



PROSIDING

SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA III

"Teori dan Aplikasi Sains dalam Isu Globalisasi Lingkungan, Profesionalisasi Pembelajaran dan Kewirausahaan"

Program Studi Pendidikan Kimia Jurusan PMIPA FKIP UNS

Surakarta, 7 Mei 2011



MAKALAH PENDAMPING

POSTER
(Kode : H-04)

ISBN : 978-979-1533-85-0

PROFIL ASAM LEMAK DAN KADUNGAN PIGMEN *Scenedesmus sp* YANG DIKULTIVASI PADA BERBAGAI KONSENTRASI TRISODIUM FOSFAT

Ni Wayan Sri Agustini^{1*}

¹Pusat Penelitian Bioteknologi-LIPI
Jl. Raya Bogor Km.46, Cibinong, Bogor
*e-mail: wayan_sa2002@yahoo.com

Abstrak

Mikroalga potensial yang mempunyai prospek cerah dimasa mendatang salah satunya adalah *Scenedesmus sp*. Hal ini dikarenakan *Scenedesmus sp* memiliki senyawa bioaktif seperti pigmen dan asam lemak. Produksi pigmen dan asam lemak dari mikroalga berkaitan erat dengan ketersediaan nutrisi seperti fosfat. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi konsentrasi fosfat terhadap kandungan pigmen dan asam lemak dari *Scenedesmus sp*. Sumber fosfat yang digunakan adalah Trisodium Fosfat (TSP) dengan konsentrasi yaitu 0,1 g/L, 0,2 g/L, 0,3 g/L, 0,6 g/L dan 0,9 g/L. Analisis kadar klorofil dan karotenoid dilakukan saat fase logaritmik dan stasioner menggunakan spektrofotometri. Sedangkan identifikasi asam lemak dilakukan menggunakan GC-MS terhadap kultur yang menghasilkan kadar lemak paling tinggi (konsentrasi TSP 0,2 g/L). Hasil penelitian menunjukkan bahwa kandungan klorofil dan karotenoid tertinggi dihasilkan pada konsentrasi fosfat 0,6 g/L pada fase stasioner masing-masing sebesar 61,268 bpj dan 27,334 bpj. Hasil identifikasi asam lemak menunjukkan bahwa asam lemak yang terdapat pada fase logaritmik yaitu asam miristat, asam tridesilat, asam palmitat, asam pentadesilat, asam 10,13-oktadekadienoat, asam linoleat, asam oleat, dan asam stearat. Sedangkan asam lemak pada fase stasioner yaitu asam pentadesilat, asam palmitat, asam linoleat, asam 10,13-oktadekadienoat, asam 11-oktadekanoat, asam oleat, dan asam stearat. Dari hasil analisis statistik menggunakan ANOVA dapat disimpulkan bahwa tidak ada perbedaan bermakna kadar klorofil pada fase logaritmik, sedangkan kadar klorofil pada fase stasioner terdapat perbedaan bermakna. Sedangkan analisis statistik (ANOVA) dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat perbedaan bermakna kadar karotenoid baik pada fase logaritmik maupun fase stasioner dari berbagai kultur yang diberikan konsentrasi fosfat yang berbeda.

Kata kunci : *Scenedesmus sp.*, klorofil, karotenoid, asam lemak, trisodium fosfat.

PENDAHULUAN

Potensi mikroalga sebagai mikroorganisme penghasil polisakarida, lemak, protein, enzim, pigmen, antibiotik dan lainnya, telah diketahui dan dimanfaatkan dalam berbagai bidang seperti bidang akuakultur, pangan, energi, kesehatan, kedokteran dan farmasi. Salah satu mikroalga potensial tersebut adalah *Scenedesmus sp.* yang telah dikembangkan karena memiliki komponen senyawa kimiawi serta nilai gizi tinggi seperti adalah polisakarida, lemak, protein, antibiotika, karbohidrat, asam lemak dan pigmen

Pigmen yang terkandung dalam *Scenedesmus sp.* adalah klorofil dan karotenoid.

Pigmen tersebut banyak digunakan sebagai pewarna alami yang digunakan dalam bidang farmasi, kedokteran dan kosmetik. Selain untuk menentukan penerimaan produk oleh konsumen, pigmen juga berperan sebagai salah satu indikator mutu pangan dan non pangan.

Permintaan dan penggunaan zat pewarna alami akan terus meningkat karena permintaan masyarakat terutama negara-negara maju untuk beralih dari pewarna sintetis ke pewarna alami. Hal ini disebabkan karena beberapa pewarna sintetis diketahui bersifat toksik dan karsinogen [2]. Sedangkan, pewarna alami (biopigmen) mempunyai beberapa keunggulan antara lain

tidak menimbulkan efek samping, dan dapat diuraikan kembali bila terbuang ke lingkungan.

Disamping menghasilkan pigmen, mikroalga *Scenedesmus* sp. merupakan salah satu organisme laut yang mempunyai potensi dalam memproduksi asam lemak. Asam lemak yang terkandung dalam *Scenedesmus* sp. yaitu asam lemak jenuh dan asam lemak tidak jenuh [1]. Asam lemak jenuh antara lain asam stearat dan asam palmitat yang merupakan asam lemak jenuh yang baik bagi jantung. Asam lemak tak jenuh antara lain yaitu asam lemak omega-6 dan omega-9 yang merupakan asam lemak esensial yang dibutuhkan oleh tubuh [4]. Asam lemak omega-6 dan omega-9 memiliki banyak manfaat seperti menurunkan kadar kolesterol dalam darah, mencegah arterosklerosis, trombosis, mencegah tekanan darah tinggi [5].

