Journal of Tropical Marine Science Vol.6(2):85-94, Oktober 2023 ISSN : 2623-2227 E-ISSN : 2623-2235

OPTIMASI RENDEMEN MINYAK MIKROALGA LAUT *Nannochloropsis* sp. MENGGUNAKAN METODE TEKANAN OSMOTIK $NaCl_{(aq)}$

OPTIMATION OF MICROALGAE OIL YIELD OF *Nannochloropsis* sp. BY USING $NaCl_{(aq)}$ OSMOTIC SHOCK (NOS) METHOD

Moh. Muhaemin*, Zelang Pasa, Mahrus Ali

Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung
Jl. Prof. Dr. Ir. Sumantri Brojonegoro No.1, Bandar Lampung, 35145, Lampung, Indonesia
Email: mmuhaemin@gmail.com

ABSTRAK

Biodisel berasal dari lemak alami seperti minyak nabati atau minyak hewan. Penelitian ini menggunakan jenis mikroalga yang dapat menghasilkan produk dan berpotensial sebagai bahan bakar biodiesel yaitu *Nannochloropsis* sp. Tujuan penelitian ini untuk menentukan pengaruh tekanan osmotik terhadap rendemen minyak *Nannochloropsis* sp., menentukan tekanan osmotik optimum, serta mengetahui komposisi kandungan asam lemak pada mikroalga *Nannochloropsis* sp. pada kondisi basah maupun kering. Proses ekstraksi pada penelitian ini menggunakan lima variasi tekanan osmotik yaitu 0, 30, 60, 90 dan 120 atm. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tekanan osmotik berpengaruh terhadap kedua rendemen minyak *Nannochloropsis* sp. baik pada kondisi basah (R=0,890 Sig<0,043) dan *Nannochloropsis* sp. kondisi kering (R=0,916 Sig<0,029). Sehingga, semakin tinggi tekanan osmotik yang diberikan maka semakin tinggi pula rendemen minyak *Nannochloropsis* sp. basah maupun rendemen minyak *Nannochloropsis* sp. kering. maka pada tekanan osmotik 120 atm lah yang baik untuk mengekstrak minyak *Nannochloropsis* sp. *Nannochloropsis* sp. basah 120atm (3,96%) dan untuk *Nannochloropsis* sp. kering 120atm (2,60%). Hasil analisis Kromatogram GC pada rendemen minyak *Nannochloropsis* sp. didapatkan 13 asam lemak diantaranya lemak jenuh: *octanoate* (C8:0), *laurate* (C12:0), *tetradecanoate* (C14:0), *heptadecanoate* (C17:0), *arachidate* (C20:0), *heneicosanoate* (C21:0), *tricosanoate* (C23:0), *lignocerate* (C24:0) dan lemak tak jenuh *palmitoleate* (C16:1), *oleic* (C18:1), *linolelaidic* (C18:2), *nervonate* (C24:1), dan d*ocosahexaenoate* (C22:6).

***Kata Kunci**: Biodisel, Nannochloropsis sp., Tekanan Osmotik, Asam Lemak*

ABSTRACT

Biodiesel is derived from natural fats such as vegetable or animal oils. This study uses a type of microalgae that can produce products and has the potential as biodiesel fuel, namely *Nannochloropsis* sp. The purpose of this study was to determine the effect of osmotic shock on the oil yield of *Nannochloropsis* sp. to determine the optimum osmotic shock, and to determine the composition of fatty acid content in the microalgae Nanochloropsis sp. in both wet and dry conditions. The extraction process in this study used five variations of osmotic shock, namely 0, 30, 60, 90 and 120 atm. The results showed that osmotic shock had an effect on both oil yields of *Nannochloropsis* sp. both in wet conditions (R=0.890 Sig<0.043) and *Nannochloropsis* sp. dry conditions (R=0.916 Sig<0.029). So that the higher the osmotic shock applied, the higher the yield of *Nannochloropsis* sp. wet and oil yield of *Nannochloropsis* sp. dry. then the osmotic stress of 120atm is good for extracting the oil of *Nannochloropsis* sp. Each result obtained is *Nannochloropsis* sp. wet atm 120 atm (3.96 %) and for *Nannochloropsis* sp. dry 120 atm (2.60 %). Results of GC Chromatogram analysis on oil yield of *Nannochloropsis* sp. 13 fatty acids were found including saturated fat: *octanoate* (C8:0), *laurate* (C12:0), *tetradecanoate* (C14:0), *heptadecanoate* (C17:0), *arachidate* (C20:0), *heneicosanoate* (C21:0), *tricosanoate* (C23:0), *lignocerate* (C24:0) dan lemak tak jenuh *palmitoleate* (C16:1), *oleic* (C18:1), *linolelaidic* (C18:2), *nervonate* (C24:1), dan d*ocosahexaenoate* (C22:6).

***Keywords:** Biodiesel, Nannochloropsis sp., Osmotic shock, Fatty Acids*

Diterima 11 Januari 2023; Disetujui 11 September 2023 DOI: https://doi.org/10.33019/jour.trop.mar.sci.v6i2.3767
*corresponding author © Ilmu Kelautan, Universitas Bangka Belitung
https://journal.ubb.ac.id/index.php/jtms

PENDAHULUAN

Bahan bakar fosil merupakan energi yang tidak dapat diperbaharui. Seiring dengan pesatnya perkembangan zaman, energi ini mengalami kelangkaan. Persediaan bahan bakar yang semakin menipis dengan penggunaan setiap harinya semakin meningkat. Oleh sebab itu, perlu dicari solusi sumber energi alternatif dengan proses produksi biaya yang rendah sehingga dapat bersaing dengan bahan bakar fosil. Misalnya dengan memanfaatkan mikroalga sebagai minyak bumi dan sebagai sumber energi terbarukan maka diciptakanlah bahan bakar nabati. Bahan bakar nabati (BBN) diantaranya adalah biodiesel yang berasal dari mikroalga (Rachmaniah *et al*. 2010).

Mikroalga beberapa tahun terakhir, telah banyak menarik perhatian sebagai sumber produksi biodiesel. Mikroalga juga merupakan energi terbarukan (*re-newable*) dan ramah lingkungan. Mikroalga adalah organisme yang paling menjanjikan sebagai sumber biodiesel. Menentukan jenis mikroalga yang berpotensial sebagai bahan bakar biodiesel yaitu kandungan lipid yang tinggi. Dari beberapa jenis mikroalga yang diteliti, salah satu jenis mikroalga yang dapat menghasilkan produk lipid adalah *Nannochloropsis* sp. Menurut Wijanarko dan Putri (2012), mikroalga berjenis *Nannochloropsis* sp. mempunyai kandungan lipid yang berkisar antara 31-68% dari berat keringnya.

