

**DEAGREGASI EKSTRAK KASAR PIGMEN (*Sargassum crasifolium*) J.G. AGARDH
DALAM PELARUT ASETON DAN METANOL**

Deaggregation of Rough Extract Pigment (*Sargassum crasifolium*) of J.G Agardh
in Aseton dan Metanol

EDWIN MAHENDRA¹⁾, LIA KUSMITA¹⁾, A.B. SUSANTO²⁾ dan LEENAWATY LIMANTARA³⁾

¹⁾Magister Biologi Universitas Kristen Satya Wacana, Jl. Diponegoro 52-60 Salatiga 50711,

²⁾Jurusan Ilmu Kelautan FPIK Universitas Diponegoro, Semarang

³⁾Ma Chung Research Center, Malang 65151; leenawaty.limantara@machung.ac.id

Abstract

Several kinds of algae have high economical value because its nutrition and chemical composition can be used in every social aspects. One of them is Brown algae, *Sargassum crasifolium* which contains photosynthesis pigment, that is chlorophyll a and c. According to Goodwin (1974) and Fitton (2005) this algae is very rich of karotenoid, a kind of fukosantin. According to Gross (1991), chlorophyll will be easy to have degradation if there is extremely environmental changing, for instances: temperature, light intensity, and acid. This research is aimed to know the influence of acid on the aggregate and rough extract spectrum system of *Sargassum crasifolium* in aseton and metanol by in vitro which has been formed after adding water.

Adding acid either asetat acid or hydrochloric acid forms Feofitin Tang indicated by the changing of rough extract spectrum system of *Sargassum crasifolium* in Q_y , Q_x and Soret. Kinds of solvent and amount of acid do influence the extract deaggregation process of *Sargassum crasifolium*. Hydrochloric acid and CH_3COOH are able to deaggregate the extract of *Sargassum crasifolium* in aseton and metanol which has been formed after adding water. If we compare them, HCL will be more significant than CH_3COOH to deaggregate.

Keywords: Aggregate, Deaggregation, *Sargassum crasifolium*

PENDAHULUAN

Penggalan potensi alam yang berbasis herbal menjadi suatu alternative utama dalam usaha pengembangan ilmu pengetahuan dewasa ini. Berbagai penelitian dilakukan dengan menggali sumber daya alam yang belum dimanfaatkan secara optimal. Berbagai sampel yang berasal dari tumbuhan tingkat tinggi sampai ke tingkat rendah dilakukan dengan harapan dapat menemukan potensi yang sekiranya di dunia kesehatan dapat memberikan banyak kontribusi. Sumber-sumber potensi tersebut tidak hanya terbatas di daratan saja tetapi sudah mulai meluas ke wilayah lautan. Indonesia merupakan negara maritim yang dua pertiga wilayahnya merupakan laut yang banyak menyimpan potensi yang belum dimanfaatkan. Penelitian terhadap rumput laut yang merupakan tanaman berhabitat asli Indonesia belum banyak dilakukan.

Jenis rumput laut penghasil alginat antara lain *Laminaria* (Norwegia, Perancis, Cina, Jepang, Korea), *Lessonia* (Chile), *Ascophyllum* (Skotlandia, Irlandia), *Ecklonia* (Jepang, Korea), *Macrocystis* (Australia, Amerika Utara), *Sargassum* dan *Turbinaria* (Indonesia, Filipina). Diantara jenis-jenis rumput laut tersebut yang dijumpai tumbuh melimpah secara alami di perairan laut Indonesia adalah *Sargassum* dan *Turbinaria*. Akan tetapi dari kedua jenis tersebut yang sudah dimanfaatkan oleh industri alginat di Indonesia hanya jenis *Sargassum* karena lebih mudah didapat dan mengandung alginat lebih banyak dibandingkan *Turbinaria*.

Pigmen dari alga coklat mengandung *phloroglucinols* yaitu sebuah gugus kimia yang diturunkan dari unit *phloroglucinols* (1,3,5-trihidrobenezene). Senyawa tersebut dapat terkandung hingga lebih dari 15% berat kering algae, dimana polifenol menjadi senyawa paling dominan di

dalamnya (Fitton, 2005). Polifenol algae, yang sering disebut sebagai phlorotannin merupakan senyawa yang memiliki gugus sangat heterogen (struktur dan polimerisasinya heterogen) sehingga sifat ini memberikan jangkauan kemampuan aktifitas biologis yang luas. Tumbuhan banyak terdapat senyawa polifenol dan fenolik bersifat antioksidan yang berperan sebagai perangkap radikal bebas (Shahidi dan Wanasundara, 1992). Beberapa penelitian menunjukkan adanya sifat antioksidan pada karotenoid alga dan peran mereka dalam mencegah berbagai penyakit yang berhubungan dengan tekanan oksidatif (Okuzumi dkk., 1993 dan Yan dkk., 1999)

Potensi ekonomis dari *Sargassum crasifolium* adalah kandungan kimianya yaitu alginat dan iodin. Alginat banyak dibutuhkan oleh berbagai industri seperti farmasi (5%), tekstil (50%), makanan dan minuman (30%), kertas (6%), serta industri lainnya (9%) (Anggadiredja dkk., 2006). Dalam proses pengolahan alginat, rumput laut dalam hal ini adalah *Sargassum crasifolium* mengalami proses perendaman dengan menggunakan pelarut asam dengan tujuan untuk menghilangkan kotoran-kotoran yang larut dalam asam dan juga untuk merubah garam-garam alginat dalam rumput laut menjadi asam alginat (Istini dkk., 2006). Seperti algae coklat lainnya, *Sargassum crasifolium* mengandung senyawa aktif biologis termasuk antioksidan. Kenyataan ini disebabkan karena sayuran hijau dan alga mengandung senyawa yang bersifat antioksidan, sehingga dapat menghambat terjadinya proses reaksi oksidasi radikal bebas penyebab penyakit (Haila, 1999; Chank dkk, 2002; Youngsson, 2005). Senyawa yang terdapat dalam sayuran hijau dan alga yang diketahui sebagai antioksidan, antara lain karoten dan klorofil (Limantara, 2006; Haila, 1999; Burati dkk., 2001; Chang dkk., 2002; Rao, 2003; Rahmat dkk., 2003; Shivashankara dkk., 2004).

