: Kontrol, dan U: Utara.

5. Pengaruh Variasi Daya Magnet terhadap Pertumbuhan Mikroalga dan Pengaruh Variasi Daya Magnet terhadap Produktivitas Lipid Mikroalga

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan pada kultur mikroalga yang dipapar dengan variasi daya magnet 400 gauss, 1600 gauss, 4000 gauss, dan 4800 gauss menunjukkan adanya pengaruh bagi pertumbuhan mikroalga. Pengaruh variasi daya magnet dapat dilihat pada Tabel 3., yang menunjukkan bahwa tingkat pertumbuhan spesifik cepat terjadi pada mikroalga yang dipapar dengan daya 4000 gauss, yaitu sebanyak 0,2928 sel/hari yang artinya dalam sehari terjadi penambahan generasi baru sebanyak 0,2928 sel dan mikroalga tersebut membutuhkan waktu untuk menggandakan (*doubling time*) sel selama 2,36 hari. Kemudian diikuti oleh pertumbuhan mikroalga kontrol (K) yang menghasilkan 0,2556 sel/hari dan membutuhkan waktu untuk menggandakan sel selama 2,71 hari. Pertumbuhan berikutnya diikuti oleh mikroalga yang dipapar daya 1600 gauss menghasilkan 0,2549 sel/hari dan membutuhkan waktu selama 2,72 hari untuk menggandakan selnya. Selanjutnya

diikuti oleh pertumbuhan yang dipapar daya 4800 gauss menghasilkan 0,2340 sel/hari dan membutuhkan waktu selama 2,96 untuk menggandakan sel. Di posisi terakhir, pertumbuhan spesifik lambat ditunjukkan pada pertumbuhan yang dipapar daya 400 gauss dengan hasil 0,2220 sel/hari dan membutuhkan waktu selama 3,12 untuk menggandakan selnya.

Lamanya waktu yang dibutuhkan mikroalga untuk melangsungkan pembelahan sel akan berimplikasi terhadap kecepatan pertumbuhan. Semakin cepat waktu yang dibutuhkan mikroalga untuk melakukan pembelahan atau menggandakan sel, maka produksi sel perharinya pun akan ikut meningkat. Faktor utama yang mempengaruhi pertumbuhan adalah nutrisi atau unsur hara yang terkandung dalam media pertumbuhan. Dari hasil pengaruh variasi daya magnet terhadap pertumbuhan mikroalga dapat dilihat, bahwa kultur yang dipapar oleh daya 4000 gauss menghasilkan hasil yang spesifik lebih cepat jika dibandingkan dengan pertumbuhan kultur mikroalga lainnya. Meskipun daya 4000 gauss bukan merupakan daya yang paling besar pada

perlakuan variasi daya magnet ini, namun pengaruhnya dapat dikatakan sesuai dengan hasil penelitian-penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya tentang variasi daya magnet.

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan pada kultur mikroalga yang dipapar dengan variasi daya magnet 400 gauss, 1600 gauss, 4000 gauss, dan 4800 gauss menunjukkan adanya pengaruh bagi produktivitas lipid mikroalga *Choricystis* sp. LIPI-LBB13-AL045. Pengaruh daya magnet dapat dilihat pada Tabel 3., yang menunjukkan bahwa produktivitas lipid mikroalga dipengaruhi oleh kandungan lipid (Lc) dan produktivitas biomassa (P_B) mikroalga. Menurut Borowitzka 1987, produktivitas biomassa sangat berperan penting terhadap produktivitas lipid mikroalga,

meskipun kandungan lipid lebih rendah dari produktivitas biomasanya, maka hasil produktivitas lipidnya tinggi. Sebaliknya jika produktivitas biomassa lebih rendah dari kandungan lipidnya, maka produktivitas lipidnya pun rendah. Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa produktivitas lipid rata-rata unggul dihasilkan oleh mikroalga yang dipapar daya magnet 4000 yang menghasilkan produktivitas lipid sebesar $49,36 \pm 0,91$ mg/L/hari. Hasil berikutnya diikuti oleh mikroalga yang dipapar daya magnet 400 gauss, 4800 gauss 1600 gauss, dan kontrol secara berurutan menghasilkan produktivitas lipid sebesar $19,21 \pm 0,65$ mg/L/hari, $13,64 \pm 0,37$ mg/L/hari, $13,28 \pm 0,85$ mg/L/hari, dan $11,5 \pm 0,27$ mg/L/hari.