Lipid merupakan senyawa dasar pembentuk bahan bakar. Pengambilan lipid dapat dilakukan dengan ekstraksi menggunakan tekanan osmotik. tekanan osmotik menyebabkan kerusakan mekanis langsung pada selnya berdasarkan pemintalan kecepatan tinggi dengan manik-manik halus. Ekstraksi dengan tekanan osmotik telah dilakukan oleh beberapa peneliti meng- gunakan larutan NaCl, asam, dan basa. Pada penelitian ini menggunakan ekstraksi tekanan osmotik dengan larutan NaCl. Dikarenakan NaCl atau yang biasa kita kenal dengan garam ini mampu membuat sel mikrolaga pecah. Semakin tinggi kandungan NaCl atau pekatnya larutan akan membuat dinding sel mikroalga pecah dan mengeluarkan lipid yang banyak. Oleh sebab itu penelitian ini bertujuan untuk menentukan pengaruh tekanan osmotik terhadap rendemen minyak mikroalga *Nannochloropsis* sp., menentukan tekanan osmotik optimum, dan mengetahui komposisi kandungan asam lemak pada mikroalga *Nannochloropsis* sp. yang diekstrak pada kondisi basah maupun kondisi kering.

METODE PENELITIAN

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut: *Erlenmeyer,* gelas baker, Corong pemisah, *Shaker, Rotary evaporator, water batth, Sentrifuge,* Tabung falcon,Timbangan analitik, Pipet tetes, Toples kaca, NaCl, Metanol 98%, Heksana 98%, Biomassa *Nannochloropsis* sp. basah dan kering, GC-MS-QP2010 SHIMADZU, Akuarium, earator, Pupuk Np, Salinometer, dan *Haemocytometer*.

Kultur *Nannochloropsis* sp.

Kultur *Nannochloropsis* sp. diawali dengan menyiapkan air laut sebagai media kultur. Air laut ditampung dalam wadah, disterilkan, diukur salinitasnya dengan menggunakan alat salinometer, dan disaring dengan menggunakan kertas saring. Air laut yang telah steril ditambahkan mesin aerastor lalu ditambahkan fitoplankton. Selanjunya kultur fitoplankton dihitung kepadatan fitoplankton. Cara mendapatkan kepadatan fitoplankton yang diinginkan digunakan rumus pengenceran:

$$V_1 \text{ x } N_1 = V_2 \text{ x } N_2$$

Keterangan: V1=Volume fitoplankton yang dibutuhkan; V2 = Volume kultur; N1 = Kepadatan sel fitoplankton stok; N2 = Kepadatan sel fitoplankton kultur

Pemanenan *Nannochloropsis* sp.

Pemanenan *Nannochloropsis* sp. basah dilakukan dengan metode sentrifugasi (3000 rpm, 10 menit) untuk mengurangi kadar air dalam endapan biomasa *Nannochloropsis* sp. Kemudian *Nannochloropsis* sp basah tersebut ditimbang sebanyak 100 gram dan siap untuk diekstrak. Sedangkan untuk sampel mikroalga *Nannochloropsis* sp kering yang sudah dalam bentuk serbuk langsung ditimbang sebanyak 10 gram dan kemudian siap untuk diekstrak.

Pembuatan Larutan NaCl

Ada lima variasi tekanan osmotik yang digunakan dalam penelitian ini yaitu 0, 30, 60, 90 dan 120 atm. Konsentrasi larutan NaCl yang digunakan untuk lima variasi tekanan osmotik dapat dilihat pada Tabel 1.

Konsentrasi yang semakin tinggi akan meningkatkan perbedaan tekanan osmotik sehingga menghasilkan tekanan yang

semakin besar. Hal ini dapat terjadi karena tidak semua NaCl berangkaian menjadi sepenuhnya dua mol ion. Bahkan beberapa ion Na+ dan Cl- berangkaian dengan cepat kembali menjadi NaCl dan hal ini semakin mungkin terjadi pada konsentrasi yang lebih besar (Brown, *et al*. 2002). Rangkaian NaCl ini akan mengurangi ion terlarut dan faktor Van't Hoff NaCl selanjutnya mempengaruhi tekanan osmotik yang diberikan (Dianursanti, 2013). Oleh karena itulah semakin besar konsentrasi NaCl, semakin besar *yield* lipid yang dihasilkan. Hal ini sesuai dengan persamaan Van't Hoff (Ahmad, 2020):

$$\pi = M.R.T.i$$

Keterangan: π = Tekanan osmotik; M = Molaritas larutan; i = Indeks Van't Hoff; T = Suhu mutlak (273-373 K); R = Konstanta gas ideal (0,082 L.atm/mol.K)

Ekstraksi Minyak *Nannochloropsis* sp.

Ekstrasi minyak dilakukan pada mikroalga *Nannochloropsis* sp. kondisi basah dan kering dengan 5 perlakuan tekanan osmotik yaitu 0, 30, 60, 90 dan 120 atm. Setiap perlakuan baik pada kondisi basah maupun kering dilakukan 3 kali pengulangan (Rachmaniah *et al*., 2010; Prabakaran and Ravindran *et al*., 2011; Yoo *et al.,* 2012). Adapun skema kerja ekstraksi minyak *Nannochloropsis* sp pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.

Analisis Asam Lemak

Kandungan asam lemak *Nannochloropsis* sp. dianalisis menggunakan metode kromatografi gas dan spektrometer masa (Borges *et al.* 2011). Sebelum dianalisis minyak *Nannochloropsis* sp. ditambah larutan natrium metanolik dan dipanaskan pada suhu 60°C. Kemudian ditambahkan boron trifluoride metanoat, heptan dan NaCl jenuh. Proses Analisis dilakukan di Laboratorium Penelitian dan Pengujian Terpadu, Universitas Gajah Mada. Menggunakan GCMS QP2010 SHIMADZU dengan kondisi kolom AGILENT 7890B dengan panjang 100 m dan diameter 0,25 mm. Gas pembawa menggunakan helium dan nitrogen. Keunggulan meng-gunakan analisis ini yaitu resolusi dan sensitifikasi tinggi, spesifik, fleksibel, dan juga dapat memberikan informasi struktur secara efisien (membutuhkan jumlah sampel sedikit, waktu pemisahan yang dibutuhkan relatif cepat).