Perkembangan bioteknologi dewasa ini memungkinkan pemanfaatan mikroalga untuk memproduksi pigmen yang aman dan dapat digunakan sebagai pengganti pewarna sintetis dan pemanfaatan mikroalga sebagai alternatif sumber asam lemak, karena dengan memproduksi langsung dari mikroalga dapat dihindari komponen-komponen yang tidak diinginkan seperti bau amis dan kolesterol.

Produksi pigmen dan asam lemak dari mikroalga berkaitan erat dengan ketersediaan unsur hara makro dan mikro serta dipengaruhi oleh kondisi lingkungan. Salah satu unsur hara makro yang berperan penting pada proses biosintesis sel dan transfer energi yaitu fosfat [6].

Sumber fosfat yang digunakan pada penelitian ini yaitu Trisodium fosfat (TSP). TSP sebagai sumber fosfat merupakan unsur penting bagi semua bentuk kehidupan dan sangat berperan dalam transformasi energi metabolik. Selain itu, TSP memiliki kelebihan yaitu harganya murah dan mudah didapat di pasaran [7].

Sehubungan dengan pentingnya fosfat bagi mikroalga, maka perlu dikaji lebih jauh lagi pengaruh fosfat terhadap produksi pigmen dan asam lemak dari mikroalga *Scenedesmus* sp. Dalam penelitian ini yang dimaksud dengan kandungan pigmen adalah jenis dan kadar klorofil dan karotenoid. Sedangkan profil asam lemak adalah jenis dan kadar relatif (luas area puncak yang terdeteksi) yang dihasilkan kultur *Scenedesmus* sp.

METODOLOGI PENELITIAN

BAHAN PENELITIAN

Mikroalga *Scenedesmus* sp. yang merupakan koleksi kultur milik Laboratorium Akuakultur Puslit Bioteknologi LIPI Cibinong.

CARA KERJA

1. Kultivasi

Scenedesmus sp. dikultivasi pada botol ukuran 2 liter dengan intensitas cahaya 2500 – 2600 lux, aerasi terus menerus, dan pH awal kultur 7,0. Setelah stok kultur mencapai fase logaritmik, kultur diperbanyak lagi menjadi 5 buah botol berkapasitas 2 liter. Komposisi media yang digunakan terdiri dari :

Kultur yang akan diperbanyak terlebih dahulu dihitung kepadatannya dengan metode turbidimetri agar dapat dihitung jumlah volume kultur yang akan ditambahkan. Untuk mengetahui perhitungan volume kultur yang akan ditambahkan digunakan rumus: $V_1 \times N_1 = V_2 \times N_2$, dimana : N_1 = kepadatan sel mikroalga dari kultur, V_1 = volume kultur yang akan ditambahkan (mL), N_2 = kepadatan sel mikroalga yang dikehendaki, V_2 = volume kultur yang dikehendaki (mL)

2. Penetapan kepadatan biomasa pada kultur dengan metode Turbidimetri

Scenedesmus sp. ditetapkan kepadatannya dengan menggunakan serapan spektrofotometer pada panjang gelombang 680 nm. Data berupa

absorban yang diperoleh dibuat dalam bentuk kurva hubungan antara hari pengambilan sampel dengan kepadatan biomassa.

3. Ekstraksi pigmen klorofil dan karotenoid

Sebanyak 25 mL sampel *Scenedesmus* sp. disentrifus 3500 rpm selama 10 menit supernatannya dibuang, sedangkan biomassa ditambahkan 7,5 mL etanol, 18 tetes kalium hidroksida 60% dan 7,5 mL natrium klorida 0,9%. Kemudian disonikasi 40 Hz selama 4 menit, lalu disentrifus dengan kecepatan 3500 rpm selama 10 menit. Supernatan ditambah 7,5 mL dietil eter kemudian dikocok didapat 2 lapisan. Lapisan bawah yaitu fase etanol (fase klorofil) dan lapisan atas yaitu fase dietil eter (fase karotenoid). Klorofil diukur pada panjang gelombang 663 nm dan 645 nm. Karotenoid diukur pada panjang gelombang 444 nm. Kadar klorofil dan karotenoid dihitung dengan rumus :

$$\text{Total klorofil (mg/L)} = 8,02 A_{663} + 20,2 A_{645} ,$$

$$\text{Karotenoid (mg/L)} = 3,92 \times A_{444},$$

Keterangan: A = hasil absorbansi

4. Penetapan kadar lemak total pada *Scenedesmus* sp.

Sebanyak 25 mL sampel *Scenedesmus* sp. disentrifus 3500 rpm selama 10 menit lalu lapisan atas dibuang. Endapan dilarutkan dengan 10 mL metanol: kloroform: air (2:1:0,8) dan disonikasi 40 Hz selama 4 menit. Kemudian disentrifus kembali 3500 rpm selama 5 menit. Supernatan diambil, bila endapan masih berwarna hijau diekstraksi kembali sampai endapan berwarna pucat. Supernatan dikumpulkan dan diekstraksi kembali dengan kloroform : air (1:1). Setelah terjadi pemisahan, lapisan atas (fase metanol-air) dibuang dan lapisan bawah (fase kloroform) diambil. Ekstrak dikeringkan dengan gas nitrogen, kemudian timbang bobot keringnya. Kadar lemak dihitung dengan rumus :

$$\text{Kadar lemak} = \frac{(A - B)}{25\text{mL}}$$

Keterangan: A = Bobot cawan penguap dan lemak (mg)