Klorofil merupakan pigmen pemberi warna hijau pada tumbuhan dan bakteri yang terdapat pada kloroplas sel tanaman yang berperan penting pada proses fotosintesis. Pigmen tersebut sangat berperan dalam proses fotosintesis dengan mengubah energi cahaya menjadi energi kimia. Proses fotosintesis berperan besar terhadap ketersediaan kebutuhan gizi bagi makhluk hidup. Sedangkan karotenoid adalah pigmen yang memberikan warna kuning, oranye sampai merah pada tumbuhan, bakteri, alga, hingga pada binatang dan manusia (Gross, 1991). Klorofil dan karotenoid sangat mudah mengalami degradasi menjadi turunannya karena adanya faktor internal seperti sifat kimia pigmen, aktivitas enzim dan beberapa faktor eksternal seperti suhu, intensitas cahaya, oksigen, air, asam dan kelembapan atau kombinasi faktor-faktor tersebut (Rahayu dan Limantara, 2005).

Pada prinsipnya ekstrak kasar dari *Sargassum* mengandung pigmen klorofil maupun karotenoid. Salah satu karakteristik dari klorofil cenderung bersifat non polar, sehingga tidak dapat larut dalam air. Kehadiran air menyebabkan pigmen klorofil yang ada didalamnya mudah mengalami agregasi. Prinsip dasar agregasi pada klorofil adalah sifat molekulnya yang dapat berfungsi sebagai donor dan akseptor elektron dalam transfer energi (Katz dkk, 1978). Secara *in-vitro*, agregat banyak dipelajari sebagai bentuk konformasi klorofil dengan pelarut yang digunakan (Cotton dan Van Duyne, 1979; Koyama dkk., 1995). Selain itu karakteristik dari klorofil juga mudah mengalami degradasi menjadi turunannya apabila mengalami perubahan lingkungan yang ekstrim, misalnya suhu, intensitas cahaya serta asam (Gross, 1991). Produk degradasi klorofil yang umum terjadi adalah feofitin (Baxter dan Steinberg 1967, Shuman dan Lorenzen, 1975). Feofitin merupakan klorofil yang kehilangan inti logam Mg pada cincin makrosikliknya. Faktor yang menyebabkan terbentuknya feofitin salah satunya adalah kondisi lingkungan yang bersifat asam. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh asam terhadap pola spektra ekstrak kasar dan agregat *Sargassum crasifolium* secara *in vitro* dalam pelarut aseton dan methanol.

METODE

Bahan. Sampel yang digunakan adalah *Sargassum crasifolium* J.G. Agardh. Sampel didapatkan dari sampling di laut wilayah Boalemo Provinsi Gorontalo. Bahan-bahan kimia yang diperlukan adalah aseton, metanol, akuades, dietil eter, CaCO_3 , Na_2SO_4 anhidrat.

Metode

Ekstraksi Pigmen (Britton dkk, 1982). Sampel dipotong kecil-kecil, ditambahkan CaCO_3 sebagai agen penetral. Sampel diekstraksi dengan pelarut aseton : metanol 3:7 (v/v) dengan perbandingan sampel : pelarut adalah 1:10 (w/v). Filtrat disaring kemudian dipartisi dengan dietil eter. Lapisan epifase ditampung lalu ditambahkan Na_2SO_4 anhidrat untuk mengikat H_2O kemudian disaring kembali. Filtrat dipekatkan dengan *rotary evaporator* lalu dikeringkan dengan gas N_2 .

Spektroskopi UV tampak (Jeffrey, 1997). Pigmen kering dilarutkan dalam aseton 100 %, kemudian dianalisis pola

spektranya menggunakan spektrofotometer berkas rangkap Varian Cary 50 pada panjang gelombang 350-900 nm.

Deagregasi. Membuat larutan induk dalam pelarut dengan OD (*Optical density*) 0,97-1. Deagregasi dilakukan dengan menambahkan 100 μl , 200 μl , 300 μl , 400 μl , 500 μl , 600 μl , dan 700 μl HCl maupun asam asetat hingga volume 3,5 ml. Pengamatan dilakukan dengan mengukur pola spektrum pada panjang gelombang 350 – 900 nm.

Analisis Data. Data yang diperoleh dari penelitian ini dianalisis menggunakan program *Origin 6.1*

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Asam terhadap Ekstrak Kasar *Sargassum crasifolium*. Pola spektra ekstrak kasar *Sargassum crasifolium* dalam pelarut aseton maupun metanol terdiri atas tiga pita utama yaitu pita B, Q_x , dan Q_y yang secara berurutan mempunyai tingkat energi tertinggi hingga rendah. Pita B merupakan pita Soret, sedangkan pita Q_y dan Q_x merupakan transisi untuk eksitasi keadaan singlet pertama ($S_0 \rightarrow S_1$) dan kedua ($S_0 \rightarrow S_2$) secara berurutan (Gouterman dan Wagniere, 1963). Pita B atau Soret merupakan tumpang tindih serapan antara pita Q_y dan pita Q_x (Hoff dan Ames, 1991).