Perhitungan RendemenMinyak

Rendemen minyak dari mikroalga *Nannochloropsis* sp. yang diperoleh dan dihitung dengan menggunakan metode gravimetri. Berikut adalah persamaan yang digunakan untuk menghitung hasil rendemen minyak *Nannochloropsis* sp. (Suganya dan Renganathan, 2012):

$$\text{Rendemen (\%)} = \frac{\text{Berat minyak (g) x 100\%}}{\text{Berat sampel awal (g)}}$$

Uji Korelsi Person

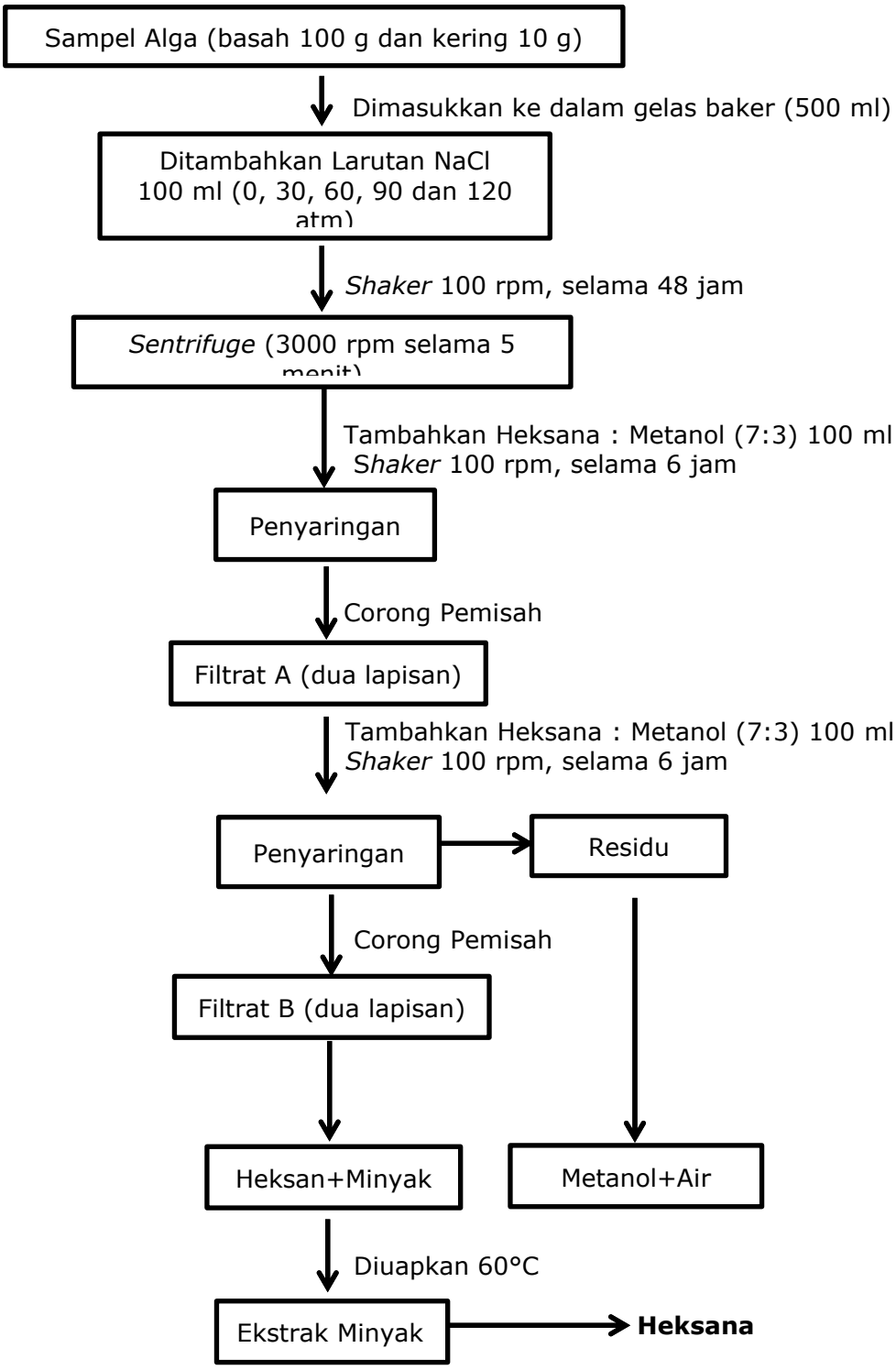
Data rendemen minyak *Nannochloropsis* sp. basah dan kering yang diperoleh dianalisis menggunakan metode uji korelasi person dengan taraf kepercayaan 95% dan kekeliruan 5 % (Sujarweni 2014, dalam Fransiskus *et al.* (2016). Analisis dilakukan untuk mengetahui hubungan antara tekanan osmotik dengan rendmen minyak *Nannochloropsis* sp. basah dan kering. Pada uji korelasi person menggunakan aplikasi IBM SPSS Statistics versi 20.

Uji Beda Nyata

Uji beda nyata dilakukan untuk mengetahui kondisi tekanan osmotik optimum un-tuk mengekstrak minyak *Nannochloropsis* sp. pada konsisi basah maupun kondisi kering. Analisis beda nyata ini dilakukan pada aplikasi IBM SPSS Statistics versi 20 menggunakan uji *paired sampel test* terhadap rendemen minyak *Nannochloropsis* sp. yang diekstrak pada kondisi basah dangan yang diekstrak pada kondisi kering. Kemudian dilakukan uji LSD terhadap masing-masing perlakuan tekanan baik pada kondisi basah maupun kering. Uji ini dilakukan untuk mengetahui nilai beda atau tidak bedanya terhadap hasil rendemen minyak *Nannochloropsis* sp. Basah dan kering (Fransiskus *et al.,* 2016).

Tabel 1. Konsentrasi Larutan NaCl

Tekanan Osmotik (atm)	NaCl (g/100 ml)	Molaritas (M)
0	0,00	0
30	3,57	0,61
60	7,13	1,22
90	10,70	1,83
120	14,26	2,44



Gambar 1. Ekstraksi Minyak *Nannochloropsis* sp.