B = Bobot cawan penguap (mg)

5. Identifikasi asam lemak pada *Scenedesmus* sp.

Fase kering yang didapat dari penetapan kadar lemak total ditambah 7,5 mL metanol dan 0,25 mL kalium hidroksida 33%, kemudian panaskan di waterbath selama 1 jam pada suhu 70°C. Kemudian ditambahkan 7,5 mL n-heksana dan dipusingkan dengan *vortex mixer* selama 10 menit. Fase n-heksana dipisahkan dan ditambahkan 5 mL boron trifluorida dalam metanol, kemudian panaskan kembali di waterbath pada suhu 70°C selama 30 menit. Kemudian hasil pemanasan dialiri dengan gas nitrogen sampai didapat fase kering. Fase kering ditambahkan n-heksana dan sampel siap diinjeksikan pada kromatografi gas-spektrometer massa.

Rancangan Penelitian

Analisis data menggunakan ANOVA satu arah

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Penetapan Fase Pertumbuhan *Scenedesmus* sp.

Pertumbuhan mikroalga ditandai dengan meningkatnya jumlah populasi sel mikroalga. Pola pertumbuhan mikroalga dapat dilakukan dengan berbagai cara yaitu menghitung kepadatan biomassa secara gravimetri, turbidimetri, dan menghitung jumlah sel dibawah mikroskop dengan menggunakan haemositometer.

Pada penelitian ini, kurva pertumbuhan dilakukan dengan metode turbidimetri menggunakan spektrofotometer dengan panjang gelombang 680 nm. Hal ini karena perhitungannya dapat dilakukan dengan cepat

tanpa merusak aktivitas biosintesis sel. Berdasarkan hasil pengamatan selama 25 hari masa kultivasi fase lag sangat singkat, hal ini disebabkan karena stok kultur *Scenedesmus* sp. yang dikultivasi ke dalam media percobaan berada pada kondisi fase logaritmik, dimana pada fase ini sel sedang giat melaksanakan proses metabolisme sehingga mampu beradaptasi dengan medium dan kondisi baru.

Kurva fase pertumbuhan sel *Scenedesmus* sp. pada berbagai konsentrasi fosfat dengan metode turbidimetri dapat dilihat pada Gambar 1. Berdasarkan grafik 1 didapat bahwa kepadatan biomassa maksimum pada masing-masing perlakuan konsentrasi fosfat dicapai pada hari yang berbeda-beda. Kepadatan tertinggi ditunjukkan pada media dengan penambahan TSP 0,2 g/L, fase logaritmik pada media ini dicapai pada hari ke-8 dengan absorban sebesar 2,852 dan fase stasioner dicapai pada hari ke-16 sampai hari ke-22 dengan absorban sebesar 4,968

Kepadatan terendah ditunjukkan pada media dengan penambahan TSP 0,9 g/L, fase logaritmik pada media ini dicapai pada hari ke-10 dengan absorban sebesar 2,759 dan fase stasioner dicapai pada hari ke-21 sampai hari ke-24 dengan absorban sebesar 4,964. Sedangkan media kontrol yaitu media dengan penambahan TSP 0,3 g/L, fase logaritmik dicapai pada hari ke-8 dengan absorban sebesar 2,628 dan fase stasioner dicapai pada hari ke-17 sampai hari ke-22 dengan absorban sebesar 4,968.

Berdasarkan hal tersebut, dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi konsentrasi TSP yang digunakan sebagai sumber fosfat, maka pertumbuhan atau kepadatan sel makin rendah.

Fosfat merupakan salah satu unsur makronutrisi yang dibutuhkan dalam proses biosintesis sel sehingga dengan tersedianya unsur fosfat akan mempengaruhi laju produksi

biomassa. Penggunaan fosfat untuk meningkatkan pertumbuhan dan perkembangan sel tergantung pada besar konsentrasi yang digunakan sebab dengan konsentrasi yang tinggi dapat menghambat pertumbuhan dan perkembangan sel sehingga dapat berpengaruh terhadap laju produksi biomassa. Hal ini menunjukkan bahwa fosfat dapat sebagai faktor pembatas dalam pertumbuhan dan perkembangan sel *Scenedesmus* sp.

B. Penetapan Kadar Klorofil Pada *Scenedesmus* sp.

Ekstraksi klorofil menggunakan pelarut etanol. Ekstrak klorofil yang diperoleh ditetapkan kadar klorofil menggunakan spektrofotometer pada λ 663 nm dan λ 645 nm.

Berdasarkan Gambar 2 terlihat, kadar klorofil saat fase stasioner mengalami peningkatan pada semua media percobaan. Kadar klorofil tertinggi dihasilkan pada media dengan penambahan TSP 0,6 g/L sebesar 61,268 bpj pada fase stasioner. Kadar klorofil terendah dihasilkan pada media dengan penambahan TSP 0,1 g/L sebesar 46,177 bpj pada fase stasioner. Sedangkan media kontrol, yaitu dengan penambahan TSP 0,3 g/L, kadar klorofil mencapai maksimum pada fase stasioner sebesar 55,483 bpj.