Pada saat ekstrak kasar *S. crasifolium* ditambahkan asam, baik CH_3COOH maupun HCl, pola spektra ekstrak kasar *S. crasifolium* terjadi perubahan baik pada pita Soret, Q_x , maupun Q_y . Kehadiran asam akan mempengaruhi proses deagregasi ekstrak kasar menjadi senyawa turunannya (Gambar 1). Berdasarkan Gambar 1 secara umum digambarkan bahwa pola spektra absorpsi cenderung terjadi penurunan absorpsi (hipokromik) dan pergeseran spektra ke arah hipsokromik baik pada pita Q_x , Q_y dan Soret yang terjadi setelah penambahan volume asam (Tabel 1). Limantara (2006) menyatakan bahwa pergeseran hipsokromik menunjukkan terjadinya degradasi. Titrasi asam (asam asetat dan HCl) mempunyai peranan dalam proses terjadinya degradasi klorofil menjadi turunannya yaitu feofitin. Volume asam yang diberikan dalam larutan menghasilkan pola spektra ekstrak *S. crasifolium* yang berbeda-beda tergantung seberapa kuat asam yang diberikan selama titrasi. Terbentuknya feofitin sendiri selama penambahan asam menurut Jeffrey, dkk (1997) bahwa feofitin mempunyai serapan pada wilayah sekitar 410 nm, 506 nm dan 535 nm serta 665 nm, masing-masing pada bagian Soret, daerah Q_x dan Q_y sedangkan Gross (1991) mencirikan munculnya feofitin pada panjang gelombang 504 nm dan 533 nm pada wilayah Q_x .

Pita Soret mengalami perubahan yang sangat signifikan ketika ekstrak pigmen *S. crasifolium* ditambahkan dengan HCl. Penambahan tersebut menyebabkan pita Soret mengalami pergeseran hipsokromik sebesar 8 nm sampai 13 nm serta peningkatan absorpsi. Penambahan asam kuat seperti HCl juga memberikan perubahan serapan pada pita Q_y baik pada pelarut aseton maupun metanol. Pita Q_y mengalami perubahan yaitu pergeseran ke arah hipsokromik (kearah panjang gelombang yang lebih pendek) sebesar 6 nm sampai 12 nm.

Penambahan asam asetat pada ekstrak pigmen *S. crasifolium* dalam aseton akan menyebabkan pergeseran ke arah yang lebih panjang (batokromik) pada pita Q_y yaitu

sebesar 3 nm dari keadaan awal serta penurunan absorbansi. Penurunan spektra tersebut mengindikasikan semakin menurunnya jumlah molekul klorofil (Neto dkk, 2003). Sedangkan pada pelarut metanol pita Q_y mengalami pergeseran hipsokromik sebesar 5 nm.

Pergeseran dan perbedaan intensitas dari pola spektra yang terbentuk selama proses feofitinisasi ekstrak *S. crasifolium* pada asam asetat ataupun HCl dipengaruhi oleh jenis gugus fungsional yang terkandung pada masing-masing asam tersebut (Budiyanto dkk., 2007). William dan Fleming (1989) menyatakan bahwa gugus $-Cl$ merupakan gugus yang bersifat *auxokrom* artinya bahwa gugus jenuh yang dapat mengubah panjang gelombang dan intensitas serapan maksimum apabila berikatan dengan kromofor, meskipun pergeseran dan perubahan intensitas dari spektra pada proses feofitinisasi juga dipengaruhi oleh pelarut serta reaksi terbentuknya senyawa lain (feofitin).

Deagregasi Agregat Ekstrak Kasar *Sargassum crasifolium* dalam Aseton dan Metanol oleh Asam. Ekstrak kasar *S. crasifolium* yang mengandung klorofil baik dalam pelarut aseton maupun metanol akan mengalami agregasi ketika dititrasi dengan air. Proses tersebut terjadi karena air bersifat sebagai donor elektron sehingga dapat berikatan dengan pusat logam klorofil. Proses agregasi akan menyebabkan pergeseran batokromik pada pola spektra absorpsinya. Apabila Ekstrak *S. crasifolium* yang telah mengalami agregasi kemudian ditambahkan dengan asam kuat (HCl) maupun asam lemah (asam asetat) maka akan terjadi perubahan pola spektra seperti yang tersajikan pada Gambar 3 dan Gambar 4. Berdasarkan pola spektranya bahwa penambahan asam dan jenis pelarut mempunyai kontribusi yang besar terhadap proses degradasi ekstrak *S. crasifolium*.

Pada Gambar 3, penambahan HCl dan CH_3COOH pada agregat ekstrak kasar *S. crasifolium* memberikan hasil yang secara kualitatif hampir sama yaitu terjadinya pergeseran hipsokromik dan hipokromik. Hal tersebut menandakan bahwa telah terjadi deagregasi pada ekstrak *S. crasifolium*. Proses deagregasi merupakan proses berubahnya agregat menjadi bentuk monomer atau dimer (Brody dan Nathanson, 1972). Limantara, dkk (2006) menyatakan bahwa karakteristik rusaknya agregat pigmen ditandai dengan terjadinya proses hipsokromik.