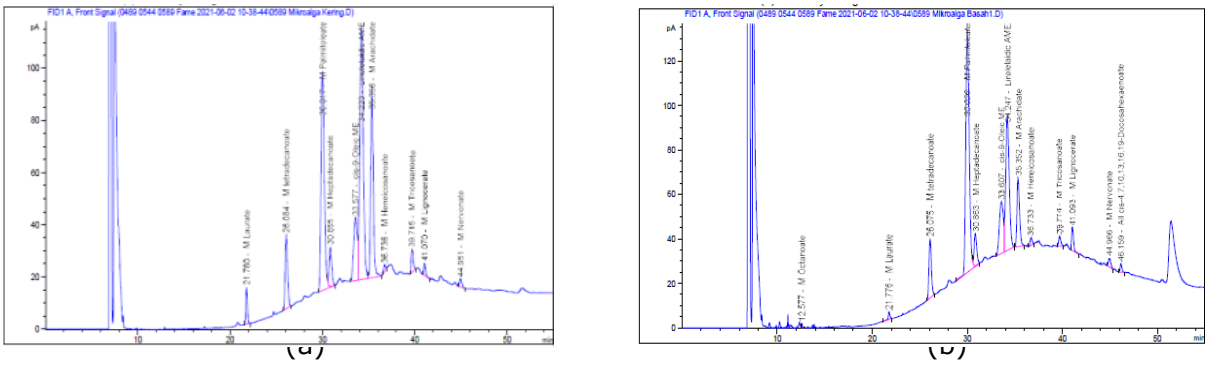
HASIL DAN PEMBAHASAN

Komposisi Asam Lemak pada Rendemen Minyak *Nannochloropsis* sp.

Untuk mengetahui komposisi asam lemak penyusun minyak mikroalga *Nannochloropsis* sp., dilakukan analisis GC-MS terhadap metil ester ekstraksi minyak mikroalga dengan tekanan osmotik. Pada analisis dengan GC untuk rendemen minyak *Nannochloropsis* sp. yang diekstrak pada kondisi kering diperoleh sebelas (11) puncak seperti disajikan dalam Gambar 2 (a). Sedangkan pada analisis dengan kromatogram GC untuk rendemen minyak *Nannochloropsis* sp. yang diekstrak pada

kondisi basah diperoleh tiga belas (13) puncak seperti disajikan dalam Gambar 2 (b). Komposisi asam lemak *Nannochloropsis* sp. yang diekstrak pada kondisi basah memiliki komposisi yang hampir sama dengan *Nannochloropsis* sp. yang diekstrak pada kondisi kering. Hanya terdapat perbedaan pada asam *octanoate* dan asam *docosahexaenoate.* Adapun komposisi senyawa asam lemak *Nannochloropsis* sp. yang diekstrak pada masing-masing kondisi dapat dilihat pada Tabel 2.

Pada Tabel 2 dapat dilihat bahwa pada jenis senyawa asam lemak yang paling banyak ditemukan adalah pada *Nannochloropsis* sp. yang diekstrak pada kondisi ba-sah. Asam lemak yang paling tinggi konsentrasi relatifnya adalah asam *palmitoleate* (C16:1) dengan nilai 39,36 % untuk *Nannochloropsis* sp. yang diekstrak pada kondisi basah dan asam *linolelaidic* (C18:2) dengan nilai 32,15 % untuk *Nannochloropsis* sp. yang diekstrak pada kondisi kering. Dimana pada penelitian Olofsson *et al.* (2012) asam *palmitoleate* (C16:1) adalah salah satu jenis asam yang paling dominan pada *Nannochloropsis* sp. dan juga hasil penelitian ini lebih besar nilainya dibandingkan dengan penelitian Fransiskus *et al.* (2016) asam *palmitoleate* yang didapat hanya 25,24 %.



Gambar 2. Kromatogram GC Minyak *Nannochloropsis* sp. (a) Kering (b) Basah

Tabel 2. Komposisi Asam Lemak *Nannochloropsis* sp. Sampel Basah dan Kering

Asam Lemak	Rumus Struktur	*Nannochloropsis* sp.	
		Kondisi Basah (%)	Kondisi Kering (%)
Asam Lemak Jenuh			
Octanoate (C8:0)	$C_8H_{16}O_2$	0,12 ± 0,004	-
Laurate (C12:0)	$C_{12}H_{24}O_2$	0,62 ± 0,004	2,10
Tetradecanoate (C14:0)	$C_{14}H_{28}O_2$	6,96 ± 0,184	6,38
Heptadecanoate (C17:0)	$C_{17}H_{34}O_2$	4,03 ± 0,158	3,63
Arachidate (C20:0)	$C_{20}H_{40}O_2$	9,44 ± 0,770	17,83
Heneicosanoate (C21:0)	$C_{21}H_{42}O_2$	0,70 ± 0,048	0,41
Tricosanoate (C23:0)	$C_{23}H_{46}O_2$	1,13 ± 0,002	1,73
Lignocerate (C24:0)	$C_{24}H_{48}O_2$	2,16 ± 0,069	0,80
Total Asam Jenuh		25,16 ± 3,41	32,88 ± 5,91
Asam Lemak Tak Jenuh			
Palmitoleate (C16:1)	$C_{16}H_{32}O_2$	39,36 ± 1,025	25,98
Oleic (C18:1)	$C_{18}H_{34}O_2$	9,28 ± 0,326	8,28
Linolelaidic (C18:2)	$C_{18}H_{32}O_2$	24,16 ± 0,564	32,15
Nervonate (C24:1)	$C_{24}H_{46}O_2$	1,00 ± 0,028	0,71
Docosahexaenoate (C22:6)	$C_{22}H_{32}O_2$	1,06 ± 0,515	-
Total Asam Tak Jenuh		74,86 ±16,58	67,12 ±14,80

Senyawa asam lemak yang memiliki nilai konsentrasi relatif tertinggi kedua adalah *linolelaidic* (C18:2) dengan nilai 24,16 % untuk *Nannochloropsis* sp. yang diekstrak pada kondisi basah dan untuk asam *lalmitoleate* (C16:1) dengan nilai 25,98 % untuk *Nannochloropsis* sp. yang diekstrak pada kondisi kering. Nilai diatas lebih besar dibandingakan dengan hasil penelitian Fransiskus *et al.* (2016) dimana asam *linolelaidic* hanya 1,53 %. Untuk asam *palmitoleate* (C16:1) hasil nilainya tidak jauh berbeda dengan penelitian Harsanto (2009), sebesar 24,96 %. Selanjutnya senyawa asam lemak yang memiliki nilai konsentrasi relatif tertinggi ketiga adalah asam *arachidate* (C20:0), baik untuk *Nannochloropsis* sp. yang diekstrak pada kondisi basah dengan nilai 9,44 % dan *Nannochloropsis* sp. yang diekstrak pada kondisi kering 17,83 %. Nilai diatas lebih besar dibandingkan de-ngan hasil penelitian Amini *et al*. (2014) dimana untuk asam *arachidate* (C20:0) hanya 2%.