Rendahnya kadar klorofil pada media dengan konsentrasi fosfat 0,1 g/L dibandingkan dengan media lainnya disebabkan oleh ketersediaan unsur fosfat yang tidak optimum sehingga tidak mampu merangsang pertumbuhan mikroalga tersebut dengan baik.

Kadar klorofil mengalami peningkatan pada fase stasioner. Hal ini dapat disebabkan karena adanya keterbatasan cahaya akibat populasi sel yang padat pada fase stasioner, sehingga kultur berusaha untuk memperoleh cahaya dengan meningkatkan kandungan pigmennya. Pada

penelitian ini terjadi peningkatan kadar klorofil pada fase stasioner. Hal ini sesuai dengan pendapat Darley (1992), bahwa sel-sel yang kurang mendapatkan cahaya cenderung akan mengakumulasi klorofil [8].

Berdasarkan pengamatan terhadap kepadatan biomassa dan kandungan klorofil terlihat bahwa peningkatan kepadatan biomassa diikuti oleh peningkatan kadar klorofil. Hal ini terkait dengan peranan klorofil sebagai pigmen fotosintesis.

Hasil analisis statistik menggunakan ANOVA menunjukkan hasil bahwa F-hitung : 1,164 lebih kecil daripada F-tabel : 3,62, sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak ada perbedaan bermakna kadar klorofil pada fase logaritmik dari berbagai kultur yang diberikan konsentrasi fosfat yang berbeda.

Sedangkan pada fase stasioner terdapat perbedaan kadar klorofil yang sangat bermakna dari berbagai kultur yang diberikan konsentrasi fosfat yang berbeda karena F-hitung : 19,794 lebih besar daripada F-tabel : 3,63.

C. Penetapan Kadar Karotenoid Pada *Scenedesmus* sp.

Karotenoid banyak digunakan dalam bidang farmasi yaitu untuk pewarna kapsul gelatin dan sirup. Karotenoid juga berfungsi melindungi klorofil dari kerusakan akibat oksidasi saat tingkat penyinaran tinggi.

Pada tahap awal analisis karotenoid, biomassa diekstraksi menggunakan partisi pelarut etanol dan dietil eter untuk memisahkan klorofil dan karotenoid. Kalium hidroksida 60% digunakan dalam tahap penyabunan yang berfungsi untuk melepaskan ikatan ester dari karotenoid. Natrium hidroksida 0,9 % untuk membantu proses pemecahan dinding sel. Dietil eter untuk menarik lapisan karotenoid.

Kadar karotenoid dari mikroalga *Scenedesmus* sp. pada berbagai konsentrasi fosfat dapat dilihat pada Gambar 3. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan selama 25 hari masa kultivasi, kandungan karotenoid yang terdapat pada setiap kultur berbeda-beda. Pada Gambar 3 tampak kadar karotenoid meningkat pada fase stasioner dibandingkan pada fase logaritmik. Kadar karotenoid tertinggi dihasilkan pada media dengan penambahan TSP 0,6 g/L sebesar 27,334 bpj saat sel mengalami fase stasioner. Kadar karotenoid terendah dihasilkan pada media dengan penambahan TSP 0,1 g/L sebesar 20,141 bpj pada fase stasioner. Sedangkan media kontrol, yaitu dengan penambahan TSP 0,3 g/L, kadar karotenoid mencapai maksimum pada fase stasioner sebesar 24,646 bpj.

Fosfat merupakan unsur makronutrisi yang sangat diperlukan dalam proses biosintesis sel. Fosfat juga merupakan struktur dasar pembentukan sel sehingga apabila ketersediaan unsur fosfat kurang memadai dapat menyebabkan penghambatan pertumbuhan dan perkembangan sel secara keseluruhan sehingga akan berpengaruh terhadap produksi karotenoid.

Peningkatan kadar karotenoid terjadi pada fase stasioner karena pada fase ini populasi sel sangat padat dan sel lebih tahan terhadap radiasi cahaya yang berlebih dibandingkan pada fase logaritmik, sehingga kandungan pigmen karotenoid semakin meningkat.

Berdasarkan hasil analisis statistik menggunakan ANOVA terhadap karotenoid saat fase logaritmik dan stasioner diperoleh nilai F-hitung (logaritmik) : 0,367 dan nilai F-hitung (stasioner) : 0,49 sedangkan nilai F-tabel (logaritmik dan stasioner) : 3,63, sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat perbedaan bermakna kadar karotenoid baik pada fase logaritmik maupun fase stasioner dari berbagai

kultur yang diberikan konsentrasi fosfat yang berbeda.

D. Penetapan Kadar Lemak Pada *Scenedesmus* sp.

Lemak pada mikroalga *Scenedesmus* sp. berfungsi sebagai komponen membran sel, cadangan makanan dan melindungi sel dari kondisi yang tidak menguntungkan seperti pada saat kekurangan nutrisi. Pada tahap analisis lemak, sampel diekstraksi menggunakan larutan dengan komposisi metanol-kloroform-akuadest (2:1:0,8). Penambahan kloroform dimaksudkan agar lemak yang terdapat dalam sel larut dalam kloroform.