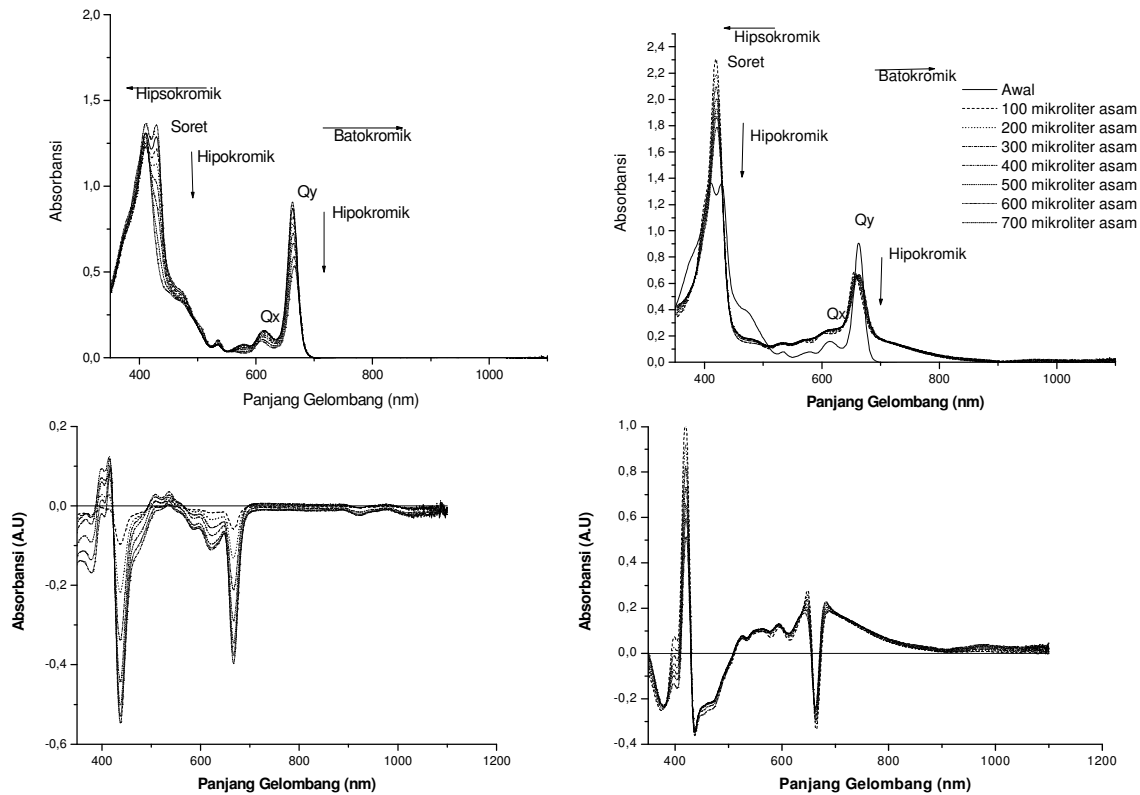
Berdasarkan Gambar 3 dan Tabel 1 dapat dinyatakan bahwa penambahan asam kuat yaitu HCl menyebabkan pita Q_y mengalami pergeseran batokromik dan hipsokromik. Pada agregat ekstrak *S. crasifolium* akhir perlakuan (1500 ml sampel + 1500 ml air) dengan penambahan asam baik asam asetat maupun HCl terjadi degradasi yang sangat signifikan dibandingkan dengan

kondisi agregat awal (2750 ml sampel + 250 ml air) terutama pada pelarut metanol. Hal ini didukung oleh pernyataan Jeffrey, dkk (1997) bahwa kestabilan klorofil didalam pelarut metanol lebih rendah daripada klorofil yang dilarutkan dalam aseton. Pernyataan ini juga didukung oleh Watanabe dan Kobayashi (1991) serta Fiedor, dkk (2002) bahwa klorofil yang terlarut dalam metanol mempunyai nilai potensial oksidasi yang lebih rendah dibandingkan dengan larutan klorofil dalam aseton, sehingga proses degradasi klorofil dalam pelarut metanol menjadi lebih besar.

