

POTENSI ASAM LEMAK DARI MIKROALGA *Nannochloropsis sp* SEBAGAI ANTIOKSIDAN DAN ANTIBAKTERI

Potential of Fatty Acid from Microalgae *Nannochloropsis Sp* as Antioxidant and Antibacterial

Ni Wayan Sri Agustini¹, M. Afriastini¹, Yoana Maulida²

¹Pusat Penelitian Bioteknologi-LIPI

²FMIPA, Jur. Farmasi, Institut Sains dan Teknologi Nasional, Jakarta

E-mail : wayan_sa2002@yahoo.com

Abstract- In Indonesia, the use of microalgae is still lacking, therefore, the antibacterial and antioxidant activity of the extract fatty acids from microalgae *Nannochloropsis sp*. *Nannochloropsis sp* biomass. extracted by soxhletasi with petroleum ether and ethanol, whereas the fatty acid extraction method by Indonesian National Standard. Antibacterial activity by disc diffusion method and antioxidant activity using the method of reduction of free radicals (DPPH). The results showed that the petroleum ether extract showed antibacterial and antioxidant activity better than the ethanol extract. The results of the identification of fatty acids in petroleum ether extract was dodecanoic acid (18.88%), while the ethanol extract was hexadecanoic acid (14.02%).

Keywords: antioxidant, antibacterial, fatty acid, *Nannochloropsis sp*

PENDAHULUAN

Di Indonesia pemanfaatan mikroalga sampai saat ini masih belum optimal. Pemanfaatan mikroalga sebagian besar hanya sebatas sebagai pakan alami untuk ikan yang dibudidayakan. Berdasarkan hal tersebut maka dilakukan penelitian ini, dengan tujuan untuk mengetahui potensi asam lemak pada mikroalga jenis *Nannochloropsis sp*. sebagai antibakteri dan antioksidan.

Berdasarkan literatur diketahui bahwa mikroalga *Nannochloropsis sp*. mengandung berbagai senyawa seperti terpenoid, alkaloid, flavonoid, steroid dan asam lemak. Senyawa-senyawa tersebut berpotensi sebagai antibakteri dan antioksidan. Diantara senyawa-senyawa tersebut, senyawa asam lemak merupakan senyawa yang paling banyak terkandung di dalam mikroalga *Nannochloropsis sp*. Kandungan lipid total dari mikroalga ini yaitu sebesar 27,64% yaitu terdiri dari asam palmitoleat, asam laurat, asam miristat dan asam pentadekanoat. Asam lemak dapat bersifat sebagai bakterisidal karena efeknya seperti surfaktan yang terdapat pada membran sel bakteri dan menghambat sintesis protein, sehingga asam

lemak menjadi toksik bagi bakteri. Anonim (<http://www.scribd.com/doc/11626265/nannochloropsis>. diakses pada 06 November 2012). Asam lemak mudah teroksidasi, sehingga dapat berfungsi sebagai antioksidan.

Proses ekstraksi untuk mendapatkan asam lemak dapat dilakukan dengan berbagai cara, salah satunya yaitu sokletasi. Metode ini digunakan karena pelarut yang dibutuhkan lebih sedikit dan secara langsung diperoleh hasil yang lebih pekat, selain itu biomassa mikroalga disari oleh pelarut yang selalu baru sehingga dapat menarik zat aktif yang lebih banyak dan penyarian dapat diteruskan sesuai keperluan tanpa menambah volume pelarut.⁽⁶⁾ Pelarut yang ideal untuk ekstraksi asam lemak harus mampu secara sempurna mengekstraksi semua komponen asam lemak. Efisiensi pelarut tergantung polaritas asam lemak yang ada. Asam lemak polar lebih mudah larut dalam pelarut yang polar (etanol) dari pada dalam pelarut non-polar (seperti petroleum eter), begitu juga sebaliknya. Fakta bahwa asam lemak yang berbeda mempunyai polaritas yang berbeda menyebabkan tidak mungkin menggunakan

pelarut organik tunggal untuk mengesktraksi semuanya. Pelarut yang digunakan dalam penelitian ini adalah petroleum eter (non-polar) dan etanol (polar) (Anonim. <http://rinaherowati.files.wordpress.com/2011/11/3-analisis-lemak.pdf>, diakses pada 06 November 2012).

