

Fotodegradasi, Uji pH dan Kandungan *in Vivo* Pigmen Klorofil Lamun *Thalasia hemprichii*

Lisiard Dimara¹, Popy Ida Laila Ayer¹ dan Efray Wanimbo¹

¹Program Studi Ilmu Kelautan, Jurusan Ilmu Kelautan dan Perikanan, FMIPA – Universitas Cenderawasih

*e-mail korespondensi: dimaralisiard@gmail.com

INFORMASI ARTIKEL	ABSTRAK
Diterima : 20 September 2018	Pigmen klorofil memiliki peran penting dan besar terhadap berbagai sistem kehidupan di perairan laut, dan dalam aplikasinya telah banyak digunakan untuk berbagai produk makanan, minuman, farmasi, dan kosmetik, sehingga studi terkait stabilitasnya perlu dilakukan. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui kandungan, pengaruh sinar, dan pengaruh pH terhadap pigmen klorofil <i>Thalasia hemprichii</i> . Metode penelitian yang digunakan adalah (1) pengukuran kandungan secara <i>in vivo</i> , (2) ekstraksi aseton, (3) iradiasi, dan (4) uji pH. Hasil penelitian menunjukkan bahwa purata kandungan klorofil <i>Thalasia hemprichii</i> pada kedalaman 1 m = 15,42 spad/cm ² , kedalaman 2 m = 17,82 spad/cm ² , dan kedalaman 3 m = 19,01 spad/cm ² . Pengaruh sinar merah selama 7 jam iradiasi menyebabkan degradasi pigmen di daerah Qx = 26,77% dan pada daerah Qy = 29,05% per jam, sedangkan iradiasi cahaya polikromatik selama 7 jam menyebabkan degradasi pada daerah Qx = 52,81% dan pada daerah Qy = 54,80%. Hasil uji pH menunjukkan bahwa klorofil lamun <i>Thalasia hemprichii</i> bersifat stabil pada pH 7 (netral), mengalami degradasi pada pH bersifat asam dan basa. Konsentrasi pH bersifat basa memiliki serapan tinggi, yaitu pH 9 (Qx = 0,732798 dan Qy = 0,362952), pH 11 (Qx = 0,879036 dan Qy = 0,433446), dan pH 13 (Qx = 0,948732 dan Qy = 0,459035), sedangkan pH bersifat asam memiliki serapan yang kecil, yaitu pH 5 (Qx = 0,787641 dan Qy = 0,391379) dan pH 1 (Qx = 0,736968 dan Qy = 0,264192).
Disetujui : 11 November 2018	
Terbit Online : 21 Desember 2018	
Kata Kunci: Fotodegradasi pH Kandungan <i>in vivo</i> Klorofil <i>Thalasia hemprichii</i>	

Copyright © 2018 Universitas Cenderawasih

PENDAHULUAN

Lamun (*Thalasia hemprichii*) adalah kelompok tumbuh-tumbuhan berbunga yang hidup di perairan laut, pada kisaran habitat yang mencapai kedalaman laut antara 1-15 meter (Tomascik et al., 1997). Seperti halnya rumput di darat, Lamun mempunyai tunas berdaun yang tegak dan tangkai tangkai yang merayap serta efektif untuk berbiak. Berbeda dengan tumbuh tumbuhan lainnya (alga dan rumput laut), lamun memiliki akar dan sistem internal untuk mengangkut gas dan zat-zat hara. Sebagai sumberdaya hayati, lamun banyak dimanfaatkan untuk berbagai keperluan (Anonim, 2005).

Secara tradisional lamun telah dimanfaatkan untuk membuat keranjang anyaman, dibakar untuk garam, soda atau penghangat, bahan isian kasur, atap, bahan kemasan, pupuk, isolasi suara dan suhu. Pada era modern ini, Lamun dimanfaatkan sebagai penyaring limbah, stabilisator pantai, pupuk, makanan kesehatan dan obat-obatan (Anonim, 2005). Pada manfaat yang lainnya, Lamun bukan hanya berpotensi sebagai sumber makanan kesehatan yang mengandung nutrisi saja, melainkan berpotensi juga sebagai sumber daya tahan terhadap penyakit degeneratif atau infeksi (Purwati, 2006; Anonim, 2006).

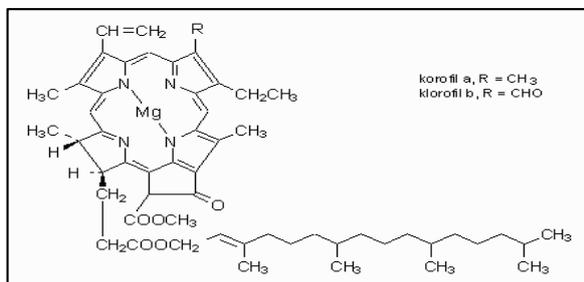
Menurut Purwati (2006), ada kemungkinan lamun dapat dikembangkan sebagai makanan manusia, karena tumbuhan ini telah dimanfaatkan sebagai sumber makanan dan obat-obatan secara tradisional. Secara fisiologis, Lamun memiliki kemampuan menghasilkan produk alam metabolit primer dan sekunder, sehingga sangat potensial sebagai sumber obat-obatan dan makanan kesehatan.

Warna hijau pada lamun (*Thalasia hemprichii*) menunjukkan bahwa lamun mengandung pigmen berwarna hijau yang disebut klorofil. Klorofil merupakan pigmen alami yang utama terdapat pada tumbuh-tumbuhan, algae, dan bakteri berwarna hijau. Pigmen hijau pada tumbuhan mempunyai peranan penting dalam proses fotosintesis, yaitu mengubah energi cahaya menjadi energi kimia. Pada saat cahaya mengenai klorofil, maka karbohidrat dan molekul - molekul organik lainnya akan diproduksi dari CO₂ dan H₂O, serta akan melepaskan molekul O₂ (Gross, 1991).