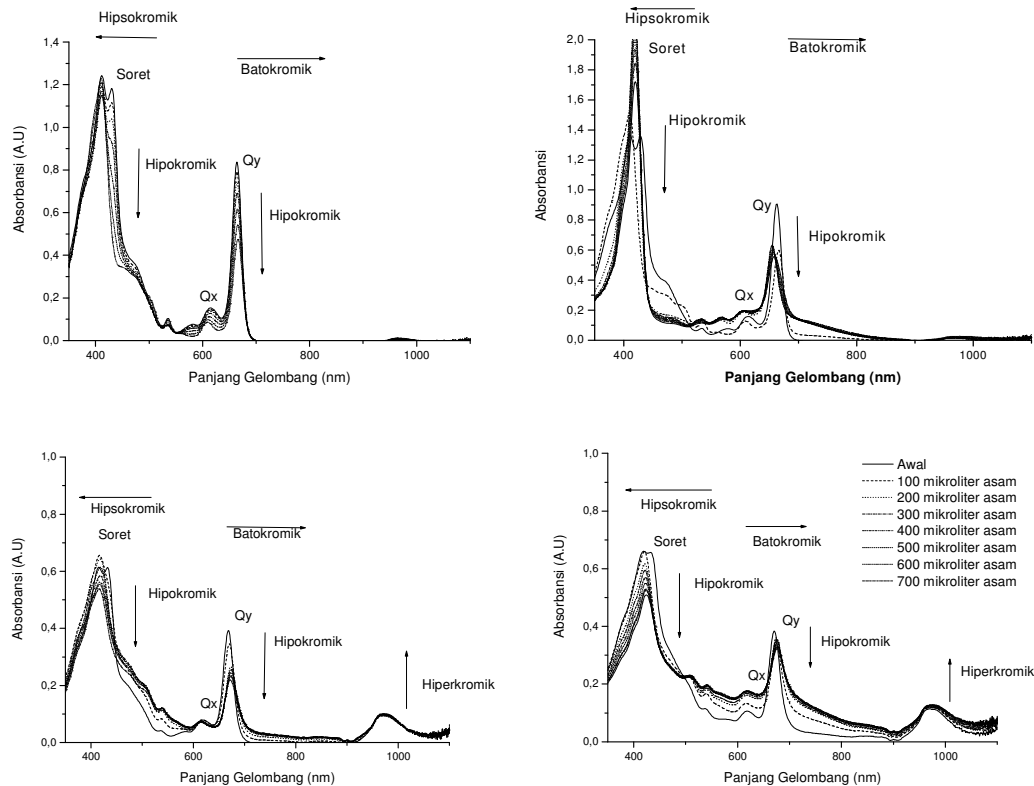
Pada agregat ekstrak *S. crasifolium* dengan penambahan 1500 ml air terlihat jelas pita tambahan mengalami hiperkromik (kenaikan absorbansi), hal ini mengindikasikan bahwa pita tambahan tersebut merupakan pita serapan dari air, karena absorbansinya akan naik setiap penambahan air dan daerah munculnya pita tersebut merupakan daerah serapan dari air.

Persentase penurunan absorbansi terbesar terjadi pada Q_y tersaji pada Tabel 2. Penurunan tersebut disebabkan karena pita Q_y yang sangat sensitif terhadap penambahan air atau proses agregasi. Hal tersebut ditandai dengan munculnya proses hipokromik dan batokromik yang terlihat pada pita tersebut. Pita Q_x sangat dipengaruhi oleh pelarut, karena pita Q_x sangat bergantung pada keadaan koordinasi dari atom logam pusat (Eichwurzel, dkk., 2000). Menurut Katz (1973), pelarut dapat mempengaruhi pusat atom logam magnesium pada klorofil yang akan membentuk koordinasi penta dan heksa pada pelarut aseton dan metanol. Pelarut yang mempunyai nilai taft parameter (β) < 0,5 akan menghasilkan formasi penta sedangkan pelarut dengan nilai (β) > 0,5 akan membentuk heksa koordinasi (Koyama dkk., 1995). Aseton mempunyai taft parameter 0,48 sedangkan metanol mempunyai nilai taft 0,62 sehingga kedua pelarut sudah mewakili heksa dan penta koordinasi dengan klorofil.

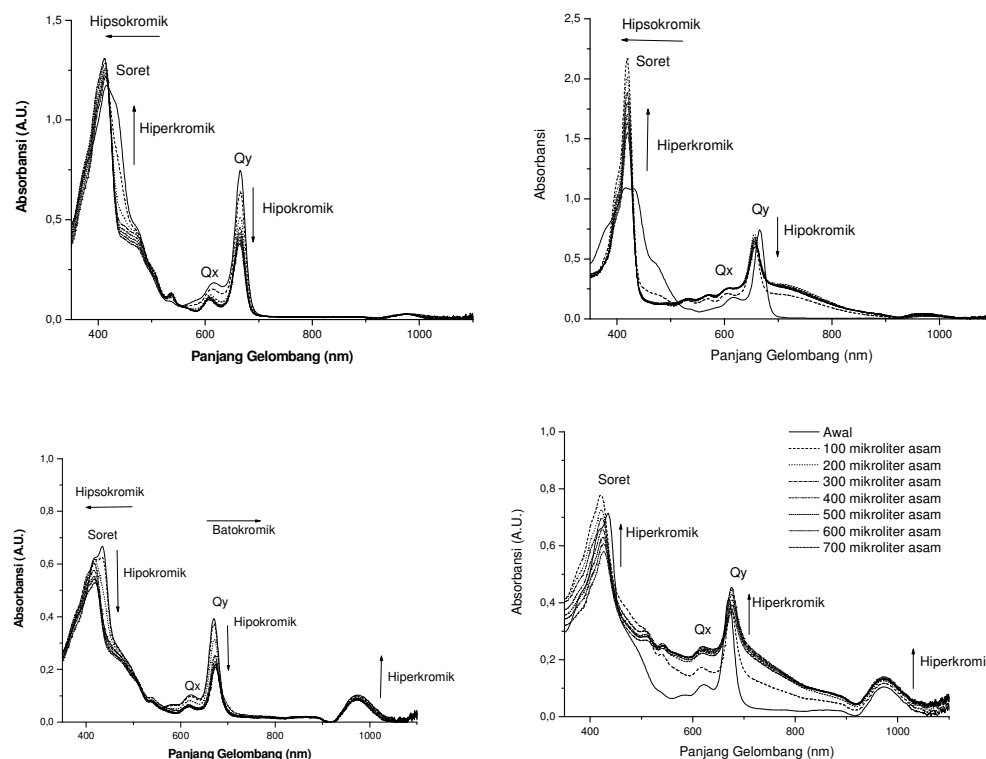
Proses terjadinya agregasi pada klorofil dipengaruhi adanya interaksi donor elektron dari periferik gugus karbonil dan aseptor elektron pada atom pusat magnesium antara molekul dengan pelarut. Interaksi ini dapat terjadi secara langsung atau jika terdapat kehadiran ligan multifungsional misalnya air (Katz, dkk., 1978, Gottstein, dkk., 1993). Agregasi yang mungkin terjadi pada molekul klorofil selama proses feofitinisasi disebabkan adanya gugus karbonil pada C-13 (cincin V), adanya interaksi antar fiti-fitol serta interaksi sistem π antar tetrapirrol (Oba, dkk., 1996., Sasaki, dkk., 2004) dan interaksi ini tidak dipengaruhi oleh kehadiran maupun hilangnya inti logam magnesium (Gottstein, dkk., 1993)).