Antibakteri adalah zat yang dapat menghambat pertumbuhan dan aktifitas bakteri, salah satu metoda uji aktivitas antibakteri yaitu dengan metode difusi cara cakram dimana sampel mudah berdifusi dengan media agar yang telah berisi bakteri uji, sedangkan antioksidan adalah senyawa yang mampu menangkal atau meredam dampak negatif oksidan dalam tubuh. Uji aktivitas antioksidan dilakukan dengan metode peredaman radikal bebas. Radikal bebas yang digunakan adalah 1,1-difenil-2-pikrilhidrazil (DPPH), DPPH jika direaksikan dengan antioksidan maka antioksidan akan menetralsir radikal bebas dengan melengkapi kekurangan elektron yang dimiliki radikal bebas, dan menghambat terjadinya reaksi berantai dari pembentukan radikal bebas yang dapat menimbulkan berbagai penyakit seperti, penuaan, kanker, artritis, dan lain-lain. Identifikasi senyawa yang terdapat pada ekstrak asam lemak dari mikroalga *Nannochloropsis sp.* dengan menggunakan KG-SM (Kromatografi Gas-Spektrum Massa)

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di Laboratorium Mikroalga Air Tawar, Puslit Bioteknologi-LIPI. Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah mikroalga *Nannochloropsis sp.*, bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus* yang merupakan koleksi Laboratorium Mikroalga Air Tawar, Pusat Penelitian Bioteknologi, LIPI. Cara kerja yang dilakukan meliputi :

1. Kultivasi *Nannochloropsis sp.*

Nannochloropsis sp. dikultivasi dalam medium yang terdiri : urea 1,6 g ; Amonium Sulfat 0,4 g ; Tri Natrium Fosfa 0,8 g ; FeCl_3 0,02 g ;

Na_2EDTA 0,1 g ; NaCl 0,54 g dan Gandasil D 1,0 g yang dilarutkan dalam 1 L akuades, kultur diaerasi secara terus menerus dengan menggunakan *blower*, dengan intensitas cahaya 2500 lux dan pH media 7. Kultur dilihat kepadatan selnya menggunakan metode turbidimetri pada spektrofotometri UV-Vis dengan panjang gelombang 680 nm.

2. Ekstraksi Asam Lemak

Sebanyak 20 g biomassa kering mikroalga diekstraksi dengan cara sokletasi, tahap pertama menggunakan petroleum eter, setelah itu etanol masing-masing sebanyak 250 ml selama 7 jam. Ekstrak kemudian dipisahkan untuk menghilangkan pelarut. Kemudian masing-masing sebanyak 250 mg ekstrak pekat (petroleum eter dan etanol) ditambah 15 ml NaOH 0,5 N dan dialirkan gas nitrogen. Setelah itu, dipanaskan selama 5 menit pada suhu 100°C . Setelah dingin, ditambahkan 20 ml metanol- BF_3 (14% b/v) dan dialiri kembali dengan gas nitrogen dan dipanaskan selama 30 menit pada suhu 100°C . Ekstrak didinginkan sampai suhu $30-40^\circ\text{C}$, kemudian ditambahkan 10 ml n-heksan dan dikocok sampai homogen. Lapisan n-heksan diambil dan tambahkan Na_2SO_4 . Ekstrak siap diuji aktivitas antibakteri, antioksidan dan identifikasi menggunakan KG-SM.