Perbedaan komposisi asam lemak antara *Nannochloropsis* sp. yang diekstrak pada kondisi basah dan *Nannochloropsis* sp. yang diekstrak pada kondisi kering. Pada penelitian ini terlihat pada asam *octanoate* (C8:0) dan asam *docosahexaenoate* (C22:6). Pada Tabel 2 dapat dilihat kedua senyawa asam lemak tersebut hanya ditemukan pada minyak *Nannochloropsis* sp. yang diekstrak pada kondisi basah. Asam *octanoate* (C8:0) yang didapat memiliki konsentrasi lebih kecil yaitu sebesar 0,12 %, jika dibandingkan dengan penelitian Anggraeni dan Shandi (2015), yang menghasilkan konsentrasi asam *octanoate* (C8:0) sebesar 6,61 % dan Kawaroe *et al.* (2009) sebesar 0,30 %.

Pada perbedaan asam *docosahexaenoate* (C22:6) atau biasa disebut dengan DHA yang merupakan kelompok omega-3. Asam *docosahexaenoate* (C22:6) juga hanya dihasilkan pada minyak yang diekstrak pada kondisi basah dengan nilai konsentrasi sebesar 1,06 %. Nilai ini lebih kecil dibandingkan dengan penelitian Amini *et al.* (2014), dimana nilai asam *docosahexaenoate* sebesar 2 %. Ini dikarenakan berat mikroalga *Nannochloropsis* sp. yang digunakan berbeda dimana pada penelitian ini menggunakan 10 g dan penelitian Amini *et al*. (2014) menggunakan 50 g. Kedua asam ini hanya ditemukan pada *Nannochloropsis* sp. yang diekstrak pada kondisi basah dikarenakan pada saat ekstraksi *Nannochloropsis* sp. kering mengalami kofigurasi pada ikatan kimia akibat pencampuran larutan NaCl dan juga pemanasan. Sehingga tidak ditemukannya asam *octanoate* dan asam *docosahexaenoate* di *Nannochloropsis* sp. kering

Adapun jenis asam lemak lain yang didapat pada penelitian ini yaitu asam *laurate* (C12:0), dimana asam ini merupakan asam lemak jenuh dengan rumus kimia CH3(CH2)10COOH. Hasil yang didapatkan yaitu 0,62 % untuk *Nannochloropsis* sp. yang diekstrak pada kondisi basah dan 2,10 % untuk *Nannochloropsis* sp. yang diekstrak pada kondisi kering. Nilai diatas lebih besar jika dibandingkan dengan penelitian *Kawaroe et al. (2009)* asam laurate yang didapat hanya 0,90 %. Berikutnya ada asam *tetradecanoate* (C14:0) asam ini juga merupakan asam lemak jenuh dengan nama lain asam miristat $CH_3(CH_2)12COOH$. Hasil yang didapatkan yaitu 6,96 % untuk *Nannochloropsis* sp. yang diekstrak pada kondisi basah dan 6,38 % untuk *Nannochloropsis* sp. yang diekstrak pada kondisi kering. Nilai diatas lebih besar jika dibandingkan dengan penelitian *Harsanto (2009),* dimana asam miristat yang didapat hanya 6,20 %. Hasil asam miristat minyak *Nannochloropsis* sp. diketaui lebih besar nilainya dibandingkan dengan *Chlamydomonas* sp. yang hanya 0,49 % dan hasil ini menggunakan ekstrasi maserasi.

Berikutnya ada asam *heptadecanoate* (C17:0) asam ini merupakan asam lemak jenuh dengan rumus kimia $CH_3(CH_2)15COOH$. Hasil yang didapatkan yaitu 4,03 % untuk *Nannochloropsis* sp. yang diekstrak pada kondisi basah dan 3,63 % untuk *Nannochloropsis* sp. yang diekstrak pada kondisi kering. Asam ini adalah asam lemak yang jarang ditemukan pada minyak *Nannochloropsis* sp. Namun pada beberapa penelitian terdapat asam ini di mikroalga jenis *Chorella vulgaris* akan tetapi asam ini lebih banyak ditemukan pada ikan. Hasil yang didapat masih rendah dibandingkan dengan penelitian Edy *et al.* (2013) dimana penelitian ini nenggunakan mikroalga jenis *Chorella vulgaris* dan hasil yang didapat sebesar 16,34 % . Ini dikarenakan jumlah yang digunakan lebih banyak dibandingan dengan penelitian saat ini. Akan tetapi jika dibandingkan penelitian Jamal (2010) dengan ikan Gindara (*Lepidocybium flavobrunneum*) dengan nilai asam *heptadecanoate* hanya 0,48%.

Asam lemak jenuh lainnya ada asam *heneicosanoate* $CH_3(CH_2)19COOH$ dengan nilai 0,70% untuk *Nannochloropsis* sp. yang diekstrak pada kondisi basah dan 0,41% untuk *Nannochloropsis* sp. kering. Asam