Gambar 1. Pola spektra deagregasi (atas) dan perbedaan spektra (bawah) ekstrak kasar *Sargassum crasifolium* dengan asam asetat (kiri) dan HCl (kanan) pada pelarut aseton kondisi awal (3000 sampel + 0 air) dengan penambahan asam.



Gambar 3. Pola spektra deagregasi 2750 µl + 250 µl air (atas) dan 1500µl + 1500 µl air (bawah) dengan penambahan asam asetat (kiri) dan HCl (kanan) ekstrak kasar *Sargassum crasifolium* pada pelarut aseton



Gambar 4. Pola spektra deagregasi 2750 µl + 250 µl air (atas) dan 1500µl + 1500 µl air (bawah) dengan penambahan asam asetat (kiri) dan HCl (kanan) ekstrak kasar *Sargassum crasifolium* pada pelarut metanol

Tabel 1. Panjang gelombang (nm) Qy, Qx dan Soret deagregasi 3000 µl + 0 air dalam pelarut aseton dan metanol dengan penambah n 0-700 µl asam asetat dan HCl.

Penambahan asam (ml)	Asam Asetat						HCl					
	Aseton			Metanol			Aseton			Metanol		
	Qy	Qx	Soret	Qy	Qx	Soret	Qy	Qx	Soret	Qy	Qx	Soret
0	663	614	411	666	615	415	663	614	429	666	616	433
100	663	614	411	665	613	415	656	606	419	655	607	419
200	663	614	411	665	612	415	657	610	420	655	607	420
300	664	614	411	665	609	415	658	611	420	656	607	420
400	664	613	411	664	609	415	658	610	420	656	609	420
500	664	612	410	664	607	415	658	610	421	657	609	420
600	665	610	410	663	606	416	657	610	421	657	609	420
700	666	610	410	661	607	416	657	610	421	658	612	420

Tabel 1. Panjang gelombang (nm) Qy, Qx dan Soret deagregasi 2750 µl + 250 µl air (atas) dan 1500µl + 1500 µl air (bawah) dalam pelarut aseton dan metanol dengan penambahan 0-700 µl asam pada ekstrak kasar *Sargassum crasifolium*.

Penambahan asam (ml)	Aseton						Metanol					
	Asam Asetat			HCl			Asam Asetat			HCl		
	Qy	Qx	Soret	Qy	Qx	Soret	Qy	Qx	Soret	Qy	Qx	Soret
0	664	615	412	666	609	410	666	616	416	666	616	416
100	664	616	412	656	606	417	665	613	413	656	606	419
200	665	614	412	655	605	418	665	609	412	656	608	419
300	665	614	411	655	605	419	665	609	412	656	608	420
400	665	612	411	656	606	419	665	609	413	656	609	419
500	665	610	410	656	606	419	665	608	413	657	610	419
600	666	608	410	657	610	420	665	608	414	657	612	419
700	666	608	410	658	614	420	665	608	414	658	616	420
0	668	621	432	670	618	419	670	623	435	671	623	434
100	670	618	417	674	616	420	671	622	434	674	617	421
200	673	616	418	675	618	421	671	619	418	675	619	422
300	674	616	419	675	617	421	673	616	417	675	620	423
400	673	615	418	675	617	422	673	616	417	676	619	424
500	673	615	417	675	616	423	673	616	416	676	619	425
600	673	614	417	675	618	423	673	616	417	676	619	426
700	672	613	415	675	617	424	674	618	419	676	621	427

Tabel 2. Persentasi penurunan absorbansi Qy, Qx dan Soret deagregasi 2750 µl + 250 µl air (atas) dan 1500µl + 1500 µl air (bawah) dalam pelarut aseton dan metanol dengan penambahan 0-700 µl asam pada ekstrak kasar *Sargassum crasifolium*.

Penambahan asam (ml)	Aseton						Metanol					
	Asam Asetat			HCl			Asam Asetat			HCl		
	Qy	Qx	Soret	Qy	Qx	Soret	Qy	Qx	Soret	Qy	Qx	Soret
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
100	5,36	4,66	4,17	1,81	-47,57	-31,71	14,32	16,92	-4,1	12,1	-18,68	-98,52
200	10,93	9,87	7,51	-5,91	-53,82	-43,15	31,13	32,82	-10,97	4,47	-43,96	-84,41
300	17,35	16,78	7,77	-4,25	-54,98	-39,8	38,28	38,47	-11,41	8,56	-42,58	-72,36
400	26,28	26,53	6,06	-0,96	-54,65	-33,92	41,67	41,04	-9,3	11,04	-42,81	-64,85
500	30,83	32,75	7,03	1,59	-53,85	-28,18	44,3	43,22	-7,12	13,96	-42,47	-55,93
600	35,36	35,78	2,65	3,89	-54,07	-22,2	46,87	45,15	-5,23	15,81	-43,02	-49,65
700	43,2	43,45	1,08	6,85	-54,38	-14	49,12	46,96	-3,72	18,28	-43,02	-41,98
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
100	11,87	-1,22	-7,04	12,34	-26,27	0,18	5,12	5,39	5,99	6,8	-54,41	-9,06
200	32,29	10,36	-4,97	5,99	-52,26	6,62	5,12	21,41	7,3	-8,49	-104,89	-1,46
300	34,75	5,16	-0,15	7,4	-58,5	10,12	35,79	36,46	9,67	-9,83	-119,13	2,4
400	37,51	5,13	4,54	8,74	-65,73	13,8	41,15	41,41	13,55	-4,21	-115,26	8,02
500	40,15	5,96	8,27	10,97	-65,58	16,77	44,23	43,77	17,24	0,43	-110,88	11,86
600	41,19	4,97	9,51	14,18	-63,18	19,75	45,42	41,77	18,58	4,89	-108,24	15,02
700	44,22	9,33	12,21	13,41	-67,33	20,47	47,01	37,81	20,51	10,56	-98,62	18,97