Kadar lemak dari mikroalga *Scenedesmus* sp. pada berbagai konsentrasi fosfat dapat dilihat pada Gambar 4. Berdasarkan Gambar 4, terlihat kadar lemak saat fase stasioner mengalami peningkatan pada semua medium percobaan. Kadar lemak tertinggi dihasilkan pada media dengan penambahan TSP 0,2 g/L sebesar 0,4 mg/mL pada fase stasioner. Kadar lemak terendah dihasilkan pada media dengan penambahan TSP 0,9 g/L sebesar 0,24 g/L pada fase stasioner. Sedangkan media kontrol, yaitu dengan penambahan TSP 0,3 g/L, kadar lemak mencapai maksimum pada fase stasioner sebesar 0,36 g/L.

Kadar lemak pada media dengan konsentrasi TSP 0,9 g/L lebih rendah dibandingkan dengan media lainnya, hal ini disebabkan pertambahan konsentrasi fosfat yang terlampaui tinggi dapat menghambat pertumbuhan mikroalga.

Berdasarkan hasil penelitian terlihat bahwa kadar lemak mengalami peningkatan pada fase stasioner. Hal ini didukung hasil penelitian terhadap kandungan lemak dari *Spirulina* pada media dengan berbagai konsentrasi nitrogen. Dari

penelitian tersebut diketahui bahwa pada fase stasioner terjadi kenaikan kadar lemak.

Kadar lemak mikroalga mengalami peningkatan dari fase logaritmik hingga fase stasioner dan dipengaruhi oleh kondisi fisiologis sel dan ketersediaan nutrisi meskipun hanya dalam jumlah yang sedikit. Kandungan lemak total biasanya meningkat pada kondisi lingkungan tertekan yaitu dengan pembatasan sumber fosfat [9].

Asam lemak

Identifikasi asam lemak dilakukan menggunakan GC-MS terhadap kultur yang menghasilkan kadar lemak paling tinggi (konsentrasi TSP 0,2 g/L). Hasil identifikasi ekstrak *Scenedesmus* sp. dengan kromatografi gas-spektrometri massa (GC-MS) menunjukkan bahwa asam lemak yang terdapat pada fase logaritmik berbeda dengan asam lemak yang dihasilkan pada fase stasioner.

Asam lemak pada fase logaritmik yaitu asam miristat, asam tridesilat, asam palmitat, asam pentadesilat, asam 10,13-oktadekadienoat, asam linoleat, asam oleat, dan asam stearat (Tabel 2). Sedangkan asam lemak yang terdapat pada fase stasioner yaitu asam pentadesilat, asam palmitat, asam linoleat, asam 10,13-oktadekadienoat, asam 11-oktadekanoat, asam oleat, dan asam stearat (Tabel 3)

Hasil kromatogram ekstrak *Scenedesmus* sp. pada konsentrasi TSP 0,2 g/L pada fase logaritmik dapat dilihat pada Gambar 5. Hasil kromatogram ekstrak *Scenedesmus* sp. pada konsentrasi TSP 0,2 g/L pada fase stasioner dapat dilihat pada Gambar 6.

Jenis asam lemak yang teridentifikasi bukan hasil elusidasi struktur tetapi berdasarkan data library GC-MS. Senyawa asam lemak yang terdeteksi berupa metil ester asam lemak karena pada saat identifikasi dengan GC-MS hasil

ekstrak diubah menjadi bentuk metil ester asam lemak.

Asam lemak jenuh seperti asam palmitat dan asam laurat merupakan asam lemak jenuh yang baik bagi jantung. Asam lemak tidak jenuh seperti asam linoleat (asam lemak omega-6) dan asam oleat (asam lemak omega-9) memiliki manfaat yaitu dapat menurunkan kadar kolesterol, mencegah tekanan darah tinggi, mencegah penyakit jantung koroner [4].

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan, yaitu :

1. Variasi konsentrasi fosfat mempengaruhi kadar klorofil dan karotenoid yang dihasilkan kultur *Scenedesmus* sp. Makin besar konsentrasi fosfat (sampai dengan konsentrasi TSP 0,6 g/L) makin besar pula kadar klorofil dan karotenoid.
2. Kadar klorofil tertinggi dihasilkan pada konsentrasi fosfat 0,6 g/L sebesar 61,268 bpj pada fase stasioner. Kadar karotenoid tertinggi dihasilkan pada medium dengan konsentrasi TSP 0,6 g/L sebesar 27,334 bpj pada fase stasioner.
3. Variasi konsentrasi fosfat mempengaruhi kadar lemak yang dihasilkan kultur *Scenedesmus* sp. Makin besar konsentrasi fosfat, makin rendah kadar lemak yang dihasilkan.
4. Hasil analisa secara GC-MS, profil asam lemak dari kultur yang menghasilkan kadar lemak tertinggi menunjukkan komposisi asam lemak yang berbeda antara fase logaritmik dan stasioner.
5. Berdasarkan data library GC-MS yang digunakan untuk analisa asam lemak maka dapat diidentifikasi jenis asam lemak yang terdapat pada **fase logaritmik** yaitu **asam**

miristat, asam tridesilat, asam palmitat, asam pentadesilat, asam 10,13-oktadekadienoat, asam linoleat, asam oleat, dan asam stearat. Sedangkan asam lemak yang terdapat pada **fase stasioner** yaitu asam palmitat, asam pentadesilat, asam 10,13-oktadekadienoat, asam linoleat, **asam 11-oktadekanoat,** asam oleat, dan asam stearat.