Tabel 3. Pertumbuhan Spesifik dan Produktivitas Lipid Mikroalga yang Dipapar Variasi Daya Magnet 400, 1600, 4000, 4800 gauss, dan Kontrol

Kondisi	<i>Growth rate</i> μ (sel/hari)	<i>Doubling time</i> (hari)	Rata-rata <i>Lipid Content</i> \pm SD	Rata-rata produktivitas biomassa \pm SD	Rata-rata produktivitas lipid \pm SD
K	0,2556	2,71	$39,66 \pm 0,77$	$29,025 \pm 1,24$	$11,5 \pm 0,27$
400	0,2220	3,12	$57,24 \pm 2,22$	$33,33 \pm 2,78$	$19,21 \pm 0,65$
1600	0,2549	2,72	$43,39 \pm 1,38$	$30,69 \pm 2,915$	$13,28 \pm 0,85$
4000	0,2928	2,36	$46,05 \pm 1,03$	$107,29 \pm 4,38$	$49,36 \pm 0,91$
4800	0,2340	2,96	$47,70 \pm 0,83$	$28,60 \pm 0,26$	$13,64 \pm 0,37$

KESIMPULAN

Kesimpulan dari hasil penelitian pengaruh medan magnet terhadap produktivitas lipid mikroalga *Choricystis* sp. LIPI-LBB13-AL045 untuk produksi biodiesel, yaitu:

1. Medan magnet kutub S berpengaruh terhadap pertumbuhan spesifik yang mencapai $0,3187$ sel/hari dan menghasilkan produktivitas lipid mencapai $39,16 \pm 0,56$ mg/L/hari.
2. Daya magnet 4000 gauss berpengaruh terhadap pertumbuhan

spesifik yang mencapai 0,2928sel/hari dan menghasilkan produktivitas lipid mencapai 49,36±0,91 mg/L/hari.

SARAN

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai optimasi variasi daya magnet yang lebih beragam terhadap pertumbuhan dan produktivitas lipid mikroalga *Choricystis* sp. LIPI-LBB13-AL045.

DAFTAR PUSTAKA

- Borowitzka, MA. 1988. *Fats, Oil and Hydrocarbons*. "Micro-algal Biotechnology". Cambridge: Cambridge University Press
- Chen, Y., Li, X., Sun, Z., and Zhou, Z. 2017. *Isolation and Identification of Choricystis minor Fottand mass cultivation for oil production*. *Algal Research*, pp: 142-148
- Chisti, Yusuf. 2007. *Biodiesel from Microalgae*. "Biotechnology Advances", pp: 294-306
- Demirbas, A and Demirbas, M.F. 2011. *Importance of Algae Oil as a Source of Biodiesel*. "Elvesier", Vol: 52, No: 1, Hal: 163-170
- Iqbal, M., Haq, Z.U., Jamil, Y., and Ahmad, M.R. 2012. *Effect of Presowing Magnetic Treatment on Properties of Pea*. "International Agrophysic", Pp: 25-31. Bandung: Institut Teknik Bandung
- Jati, F., Johannes H., dan Vivi E.H. 2012. *Pengaruh Penggunaan Dua Jenis Media Kultur yang Berbeda Terhadap Pola Pertumbuhan, Kandungan Protein dan Asam Lemak Omega 3 EPA (Chaetoceros gracilis)*. "Jurnal of Aquaculture Management and Technology", Vol: 1, Hal: 221 - 235. Surabaya: Institut Teknik Surabaya
- Praharyawan, S., D.Y. Rahman., and D. Susilaningsih. 2016. *Characterization of Lipid Productivity and Fatty Acid Profile of Three Fast Growing Microalgae Isolated from Bengkulu for Possible use in Health Application*. "Journal of Tropical Life Science". Vol: 6, No: 2, pp: 79-85
- Rahmawati, S dan Gonggo, S.T. 2013. *Sintesis Membran Elektrolit Kitosan Untuk Aplikasi Ion Litium*. "Prosiding Seminar Nasional Sains dan Matematika II", Hal: 302-305
- Saragih, H., Tobing, J., dan Silaban, O. 2010. *Meningkatkan Laju Pertumbuhan Kecambah Kedelai dengan Berbantuan Medan Magnetik Statik*. "Prosiding Seminar Nasional Fisika". Bandung: Universitas Advent Indonesia
- Vandamme, D., Foubert, I. and Muylaert, K. 2013. *Flocculation as a low-cost Method for Harvesting Microalgae for bulk Biomass Production*. *Trends in Biotechnology*, Vol: 31, No: 4, Hal: 233-239
- Wang., Zeng., Guo., and Li. 2008. *Effects of Magnetic Field on the Antioxidant defense System of Recirculation Cultured Chlorella vulgaris*. "Bioelectromagnetics", pp: 39-44

Widianingsih, R., Hartati, H.,
Endarwati, E., Yudiati., dan V. R.
Iriani. 2011. Pengaruh
Pengurangan Konsentrasi Fosfat
dan Nitrat Terhadap Kandungan
Lipid Total *Nannochloropsis* sp.
“*Jurnal Kelautan*”, Vol 16, Hal :
24-29. Lampung: Universitas
Negeri Lampung