3. Uji aktivitas antibakteri

Uji aktivitas antibakteri dengan metode difusi cara cakram. Bakteri uji yang digunakan adalah *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*. Lapisan pertama adalah agar padat yang terbuat dari campuran: pepton 0,5%, ekstrak ragi 0,3%, agar 1,5%. dituangkan ke dalam cawan petri steril sebanyak 8 ml dan diamkan pada suhu kamar hingga memadat. Sedangkan lapisan kedua adalah agar lunak yang terdiri dari campuran : pepton 0,5%, ekstrak ragi 0,3%, agar 0,75%, agar lunak yang telah steril sebanyak 8 ml ditambahkan bakteri sebanyak 8 μl untuk *Staphylococcus aureus* dan 16 μl



untuk *Escherichia coli* yang kekeruhannya mencapai serapan 1 dan dituangkan diatas lapisan pertama yang sudah memadat hingga terbentuk dua lapisan agar. Kertas cakram yang ditetesi dengan 20 μ l ekstrak yang sebelumnya dilarutkan dengan masing-masing n-heksan dengan konsentrasi masing-masing 100%, 75% dan 50%, diletakkan diatas lapisan agar yang telah memadat. Kontrol positif menggunakan kloramfenikol dengan konsentrasi 30 μ g dan kontrol negatif menggunakan masing-masing pelarut yang ditetesi diatas kertas cakram sebanyak 20 μ l. Cawan petri diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam, zona hambat yang terbentuk disekitar kertas cakram diukur diameternya dengan jangka sorong.

4. Uji aktivitas antioksidan (peredaman radikal bebas (DPPH))

Larutan DPPH dipipet 1 ml (0,4 mM) dan tambahkan metanol hingga 5 ml (larutan blanko). Larutan uji, masing-masing ekstrak kering asam lemak *Nannochloropsis sp.* dengan pelarut petroleum eter dan etanol ditimbang \pm 5 mg, lalu dilarutkan dalam 5,0 ml metanol p.a (1000 ppm); larutan ini merupakan larutan induk. Sebanyak 25, 50, 125, 250 dan 500 μ L larutan induk dipipet dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi yang telah ditara 5,0 ml untuk mendapatkan konsentrasi sampel 5, 10, 25, 50 dan 100 μ g/mL. Masing-masing tabung ditambahkan 1,0 mL larutan DPPH dan ditambahkan dengan metanol p.a sampai tanda 5,0 mL. Kontrol positif menggunakan vitamin C, dengan cara, vitamin C ditimbang \pm 5 mg, lalu dilarutkan dalam 5,0 mL metanol p.a (1000 ppm), larutan ini merupakan larutan induk. Dipipet 10, 20, 30, 40 dan 50 μ L larutan induk ke dalam tabung reaksi yang telah ditara 5,0 ml untuk mendapatkan konsentrasi 2, 4, 6,8 dan 10 μ g/mL. Masing-masing tabung ditambahkan 1,0 mL larutan DPPH (0,4 mM) dan ditambahkan dengan metanol p.a sampai tanda 5,0 mL. Larutan uji

dan kontrol positif diinkubasi 37°C selama 30 menit, serapan diukur pada panjang gelombang maksimal pada 516 nm menggunakan spektrofotometer ultraviolet-cahaya tampak. Persentase inhibisi (IC_{50}) dihitung dengan cara : serapan blanko dikurangi serapan sampel dibagi serapan blanko kemudian dikali 100 %. Nilai IC_{50} (*Inhibition Concentration* 50) adalah konsentrasi antioksidan (μ g/mL) yang mampu meredam radikal bebas sebanyak 50%. Ekstrak dinyatakan aktif sebagai antioksidan bila nilai IC_{50} kurang dari 200 μ g/mL.

5. Kondisi Kromatografi Gas Spektrofotometer Massa

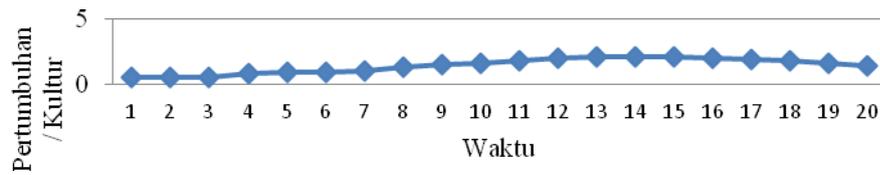
Kolom: HP-5, Oven : Injektor (270°C), flow (1ml/menit), Temperatur :60-290°C ditahan selama 5 menit kenaikan suhu 15°C/menit , Detektor : AUX interface 280, Gas pengelusi : Helium, Data base : Wiley n-1