UCAPAN TERIMAKASIH

Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan banyak terimakasih kepada Sdr Feni Irma Yanti yang telah membantu pada penelitian ini.

DAFTAR RUJUKAN

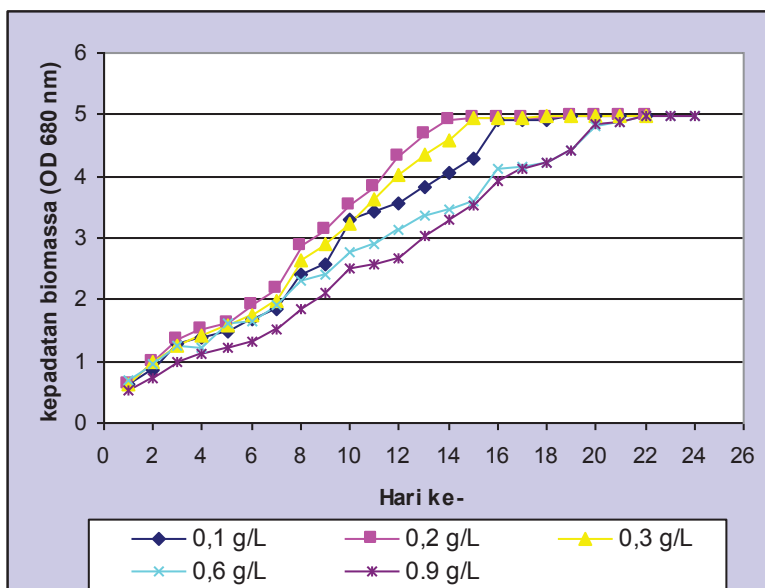
1. *Chapter in book.* Borowitzka MA, LJ Borowitzka. Microalgae Biotechnology. London: Cambridge University Press; 1986. p. 59-84.
2. *Whole book.* Novizan. 2002. Petunjuk pemupukan yang efektif. Jakarta: Agromedia Pustaka; h. 33-66.
3. *Article in journal.* Wiltshire KH, Boersma Maarten. 2003. Extraction of pigments and fatty acid from green alga *Scenedesmus obliquus* (Chlorophyceae). 34: 119-126.
4. *Article in journal.* Pratoomyot J., Srivilas P., and Noiraksar T. 2005. Fatty acids composition of 10 microalgal species. 27(6) : 1179-87.
5. *Whole book.* Winarno FG. Kimia pangan dan gizi. Jakarta: Gramedia; h. 100-31.
6. *Chapter in book.* Becker EW. Microalgae Biotechnology and Microbiology. Australia: Cambridge University Press, 1994. p. 5-58.
7. *Whole book.* Stewart WDP. 1994. Alga Physiology and Biochemistry. Dalam Seminar Nasional Bioteknologi Mikroalga. Editor Kabinawa INK, Prana IMS. Bogor: Puslitbang Bioteknologi-LIPI; h. 216.
8. *Whole book.* Limantara Leenawaty. 2009. Daya penyembuhan klorofil. Malang: Ma Chung Press; h. 1-18.

9. *Chapter in book.* Materassi RC, Paoletti W, G. Florenzano. Some consideration on the production of lipid substances by microalgae and cyanobacteria. Dalam *Algae Biomassa*. Editor Shelef G and Soeder J. North-Holland Biomedical Press; 1980.

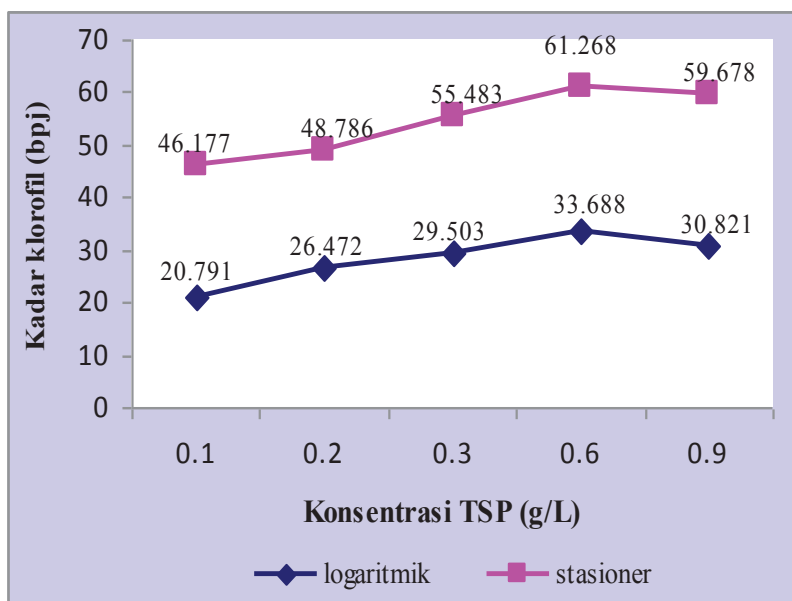
LAMPIRAN

Tabel 1. Komposisi media kultur *Scenedesmus* sp.