tricosanoate $CH_3(CH_2)21COOH$ dengan nilai 1,13% untuk *Nannochloropsis* sp. yang diekstrak pada kondisi basah dan 1,73% untuk *Nannochloropsis* sp. kering. Asam *lignocerate* $C_{23}H_{47}COOH$ dengan nilai 2,16% untuk *Nannochloropsis* sp. yang diekstrak pada kondisi basah dan 0,80 % untuk *Nannochloropsis* sp. kering. Ketiga asam diatas merupakan asam lemak yang jarang ditemukan pada minyak *Nannochloropsis* sp. namun ada beberapa penelitian menggunakan mikroalga jenis lain dan ditemukan adanya asam ini. Seperti penelitian Edy et al. (2019) dimana penelitian ini nenggunakan mikroalga jenis *Chorella vulgaris* dan hasil asam *tricosanoate* yang didapat sebesar 0,12%. Hasil yang didapat masih rendah dibandingkan dengan penelitian saat ini, dikarenakan pada penelitian Edy *et al.* (2019) menggunakan metode hidrolisis. Sedangkan pada penelitian Ratih (2017) menggunakan *Nannochloropsis* sp. dan hasil yang didapat yaitu asam *lignocerate* dengan nilai hanya 0,21%, nilai ini lebih kecil dibandingkan hasil yang didapatkan oleh penelitian saat ini. Namun untuk asam *heneicosanoate* (C21:0) jarang ditemukan untuk *Nannochloropsis* sp. akan tetapi asam ini banyak ditemukan dibeberapa penelitian tentang minyak ikan dan minyak hewan. Seperti penelitian Jamal (2010) dengan ikan gindara (*Lepidocybium flavobrunneum*) dengan nilai asam *nervonate* hanya 0,08 %.

Berikutnya ada asam lemak tak jenuh diantaranya asam *oleic* (C18:1) dengan nilai 9,28 % untuk *Nannochloropsis* sp. yang diekstraksi pada kondisi basah dan 8,28 % untuk *Nannochloropsis* sp. kering. Asam *nervonate* (C24:1) dengan nilai 1,00 % untuk *Nannochloropsis* sp. yang diekstrak pada kondisi basah dan 0,71% untuk *Nannochloropsis* sp. kering. Asam *oleic* merupakan asam lemak yang tak jenuh dengan struktur kimia $CH_3(CH_2)7CHCH(CH_2)7COOH$. Nilai yang didapat pada penelitian ini cukup tinggi dibandingkan dengan penelitian Amini (2014) yang hanya menghasilkan 8%. Sedangkan untuk asam *nervonate* pada *Nannochloropsis* sp. jarang ditemukan akan tetapi asam ini banyak ditemukan dibeberapa penelitian tentang minyak ikan dan minyak hewan. Seperti penelitian Jamal (2010) dengan ikan Gindara (*Lepidocybium flavobrunneum*) dengan nilai asam *nervonate* hanya 0,27%.

Adapun untuk total kandungan asam lemak jenuh untuk *Nannochloropsis* sp. yang diekstrak pada kondisi basah 25,16 % dan 32,88 % untuk *Nannochloropsis* sp. kering. Untuk total kandungan asam lemak tak jenuh untuk *Nannochloropsis* sp. yang diekstrak pada kondisi basah 74,86% dan 67,12% untuk *Nannochloropsis* sp. kering. Ini memperelihatkan bahwa minyak hasil ekstraksi *Nannochloropsis* sp. basah mempunyai kadar komponen asam lemak paling tinggi. Hal ini menimbulkan dugaan bahwa penggunaan panas dalam ekstraksi basah dapat menyebabkan asam lemak tidak jenuh lebih mudah tergradasi sehingga menghasilkan komponen yang tidak teridentifikasi. Meskipun jumlah asam lemak jenuh *Nannochloropsis* sp. lebih rendah dari pada asam lemak tak jenuhnya. Namun mikroalga *Nannochloropsis* sp. mempunya peluang untuk dapat dikembangkan sebagai penghasil bahan baku biodisel. Hal ini di dukung oleh penelitian Amini *et al*. (2014) mengatakan bahwa mkroalga yang mengandung asam lemak jenuh dibawah 50% berpeluang sebagai bahan pembuatan biodiesel.

Total dari kandungan lemak mikroalga berkisar antara 1 % - 70 % dari berat kering. Kandungan asam lemak biasanya dalam bentuk dengan panjang C14-C22. Mereka biasanya jenuh atau tidak jenuh. Beberapa spesies mikroalga hijau-biru khususnya berfilamen, cenderung memiliki konsentrasi asam lemak jenis PUFA (*polyunsaturated fatty acid)* yang tinggi mencapai 25 % - 60 %. Minyak yang dihasilkan dari ekstraksi mikroalga jauh lebih tinggi jika dibandingkan dengan mi-nyak kelapa sawit untuk luas lahan yang sama (Khan *et al*. 2009).

Mikroalga tidak menimbulkan persaingan untuk sektor pangan dan sektor energi. Salah satu jenis mikroalga yang dapat menghasilkan produk lipid adalah *Nannochloropsis* sp., kandungan lipid *Nannochloropsis* sp. cukup tinggi yaitu 31- 68 % dari berat keringnya (Chisti, 2007). Dimana komposisi asam lemak utama yang terkandung didalam *Nannochloropsis* sp. adalah asam *palmitat* (C16:0) sebesar 45-47 % dan asam *oleat* (C18:1) sebesar 42-48 % (Chisti, 2007). Biodiesel sendiri terdiri dari asam lemak C12-C22, sehingga kandungan asam lemak *Nannochloropsis* sp. yang didominasi oleh asam *palmitat* (C16:0) dan asam *oleat* (C18:1) berpotensi menghasilkan biodiesel dengan *yield* yang tinggi.

Tekanan Osmotik terhadap Rendemen Minyak *Nannochloropsis* sp.

Hasil penelitian dari dilakukannya ekstrasi terhadap *Nannochloropsis* sp.

menentukan bahwa rendemen minyak tertinggi diperoleh pada masing-masing perlakuan tekanan osmotik 120 atm dengan nilai (3,96 %) untuk *Nannochloropsis* sp. basah dan (2,60 %) untuk *Nannochloropsis* sp. kering. Kedua rendemen ini tergolong rendah jika dibandingkan dengan penelitian Fransiskus *et al,* (2016) yang menghasilkan rendemen minyak *Nannochloropsis* sp. basah sebesar 5,49% dan penelitian Harsanto *et al.* (2009), yang menghasilkan rendemen minyak *Nannochloropsis* sp. kering sebesar 37 %. Adapun rendemen minyak *Nannochloropsis* sp. basah dan *Nannochloropsis* sp. kering untuk masing-masing perlakuan tekanan osmotik yang dihasilkan pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 3.