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAAN

A. Pertumbuhan *Nannochloropsis sp.*

Antibakteri dan antioksidan masuk ke dalam metabolit sekunder, dimana metabolit sekunder mencapai produksi yang optimum pada fase stasioner sehingga pemanenan dilakukan pada fase stasioner. Dalam penelitian ini, kepadatan sel diukur menggunakan spektrofotometer UV-Vis dengan panjang gelombang 680 nm. Fase logaritmik terjadi pada hari ke- 4-12, sedangkan fase stasioner terjadi pada hari ke- 12-14. Pada fase logaritmik senyawa asam lemak belum maksimal sehingga pemanenan biomassa *Nannochloropsis sp.* dilakukan pada fase stasioner awal (Fogg et.al., 1987)





Gambar 1. Pola pertumbuhan *Nannochloropsis* sp selama 20 hari masa kultivasi

B. Uji aktivitas antibakteri

Uji aktivitas antibakteri dari ekstrak asam lemak mikroalga *Nannochloropsis* sp. terhadap bakteri uji *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*, yang mewakili bakteri Gram negatif dan Gram positif. Menggunakan metode difusi cara cakram karena merupakan teknik penentuan uji aktivitas antibakteri yang mudah, selain itu cara cakram menggunakan kertas cakram dimana sample lebih mudah berdifusi dengan media agar (yang telah berisi bakteri uji). Pada pengujian ini digunakan kontrol positif antibiotik kloramfenikol untuk menunjukkan bahwa bakteri uji memang sensitif terhadap antibiotika. Kloramfenikol digunakan sebagai antibakteri karena bersifat bakteristatik dan bekerja menghambat sintesis protein yang kuat pada mikroorganisme dan memiliki spektrum yang luas yakni meliputi bakteri Gram positif, Gram negatif, bakteri aerob dan anaerob.

Pada Tabel 1 terlihat, berdasarkan hasil uji aktivitas antibakteri yang telah dilakukan diperoleh bahwa ekstrak asam lemak *Nannochloropsis* sp. yang terekstrak pada kedua pelarut (peroleum eter dan etanol) menunjukkan hasil positif, hal ini terlihat karena adanya zona hambat berupa zona bening disekitar kertas cakram pada kedua bakteri uji (*Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*). Zona hambat pada bakteri *Staphylococcus aureus* lebih besar dibandingkan zona hambat yang ditunjukkan oleh bakteri *E. coli*. Hasil uji aktivitas antibakteri ekstrak asam lemak dengan pelarut petroleum eter mempunyai aktifitas yang lebih besar dibandingkan dengan etanol. Hal ini disebabkan kelarutan lemak dalam etanol sangat rendah. Asam lemak termasuk senyawa non-polar sehingga dapat larut dalam non-polar (petroleum eter) (Sumardjo,2007)

Tabel 1. Hasil zona hambat ekstrak petroleum eter dan etanol terhadap bakteri E.coli dan S. aureus

Pelarut	Bakteri Uji	Pengulangan	Diameter Daya Hambat (cm)		
			100%	75%	50%
Petroleum Eter	<i>Escherichia coli</i>	1	2,23	2,07	1,62
		2	2,33	2,07	1,73
		3	2,28	2,21	2,2
		Rata-rata	2,28	2,12	1,85
		STDEV	±0,05	±0,07	±0,30
	<i>Staphylococcus aureus</i>	1	2,48	2,36	1,94
2		2,39	2,18	2,11	
3		2,63	2,58	2,54	
		Rata-rata	2,50	2,37	2,20
		STDEV	±0,12	±0,19	±0,31
Etanol		<i>Escherichia coli</i>	1	2,20	1,89
	2		2,04	1,94	1,67
	3		2,09	2,07	1,61
		Rata-rata	2,11	1,96	1,63
		STDEV	±0,08	±0,09	±0,03
	<i>Staphylococcus aureus</i>	1	2,37	2,06	1,87
2		2,23	2,15	1,87	
3		2,20	2,13	1,96	
		Rata-rata	2,27	2,11	1,90
		STDEV	±0,08	±0,04	±0,05