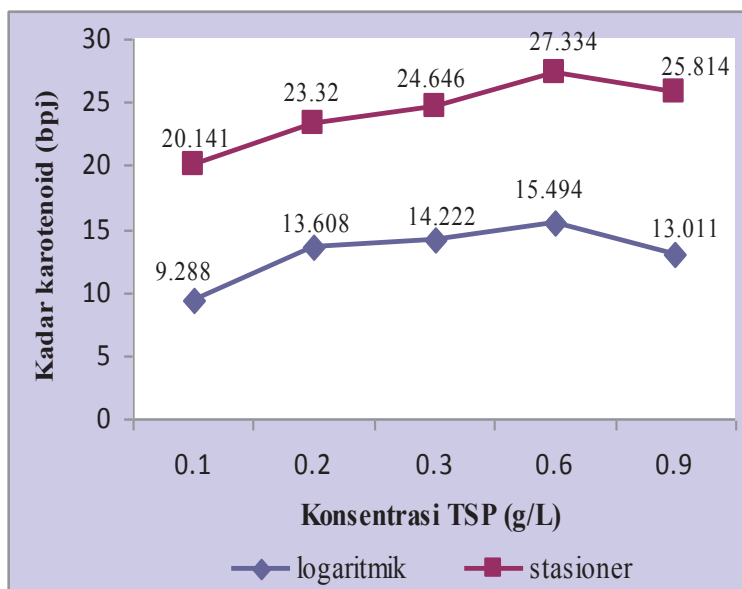
Ket	Urea	Trisodium fosfat	Ammonium sulfat	Gandasil D
Botol A	2 g	0,2 g	1,6 g	2 g
Botol B	2 g	0,4 g	1,6 g	2 g
Botol C	2 g	0,6 g	1,6 g	2 g
Botol D	2 g <td 1,2 g	1,6 g	2 g	
Botol E	2 g	1,8 g	1,6 g	2 g



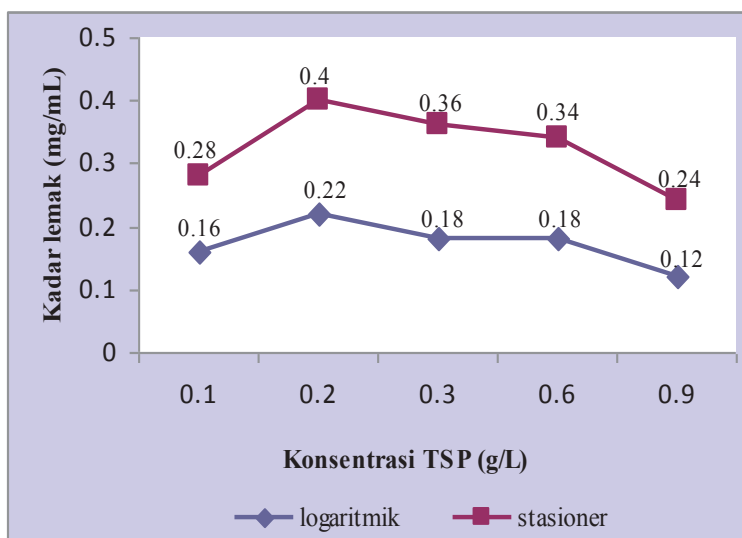
Gambar 1. Pola pertumbuhan sel *Scenedesmus* sp. pada berbagai konsentrasi fosfat.



Gambar 2. Kadar klorofil *Scenedesmus* sp. pada berbagai konsentrasi fosfat.



Gambar 3. Kadar karotenoid *Scenedesmus* sp. pada berbagai konsentrasi fosfat.



Gambar 4. Kadar lemak *Scenedesmus* sp. pada berbagai penambahan konsentrasi fosfat.

Tabel 2. Asam lemak dari *Scenedesmus* sp. pada konsentrasi TSP 0,2 g/L pada fase logaritmik

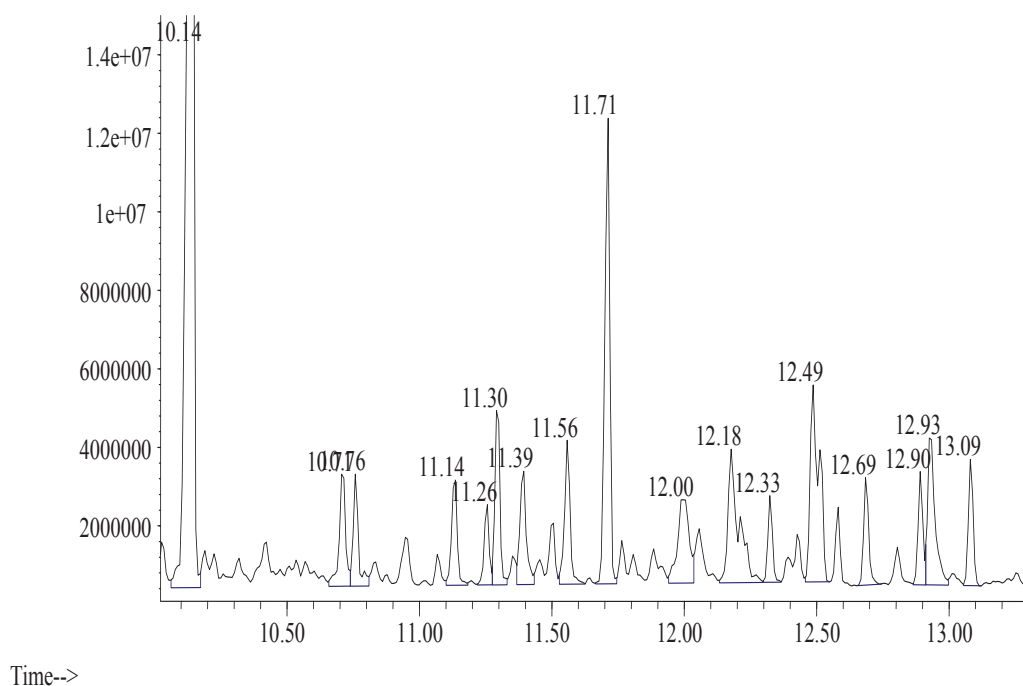
No	Waktu retensi (menit)	Senyawa	Rumus molekul	% area	Kualitas (%)
1.	10.19	Asam miristat	$C_{14}H_{28}O_2$	0.41	95
2.	10.19	Asam tridesilat	$C_{13}H_{26}O_2$	0.41	95
3.	11.71	Asam palmitat	$C_{16}H_{32}O_2$	3.69	99
4.	11.71	Asam pentadesilat	$C_{15}H_{30}O_2$	3.69	98