KESIMPULAN

Penambahan asam baik asam lemah maupun asam kuat dalam hal ini adalah asam asetat dan HCl menyebabkan terjadinya pembentukan feofitin yang ditandai adanya perubahan pola spektra ekstrak kasar *Sargassum crasifolium* pada bagian pita Qy, Qx dan Soret. Jenis pelarut dan jumlah asam sangat mempengaruhi proses deagregasi ekstrak *S. crasifolium*. HCl dan CH₃COOH mempunyai kemampuan untuk mendeagregasi agregat ekstrak *S.crasifolium* dalam pelarut aseton maupun metanol yang terbentuk setelah penambahan air. Kemampuan dari deagregasi HCl lebih signifikan dibandingkan CH₃COOH.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didukung oleh dana penelitian yang diperoleh Edwin Mahendra dari Program Beasiswa Unggulan Insan Indonesia Cerdas Departemen Pendidikan Nasional (Depdiknas) dan Leenawaty Limantara mengucapkan terima kasih atas dana penelitian Program Insentif Dasar Kementerian Negara Riset dan Teknologi No: 27/RD/Insentif/PPK/II/2008.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggadiredja, J. T., A. Zalnika, H. Purwoto dan S. Istini. 2006. *Rumput Laut*. Cetakan I. Jakarta : Penerbit Swadaya
- Baxter, H. J., dan Steinberg, D., 1967. *Absorbtion of Phytol from Dietary Chlorophyll in The Rat*. Journal of Lipid Research. Volume 8 (615-620)
- Britton, G., Liaen-jensen, S., dan Pfander, H., 1995. *Carotenoids Volume 1A: solation and Analysis*. Birkhauser Verlag. Basel. Boston. Berlin.
- Brody, M. dan Nathanson, B. 1972. *Direct and Indirect Mechanisms of Deaggregation by Fatty Acids in Chlorophyll-Containing System*. Biophys. J. Vol. 12 :774-790.
- Budiyanto, A. W., Notosudarmo, Limantara, 2007. *Feofitinasi Klorofil a dala pelarut Aseton dan Metanol*. Prosiding Seminar Nasional "Back to Nature". Salatiga, 24 Agustus. ISSN:979-978-89-2.
- Buratti, Susanna. dkk., 2001. *Rapid Electrochemical Method for The Evaluation of The Antioxidant Power of Some Lipophilic Food Extract*. J. Agric, Food Chem, 49. 5136-5141
- Chang, Lee-Wen. Yen. Wen-Jhe. Huang. S,C,. dan Duh. Pir-Der., 2002. *Antioxsidant Activity of Sesame Coat*. Food Chemistry, 78.347-354.
- Cotton, T.M., and Van Duyne, R.P., 1979. *An Electrochemical Investigation of the Redox Properties of Bacteriochlorophyll and Bacteriopheophytin in Aprotic Solvents*. American Chemical Society. 7605-7612
- Eichwurzel, I., Stiel, H., Teuchner, K., Leupold, D., Scheer, H., Salomon, Y. and Scherz, A. 2000. Photophysical Consequences of Coupling Bacteriochlorophyll a with Serine and its Resulting Solubility in Water. Photochemistry and Photobiology 72(2): 204-209.
- Fiedor, J., Fiedor, L., Kammhuber, N., Scherz, A. and Scheer, H., 2002. *Photodynamics of the Bacteriochlorophyll-Carotenoid System. 2.Influence of Central Metal, Solvent and β -Carotene on Photobleaching of Bacteriochlorophyll Derivatives*. Photochemistry and Photobiology, 2002, 76(2): 145-152
- Fitton, Helen. 2005. Marine Algae and Health : A Review of The Scientific and Historical Literature. http://www.glycoscience.org/glycoscience/document_viewer.wv?FILENAME=CO20
- Goodwin, T. W., 1974. *Carotenoids and biliproteins in Algal Physiology and Biochemistry* (W. D. P. Stewart Ed). University of California Press, Berkeley, Chap. 6. 989 pp. dalam Bold, H. C., dan Michael J. W., 1985. *Introduction to the Algae*. 2nd Edition. New Jersey : Prentice Hall, Inc
- Gottstein, J. Scherz, A., and Scheer, H., 1993. *Bacteriochlorophyll Aggregates in Positively Charged Micelles*. Biochimica et Biophysica Acta. 1183: 413 - 416.
- Gouterman, M. and Wagniere, G.H. 1963. Spectra of porphyrins, Part II. Four orbital model. *J. Mol. Spectrosc.* 11: 108-127.
- Gross, J., 1991. Pigment in Vegetables and Fruits: Chlorophyll and Carotenoids. Van Nostrand Reinhold, New York.
- Haila Katri. 1999. *Effects Carotenoid and Carotenoid-Tocopherol Interaction and Lipid Oxidation In Vitro*. University of Helsinki. Departement of Applied Chemistry and Microbiology Helsinki.
- Hoff, A.J. and Ames, J. 1991. Visible absorption spectroscopy. In *Chlorophylls* (Edited by H. Scheer), pp. 723-738. CRC Press, Boca Raton
- Istini, K. 2006. Cara membuat alginat. Dinas Kelautan dan Perikanan. Jakarta
- Jeffrey, S. W., Mantoura, R. F. C., and Wright, S. W., 1997. *Phytoplankton Pigments in Oceanography: Guidelines to Modern Method*. UNESCO Publishing, Paris Kephart, J.C. (1955). *Escon. Bot.*, 9 : 3-38
- Katz, J.J. 1973. in Bioinorganic Chemistry (Eichhorn, G.L.,ed.), Vol. II, Chap. 29, pp. 1022-1066, Elsevier, Amsterdam.
- Katz, J. J., Shipman, L. L., Cotton, T. M., and Janson, T. R., 1978. *Chlorophyll Aggregation : Coordination Interactions in Chlorophyll Monomers, Dimers, and Oligomers*. The Porphyrins Vol 5, Physical Chemistry, Part C. Academic Press, New York
- Koyama, Y., Limantara, L., Nishizawa, E., Misono, Y. and Itoh, K., 1995. *Presence of Penta- and Hexa-Coordinated State in T1 and Cation-Radical Bacteriochlorophyll a, and Generation of Cation Radical by Photo-Excitation of the Aggregated Forms As Revealed by Transient Raman and Transient Absorption Spectroscopies*. Seventh International Conference on Time-Resolved Vibrational Spectroscopy.
- Limantara, L., 2006. *Study of Potency and Prospect of Chlorophylls as Photosensitizer for Photodynamics Therapy of Tumor and Cancer*. Proceeding of 3rd National Seminar of Physical Chemistry, Semarang 19 Maret 2003 (Written in Indonesia).
- Limantara, L., P. Koehler, B. Wilhelm, R. J. Porra and H. Scheer., 2006. *Photostability of Bacteriochlorophyll a and Derivatives : Potential Sensitizer for Photodynamic Tumor Therapy*. Photochemistry and Photobiology. 82. 770-780.
- Oba, T., Watanabe, T., Mimuro, M., Kobayashi, M. Dan Yoshida, S., 1996. *Aggregation of Chlorophyll a' in Aqueous Methanol*. Photochemistry and Photobiology. 63 (5) : 639 - 648
- Okuzumi, J., Takahashi, T., Yamane, T., Kitao, Y., Inagake, M., Ohya, K., Nishino, H., Tanaka, Y. 1993 Inhibitory effect of fucoxanthin, a natural carotenoid, on N-ethyl-N'-nitro-N-nitrosoguanidine-induced mouse duodenal carcinogenesis. *Cancer Lett.*, (68) : 159-168. dalam Burtin, Patricia. 2003. Nutritional value of seaweed. *Electron. J. Environ. Agric. Food Chem*, 2(4) : 498-503
- Rahayu, P dan Limantara, L., 2005. *Studi Lapangan Kandungan Klorofil in vivo Beberapa Spesies Tumbuhan Hijau di Salatiga dan Sekitarnya*. Seminar Nasional MIPA 2005, Universitas Indonesia