Pada Tabel 1 juga terlihat, aktivitas penghambatan terhadap pertumbuhan bakteri Gram positif (*Staphylococcus aureus*) lebih kuat dibandingkan dengan bakteri Gram negatif (*Escherichia coli*). Hal ini terkait dengan sifat dinding sel yang dimiliki bakteri tersebut. Bakteri Gram positif dan Gram negatif mempunyai dinding sel yang berbeda sensitivitasnya terhadap perlakuan fisik, enzim dan antibiotik. Bakteri Gram positif lebih rentan terhadap senyawa antimikroba dibandingkan bakteri Gram negatif. Perbedaan sensitivitas antara bakteri Gram positif dan bakteri Gram negatif didasarkan pada perbedaan morfologi dinding selnya. Struktur dinding sel bakteri Gram positif relatif lebih sederhana sehingga memudahkan senyawa antimikroba untuk masuk ke dalam sel dan menemukan sasaran untuk bekerja. Sedangkan struktur dinding sel bakteri Gram negatif relatif lebih kompleks, berlapis dua yaitu lapisan luar yang berupa lipoprotein dan lipopolisakarida dan lapisan dalam berupa peptidoglikan (Nurchayanti, Agustina D.Rdkk, 2011)

C. Uji aktivitas antioksidan

Uji aktivitas antioksidan dari ekstrak asam lemak mikroalga *Nannochloropsis sp.* terhadap radikal bebas 1,1-difenil-2-pikrilhidrazil (DPPH) pada masing-masing pelarut petroleum eter dan etanol menunjukkan adanya efek penghambatan radikal bebas. Ekstrak dikatakan aktif memiliki aktivitas antioksidan jika memiliki IC₅₀ kurang dari 200 µg/ml. Nilai

IC₅₀ untuk ekstrak dengan pelarut petroleum eter 26,93 µg/ml, sedangkan pada pelarut etanol 45,453 µg/ml. Nilai IC₅₀ pada vitamin C sebagai kontrol positif sebesar 5,43 µg/ml.

Kedua pelarut sama-sama memberikan hasil yang baik pada uji antioksidan terhadap DPPH, dimana pelarut petroleum eter menunjukkan hasil yang lebih baik daripada pelarut etanol karena hasil yang mendekati IC₅₀ dari vitamin C sebagai kontrol positif. Hal ini disebabkan karena pada ekstrak dengan pelarut petroleum eter melarutkan asam lemak yang lebih banyak dan juga mengandung asam lemak tak jenuh lebih banyak. Hal ini sesuai dengan pendapat Agoramoorthy G, et al., 2007, yang menyatakan bahwa asam lemak tak jenuh lebih reaktif sebagai antioksidan dibandingkan dengan asam lemak jenuh. Demikian pula halnya pendapat dari Natrah, et al., 2007, menunjukkan bahwa enam mikroalga ekstrak metanol kasar (*Isochrysis Galbana*, *Chaetoceros calcitrans*, *Scenedesmus quadricauda*, *Chlorella vulgaris*, *Nannochloropsis oculata* dan *Tetraselmis tetrahele*) aktif dalam menghambat peroksidasi lipid asam linoleat. Antioksidan merupakan senyawa pemberi elektron dalam hal ini, radikal bebas (DPPH) akan menarik 1 atom H yang berasal dari asam lemak sehingga radikal bebas menjadi inaktif.