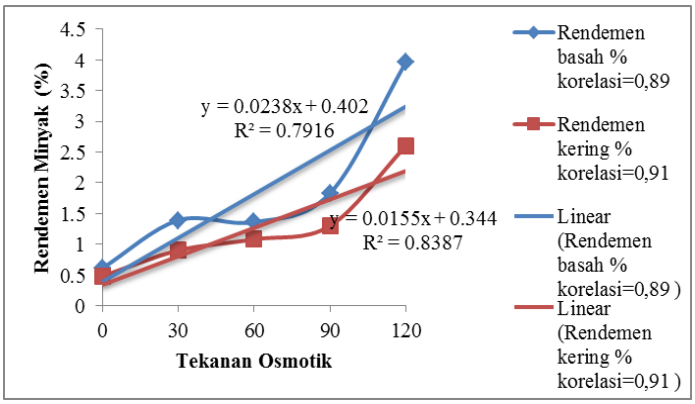
Pada Tabel 3 terdapat angka yang ditandai dengan huruf yang sama pada kolom yang sama, merupakan nilai yang tidak berbeda nyata pada taraf kepercayaan 95%. Sedangkan angka yang ditandai dengan huruf yang berbeda merupakan nilai yang berbeda nyata pada taraf kepercayaan 95%. Hasil uji beda nyata antar perlakuan untuk rendemen minyak *Nannochloropsis* sp. yang diekstrak pada kondisi basah menunjukkan bahwa perlakuan tekanan osmotik 120 atm berbeda nyata dengan perlakuan tekanan osmotik 0, 30, 60 atm (sig<0,05). Sedangkan hasil uji beda nyata untuk rendemen minyak *Nannochloropsis* sp. yang diekstrak pada kondisi kering juga menunjukkan bahwa perlakuan tekanan osmotik 120 atm berbeda nyata untuk semua perlakuan tekanan osmotik (sig<0,05).

Perbedaan antara rendemen minyak *Nannochloropsis* sp. yang diekstrak pada kondisi basah dan kering juga terlihat pada (Gambar 3). Hasil uji korelasi Person menunjukkan bahwa tekanan osmotik memiliki korelasi yang positif terhadap rendemen minyak *Nannochloropsis* sp. basah yang nilai hasilnya yaitu sebesar 0,890 dengan nilai sig=0,043. Sedangkan untuk minyak *Nannochloropsis* sp. yang diekstrak pada kondisi kering juga menunjukkan bahwa tekanan osmotik memiliki korelasi positif terhadap nilai rendemen yaitu sebesar 0,916 dengan nilai sig=0,029. Menurut Sugiyono (2010) masing-masing nilai korelasi diatas dapat dikatakan berkorelasi dengan sempurna karena nilai yang dihasilkan lebih besar dari 0,80-1,000. Dikarenakan uji korelasi bernilai posistif maka dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi tekanan osmotik yang diberikan maka semakin tinggi pula rendemen minyak *Nannochloropsis* sp. basah maupun rendemen minyak *Nannochloropsis* sp. kering yang dihasilkan. Hal berbeda dengan penelitian Fransiskus *et al.* (2016) nilai rendemen minyak *Nannochloropsis* sp. yang diekstrak pada kondisi kering mendapatkan nilai negatif dari korelasi yang kuat.

Berbagai macam metode yang telah digunakan untuk mendapatkan hasil ekstrak terbaik dari bahan baku mikroalga seperti *super critical fluid, pyrolisis, ultraso-und,* dan ekstraksi *microwave*. Menurut penelitian yang telah dilakukan oleh Chen *et al.* (2012) menunjukkan bahwa metode ekstraksi dengan tekanan osmotik lebih unggul dan menguntungkan dibandingkan dengan metode *super critical fluid, eks-traksi microwave, pyrolysis* dan *ultrasound*. Proses ekstraksi tekanan osmotik tidak membutuhkan waktu yang lama, tidak membutuhkan konsumsi energi yang banyak, ramah lingkungan, dan yang terpenting menghasilkan *yield* yang tinggi. Produk yang lebih bersih serta tidak menghasilkan limbah yang berbahaya (Helmy Purwanto, 2010). Ekstraksi yang digunakan pada penelitian ini yaitu tekanan osmotik dengan larutan NaCl.

Tabel 3. Hasil Rendemen Minyak *Nannochloropsis* sp. yang Diekstrak dengan Tekanan Osmotik Berbeda

Tekanan Osmotik (atm)	Rendemen Minyak *Nannochloropsis* sp.	
	Kering (%)	Basah (%)
0	0,48 ± 0,02 [a]	0,61 ± 0,02[a]
30	0,90 ± 0,13 [a]	1,36 ± 0,06 [a]
60	1,08 ± 0,17 [a]	1,39 ± 0,12 [a]
90	1,30 ± 0,18 [b]	1,83 ± 0,68 [a]
120	2,60 ± 1,29 [c]	3,96 ± 1,36 [b]
Rerata	1,27 ± 1.26	1,83 ± 0.80



Gambar 3. Hasil Grafik Rendemen Minyak *Nannochloropsis* sp. yang Diekstrak pada Kondisi Basah dan Kondisi Kering untuk Setiap Kenaikan Tekanan Osmotik

Larutan yang digunakan untuk memecahkan dinding sel yaitu larutan NaCl. Larutan NaCl lebih efisien telah dibuktikan oleh penelitian Indrawan *et al*. (2018) dimana peneliti menggunkan metode tekanan osmotik dengan menggunakan lima konsentrasi NaCl yaitu 0, 10, 20, 30, dan 40%. Hasil yang didapat ekstraksi lipid dengan larutan NaCl diperoleh rende-men optimum 1,49% pada konsentrasi NaCl 20%. Pada penelitian Ahmad *et al.* (2014) juga membuktikan tekanan osmotik dengan larutan NaCl (5,30 %) mendapatkan nilai lebih besar dibandingkan dengan larutan KCl (4,69 %) dan glukosa (2,81 %)

Penggunaan metode tekanan osmotik pada penelitian ini mendapatkan hasil rendemen minyak *Nannochloropsis* sp. yang tinggi jika dibandingkan dengan metode ekstraksi lain yang juga sama-sama menghancurkan dinding sel. Diantaranya penelitian Bawole *et al.* (2017) penelitian ini menggunakan metode ekstraksi hidrokarbon sonikator dengan teknik pemanasan untuk menghancurkan dinding sel. Dengan hasil rendemen minyak *Nannochloropsis* sp. sonikator hanya 0,71 % dan perlakuan panas 0,58%. Mikroalga *Chlorella* sp. sonikator hanya 1,08% dan perlakuan panas hanya 0,95 %. Dan mikroalga *Spirulinna* sp. sonikator hanya 2.01 % dan perlakuan panas 1,21 %. Pada penelitian Indrawan *et al.* (2018) juga menggunakan ekstraksi sonikator hasil yang didapat hanya 0,27%-1,61%. Berikutnya pada penelitian Amini (2014) menggunakan metode sonikator pemecahan dinding sel dengan larutan n-heksana mendapatkan hasil untuk *Nannochloropsis* sp.hanya 1,54 % dan untuk *Botryococcus braunii* hanya 0,84 %.