- Rahmat A., Kumar. dkk., 2003. *Determination of Total Antioxidant Activity In Three Type of Local Vegetable Shoots and Cytotoxic Effect of Their Ethanolic Extract Against Different Cancer Cell Lines*. Asia Pasific Asia Pasific J, Clin Nutr, 12 (3). 292-295
- Rao Narasinga. 2003. *Bioactive Phytochemicals In Indian Foods and Their Potential In Health Promotion and Disease Prevention*. Asia Pasific J, Clin Nutr, 12 (1). 9-22.
- Sasaki, S., Omoda, M., Tamiaki, H., 2003. *Effects of C8-substituents on Spectroscopic and self-aggregation Properties of Synthetic Bacteriochlorophyll-d Analogues*. Journal of Photochemistry and Photobiology A (162) : 307 – 315.
- Shivashankara K., S., Cs. 2004. *Fruit Antioxidant Activity Ascorbic Acid. Total Phenol. Quercetin and Carotene of Irwin Mango Fruit Store at Low Temperature After High Electric Field Pretreatment*. J, Agric., Food Chem, 52. 1281-1286.
- Shuman, F. R. dan Lorensen, C. J., 1975. *Quantitative degradation of Chlorophyll by a Marine Herbivore*. Limnology and Oceanography v. 20 (4).
- Watanabe, T. and Kobayashi, M., 1991. Electrochemistry of chlorophylls. In Chlorophylls (Edited by H. Scheer), pp. 287-315. CRC Press, Boca Raton
- Yan, X., Chuda, Y., Suzuki, M., Nagata, T. 1999. Fucoxanthin as the major antioxidant in *Hijikia fusiformis*, a common edible seaweed. *Biosci. Biotechnol. Biochem.* (63) : 605-607. dalam Burtin, Patricia. 2003. Nutritional value of seaweed. *Electron. J. Environ. Agric. Food Chem*, 2(4) : 498-503.
- Youngson R., 2005. *Antioksidan Manfaat Vitamin C dan E bagi Kesehatan*. Penerbit Arcan.