Tabel 2. Hasil IC₅₀ ekstrak petroleum eter dan etanol dari mikroalga *Nannochloropsis sp*

Pelarut	Konsentrasi (µg/ml)	Absorbans Sample (nm)	Inhibisi (%)	Persamaan Linear Y = a + bx	IC ₅₀ (µg/ml)	Absorbans Blangko (nm)
Petroleum Eter	5	0,626	34,85	Y = 0,47 + 37,34 x R = 0,98	26,93	0,961
	10	0,534	44,43			
	25	0,481	49,94			
	50	0,337	64,93			
Etanol	100	0,167	82,62	Y = 27,103 + 0,463 x R = 0,97	45,453	0,994
	5	0,759	23,64			
	10	0,676	31,99			
	25	0,545	45,17			
Vitamin C	50	0,484	51,30	Y = (-5,023) + 10,1255 x R = 0,996	5,434	0,994
	100	0,280	71,83			
	2	0,856	13,88			
	4	0,604	39,23			
	6	0,460	53,72			
	8	0,257	74,14			
	10	0,023	97,68			



D. Identifikasi senyawa asam lemak menggunakan KG-SM

Asam lemak adalah suatu senyawa golongan asam karboksilat yang mempunyai rantai alifatik panjang, baik jenuh maupun tak jenuh dan merupakan turunan dari trigliserida atau fosfolipid. Pada daun hijau tumbuhan termasuk mikroalga *Nannochloropsis* sp, asam lemak diproduksi di kloroplas. Asam lemak mengandung energi tinggi (menghasilkan banyak ATP), karena itu kebutuhan lemak dalam pangan diperlukan.

Identifikasi suatu asam lemak tidak dapat secara langsung menggunakan Kromatograf Gas. Syarat utama agar sampel dapat dianalisis dengan Kromatografi Gas adalah bersifat volatil. Oleh karena itu, asam lemak yang bertitik didih tinggi harus diubah dulu menjadi bentuk metil ester asam lemak sehingga mempunyai titik didih yang berada pada temperatur operasi Kromatografi Gas. Katalis untuk prose transesterifikasi pada penelitian ini adalah menggunakan boron trifluorida dalam metanol (Khamidinal, dkk., 2007)

Berdasarkan hasil identifikasi ekstrak asam lemak mikroalga *Nannochloropsis* sp., pelarut petroleum eter menghasilkan 8 jenis senyawa asam lemak yaitu sebesar 52,48 %

yang terdiri dari *dodecanoic acid* (18,88%), *myristic acid* (9,29%), *hexadecanoic acid* (10,88%), *9,12-octadecadienoic acid* (1,67%), *cis-13-octadecenoic acid* (8,02%), *trichloroacetic acid* (1,43%), *palmitic acid* (0,97%), *octadecanoic acid* (2,74%). Sedangkan pada pelarut etanol terdapat 5 senyawa asam lemak sebesar 47,63% yang terdiri dari *hexadecanoic acid* (14,02%), *dodecanoic acid* (12,77%), *tetradecanoic acid* (8,16%), *9-octadecenoic acid* (6,74%), *decanoic acid* (1,81%). Jenis asam lemak yang diperoleh ternyata terdiri dari asam lemak jenuh maupun tak jenuh. Jenis asam lemak terbesar yang terekstrak pada pelarut petroleum eter adalah *dodecanoic acid* atau asam palmitat termasuk asam lemak jenuh. dengan % area sebesar 18,88%. Ekstrak asam lemak dengan pelarut etanol, jenis senyawa asam lemak yang paling banyak adalah *hexadecanoic acid* atau asam palmitat (asam lemak jenuh) dengan % area sebesar 14,02%. Sebagian besar asam lemak yang terkandung dalam *Nannochloropsis* sp. merupakan asam lemak tak jenuh yang menurut literatur dapat berfungsi sebagai antibakteri dan antioksidan (Agoramoorthy G, et al., 2007; N. Yayli., et al., 2006)