Terjadinya hasil kandungan minyak rendah kemungkinan dikarenakan pada saat perendaman ekstrasi mikroalga dan n-heksana belum sempurna menembus membran *vacuola* sebagai tempat sumber minyak didalam sel. Hal ini didukung pernyataan dari Darwis (2000) bahwa proses perendaman ekstraksi yang lama akan menghasilkan minyak yang semakin tinggi. Pada penelitian Ahmad *et al.* (2014) juga menunjukkan bahwa metode ekstraksi sokhletasi dan *bligh & dry* kurang baik untuk mengekstrak biomasa yang basah. Hasil yang didapat untuk sokhletasi hanya 0,03% dan *bligh & dry* hanya 1,12%. Ahmad *et al.* (2014) mengatakan, bahwa hal ini diakibatkan karena pelarut seperti heksana dan kloroform tidak larut dalam air sehingga kontak antara biomassa basah dan pelatur yang tadinya bertindak sebagai pengekstrak lipida akan terhalangi kemampuan ekstraksinya.

KESIMPULAN

Tekanan osmotik berpengaruh terhadap kedua rendemen minyak *Nannochloropsis* sp. baik pada kondisi basah (r=0,890 sig<0,043) dan *Nannochloropsis* sp. kondisi kering (r=0,916 sig<0,029). Sehingga semakin tinggi tekanan osmotik yang diberikan maka semakin tinggi pula rendemen minyak *Nannochloropsis* sp. basah maupun rendemen minyak *Nannochloropsis* sp. kering yang didapat. Tekanan osmotik yang baik untuk mengekstrasi *Nannochloropsis* sp. yaitu tekanan osmotik 120 atm. Masing-masing hasil yang didapat yaitu *Nannochloropsis* sp. basah (3,96%) dan kering (2,60%). Hasil analisis kromatogram

GC pada rendemen minyak *Nannochloropsis* sp. diketahui komposisi asam lemak didominasi oleh Asam Lemak Jenuh dengan 8 jenis, sedangkan asam lemak tak jenuh hanya 5 jenis.

REFERENSI

Ahmad, K.R. & Herawati, N. 2020. Kimia Fisika II. Rafah Press UIN Raden Fatah Palembang. Palembang. 22 hlm

Amini, S., Fitriani, D., & Sugiyono. 2014. Pengaruh Perlakuan Pemecah Dinding Sel *Batryocaccus braunii* dan *Nannochloropsis* sp. Menggunakan Microwave dan Sonikator Terhadap Minyak Ynag Disasilkan. BBP4BKP. Jakarta. 1-9 hlm.

Anggraeni, D. & Shandi, A.P. 2015. Produksi Biomasa, Lipid, dan Protein Sel Tunggal Mikroalga Nannochloropsis sp. Sebagai Suplemen Makanan. Universitas Udaya. Denpasar. 45 hlm.

Bawole, H., Rizald, M.R., & Elvy, L.G. 2017. Ekstrasi Hidrokarbon dari Beberapa Mikroalga. *Jurnal Pesisir dan Laut Tropis,* 1(1): 18-23

Borges, L., Joaquin, Villarreyes, A.M., D'Oca, M.G.M., & Abreu, P.C. 2011, Effects of Flocculants on Lipid Extraction and Fatty AcidComposition of the Microalgae *Nannochloropsis oculata* and *Thalassiosira weissflogii*. *Biomass and Bioenergy.* 35(1): 4449-4454.

Brown, T.L., LeMay, H.E., & Bursten, B.E. 2002. Chemistry. The Central Science Prentice Hall. 10 hlm

Dianursanti, & Pijar, R. 2013. Peningkatan Perolehan Hasil Lipid dari Nannochloropsis sp Menggunakan Metode Ekstraksi Kombinasi Bligh-dryer dan Osmotic Stress. *Prosiding STNK TOPI. Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Depok*. 103-104 hlm

Fransiskus, D., Alimudin, A.H., & Ardiningsih, P. 2016. Ekstraksi Minyak Mikroalga *Nannochloropsis oculata* Menggunakan Metode Tekanan Osmotik. *Jurnal Ilmu dan Terapan Kimia*, 1(1): 18-30.

Harsanto, S. 2009. Analisis Asam Lemak Mikroalga *Nannochropsis oculata*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.

Indrawan, A.P., Winarto, H., & Tri, J.R. 2018. Optimasi Ekstrasi Lipid dari *Spirulina plantensis* Menggunakan Tekanan Osmotik dengan Bantuan Gelombang Ultrasonik dan Produksi Metil Esternya Secara Enzimatis. *Berkala MIPA*. 25(2): 116-128.

Kawaroe, M., Prartono, T., Sunuddin, A., Sari, S.W., & Augustine, D. 2009. Mikroalga Potensi dan Pemanfaatannya untuk Produksi Bio Bahan Bakar. Penerbit IPB Press. Bogor. 151 hlm.

Prabakaran, P., & Ravindran, A.D. 2011. A study on Effective Lipid Extraction Methods from Certain Fresh Water Microalgae. *Bio Technology,* 39(1): 4589- 4591.

Rachmaniah, O., Setyarini, R.D., & Maulida, L. 2010, Pemilihan Metode Eks-traksi Minyak Alga dari Chlorella sp. dan Prediksinya Sebagai Biodiesel. Institut Teknologi Sepuluh November. Surabaya. 10 hlm

Wijanarki, B., & Putri, L.D. 2012. Ekstraksi Lipid dari Mikroalga *Nannochloropsis* sp. dengan Solven Mrthanol dan Chloroform. *Jurnal Teknologi Kimia dan Industri,* 1(1): 130-138.

Yoo, G., Park, W.K., Kim, C.W., Choi, Y.E. & Yang, J.W. 2012. Direct Lipid Extraction from Wet Chlamydomonas reinhardtii Biomass Using Osmotic Shock. *Bioresource Technology,* 123(1): 717-122.