5.	12.90	Asam 10,13- oktadekadienoat	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_8\text{CHCH}$ $\text{CH}_3\text{CHCH}(\text{CH}_2)_3\text{COOH}$	0.89	97
6.	12.90	Asam linoleat	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CHCH}$ $\text{CH}_2\text{CHCH}(\text{CH}_2)_4\text{COOH}$	0.89	97
7.	12.93	Asam oleat	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CHCH}$ $(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$	1.90	99
8.	13.09	Asam stearat	$\text{C}_{18}\text{H}_{36}\text{O}_2$	1.07	99

Tabel 3. Asam lemak dari *Scenedesmus* sp. pada konsentrasi TSP 0,2 g/L pada fase stasioner

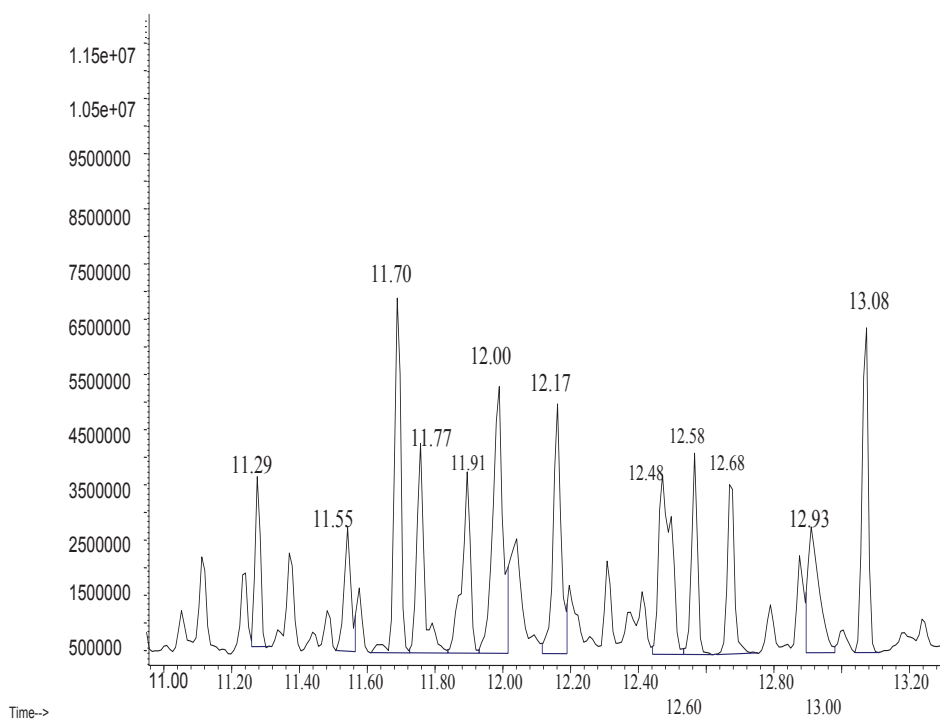
No	Waktu retensi (menit)	Senyawa	Rumus molekul	% area	Kualitas (%)
1.	11.70	Asam palmitat	$\text{C}_{16}\text{H}_{32}\text{O}_2$	1.63	98
2.	11.70	Asam pentadesilat	$\text{C}_{15}\text{H}_{30}\text{O}_2$	1.63	98
3.	12.89	Asam 10,13- oktadekadienoat	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_8\text{CHCH}$ $\text{CH}_2\text{CHCH}(\text{CH}_2)_3\text{COOH}$	0.49	99
4.	12.89	Asam linoleat	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CHCH}$ $\text{CH}_2\text{CHCH}(\text{CH}_2)_4\text{COOH}$	0.49	99
5.	12.93	Asam 11-oktadekanoat	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_9\text{CHCH}$ $(\text{CH}_2)_5\text{COOH}$	1.03	99
6.	12.93	Asam oleat	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CHCH}$ $(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$	1.03	97
7.	13.08	Asam stearat	$\text{C}_{18}\text{H}_{36}\text{O}_2$	1.02	99

Abundance



Gambar 5. Kromatogram asam lemak *Scenedesmus sp.* pada konsentrasi TSP 0,2 g/L pada fase logaritmik

Abundance



Gambar 6. Kromatogram asam lemak *Scenedesmus sp.* pada konsentrasi TSP 0,2 g/l pada fase stasioner