Tabel 3. Asam lemak *Nannochloropsis* sp yang diidentifikasi dengan KG-SM

Senyawa	BM (g/mol)	Rumus Molekul	Petroleum Eter			Etanol		
			Waktu Retensi (menit)	% Area	Kual	Waktu Retensi (menit)	% Area	Kual
<i>Hexadecanoic acid</i>	256,42	C ₁₆ H ₃₂ O ₂	6,938	10,88	99	17,494	14,02	99
<i>Decanoic acid</i>	172,26	C ₁₀ H ₂₀ O ₂	-	-	-	6,986	1,81	94
<i>Palmitic acid</i>	256,42	C ₁₆ H ₃₂ O ₂	7,276	0,97	91	-	-	-
<i>Dodecanoic acid</i>	480,6756	C ₂₅ H ₅₂ O ₈	9,475	18,88	99	9,441	12,77	99
<i>9,12-Octadecadienoic acid</i>	280,4455	C ₁₈ H ₃₂ O ₂	10,103	1,67	97	-	-	-
<i>Tetradecanoic acid</i>	721,0572	C ₄₀ H ₈₀ O ₁₀	-	-	-	12,944	8,16	99
<i>Myristic acid</i>	228,37	C ₁₄ H ₂₈ O ₂	13,006	9,29	99	-	-	-
<i>Octadecanoic acid</i>	284,48	C ₁₈ H ₃₆ O ₂	22,942	2,74	90	-	-	-
<i>9-Octadecenoic acid</i>	282,4614	C ₁₈ H ₃₄ O ₂	-	-	-	23,507	6,74	99
<i>Cis-13-Octadecenoic acid</i>	282,4614	C ₁₈ H ₃₄ O ₂	23,625	8,02	96	-	-	-
Jumlah % Area			52,45 %			43,5 %		

KESIMPULAN

1. Ekstrak asam lemak dari mikroalga *Nannochloropsis* sp. mempunyai aktivitas sebagai antibakteri maupun antioksidan.

Ekstrak asam lemak dengan pelarut petroleum eter (polar) menunjukkan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan



2. ekstrak dengan pelarut etanol (non polar).
3. Hasil identifikasi senyawa aktif yang terkandung dalam ekstrak asam lemak mikroalga *Nannochloropsis sp.* menunjukkan adanya senyawa asam lemak sebesar 52.45% pada pelarut petroleum eter, asam lemak banyak ditemukan adalah *dodecanoic acid* (18,88%). Sedangkan pada pelarut etanol terdapat asam lemak sebesar 43,5%, *hexadecanoic acid* (14,02%) ditemukan sebagai asam lemak yang paling banyak.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. <http://www.scribd.com/doc/11626265/nanokloropsis>. Diakses pada 06 November 2012.
- Anonim. <http://rinaherowati.files.wordpress.com/2011/11/3-analisis-lemak.pdf>. Diakses pada 06 November 2012.
- Agoramoorthy G, Chandrasekaran M, Venkatesalu V, Hsu M,J. 2007. Antibacterial and Antifungal Activities of Fatty Acid Methyl Esters of The Blind-Your-Eye Mangrove From India. *Brazilian Journal of Microbiology*.
- Fogg G E. *Algae Cultures and Phytoplankton Ecology*. 3rd ed. London: University of Wisconsin Press; 1987. Hal 12-42.
- Khamidinal, Ngatidjo Hadipranoto, dan Mudasit. Pengaruh antioksidan terhadap kerusakan asam lemak omega-3 pada proses pengolahan ikan tongkol. <http://digilib.uinuka.ac.id/7906/1>, diakses tanggal 24 Mei 2014
- M. I. Natrah, F. M. Yusoff, M. Shariff, F. Abas, N. S. Mariana. 2007. *Screening of Malaysian Indigenous Microalgae for Antioxidant*. *J Appl Phycol* (2007) 19:711-718
- Nurettin YAYLI, Canan GULEC, Osman UCUNCU, AhmetYASAR, Serdar ULKER, Kamil COSKUNCELEB, Salih TERZIOGLU. 2006. Composition and Antimicrobial Activities of Volatile Components of *Minuartia meyeri*. *J Chem* 30, 71 - 76
- Nurchayanti, Agustina D.R. *et.al. Aktivitas Antioksidan dan Antibakteri Ekstrak Polar dan Non Polar Biji Selasih (Ocimum sanctum Linn)*. Universitas Pelita Harapan. 2011.
- Sumardjo, Damin. 2009. *Pengantar Kimia: Buku Panduan Kuliah Mahasiswa Kedokteran dan Program Sastra I Fakultas Bioeksakta*. EGC. Jakarta. Hal 270.