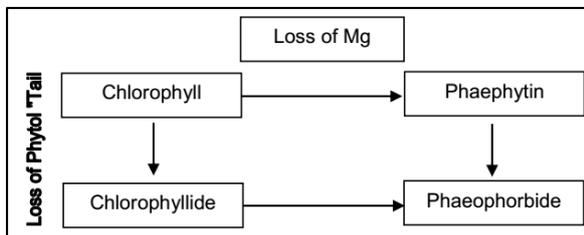
Menurut Kimbal (1992) klorofil merupakan molekul amfifilik, memiliki rantai fitol hidrokarbon yang sangat hidrofobik, sedangkan sebagian dari cincin porfirin tempat gugus-gugus C=O bersifat hidrofilik. Bagian fitol dan sebagian dari cincin porfirin terbenam di dalam dwilapis lipid (dwilapis membran) dengan sisa cincin porfirin mencuat ke

permukaan membran dwilapis tersebut. Klorofil merupakan senyawa kimia alami yang memiliki struktur dengan inti atom Magnesium (Mg), sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 1.

Hasil ekstrak klorofil dapat mengalami degradasi, yang diawali dengan hilangnya unsur magnesium (Mg) pada pusat molekul klorofil atau kehilangan bagian ekor (fitol). Klorofil yang kehilangan unsur magnesiumnya, disebut phaeophytin, sedangkan yang kehilangan ekornya disebut chlorophyllide. Selanjutnya jika phaeophytin kehilangan ekor fitol atau chlorophyllide kehilangan magnesiumnya keduanya disebut phaeophorbide. Rangkaian proses degradasi tersebut digambarkan pada bagan di atas (Gambar 2).



Gambar 1. Struktur senyawa kimia klorofil dengan inti atom Magnesium (Mg)



Gambar 2. Bagan proses degradasi klorofil menjadi turunannya

Pigmen memiliki sifat fisika kimia yang tidak stabil terhadap pengaruh lingkungan yang ekstrim, seperti suhu, oksigen, pH, cahaya, pelarut, asam askorbat, ion logam, dan keberadaan sulfur dioksida (Scotter et al., 1994; Scotter et al., 1998; Montenegro et al., 2004; Bittencourt et al., 2005; Silva et al., 2005; Laleh et al., 2006 dalam Suparmi et al., 2008; Gross, 1991).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui stabilitas klorofil Lamun pada berbagai pH dan cahaya. Stabilitas klorofil Lamun setelah perlakuan dengan waktu tertentu diamati berdasarkan pola spektrum absorbansi yang ditampilkan pada spektrofotometer berkas rangkap Varian Cary 50, pada panjang gelombang 350 – 750 nm. Perubahan warna pigmen sebelum dan setelah uji pH serta iradiasi diamati melalui visualisasi warna menggunakan kamera digital Nikon Coolpix 7600. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk

mengetahui pengaruh pH dan cahaya terhadap stabilitas klorofil pada ekstrak kasar daun Lamun (*Thalasia hemprichii*) pada kedalaman berbeda di laut Bandengan, Jepara.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Sampel yang digunakan adalah hasil ekstraksi dari daun lamun (*Thalasia hemprichii*) yang diperoleh dari Laut Bandengan, Jepara. Bahan kimia yang digunakan adalah metanol p.a., aseton p.a., petroleum eter, n-heksana, dietil eter, Na₂SO₄, NaOH, HCl, akuades, gas N₂, kertas saring, NaCl, CaCO₃, larutan buffer pH 4, 7, dan 10, serta silika gel 60. Sedangkan peralatan yang digunakan ialah Klorofilmeter Minolta SPAD-502, peralatan gelas standar, magnetik stirer, elektrik stirer, pH meter, mortar, timbangan analitik, lampu warna merah dan polikromatik merk Philips 80 Watt, kamera digital Nikon Coolpix 7600, dan spektrofotometer berkas rangkap UV-Vis Varian-Cary 50.

Metode

Analisa kandungan klorofil Lamun secara *in vivo*

Pengukuran dilakukan dengan klorofilmeter Minolta SPAD-502. Setiap sampel daun diukur di tiga titik, yaitu pada bagian pangkal, tengah dan ujung daun (Rahayu et al., 2006). Data yang diperoleh dianalisa secara deskriptif dengan 10 kali ulangan (Heriyanto dan Limantara, 2006; Rahayu et al., 2006).

Ekstraksi pigmen

Daun Lamun yang segar dipotong berukuran kecil kemudian ditimbang menggunakan timbangan analitik sebanyak 10 gr. Sampel dihaluskan menggunakan mortar, kemudian ditambahkan CaCO₃ sebagai agen penetral dan sodium-askorbat sebagai antioksidan. Diekstraksi dengan menggunakan pelarut methanol:aseton 3:7.

Ekstrak disaring dengan kertas saring, residu diekstraksi ulang dengan pelarut yang sama sampai semua pigmen terangkat. Selanjutnya hasil ekstraksi ditambahkan Na₂SO₄ anhidrat untuk mengikat H₂O kemudian disaring.

Ekstrak pigmen dipartisi menggunakan corong pisah. Apabila belum terjadi pemisahan antara pigmen dan pelarut, maka ditambahkan dietil eter atau air. Setelah didapatkan larutan pigmen, selanjutnya dipekatkan menggunakan gas nitrogen (N₂).

Preparasi larutan uji pH

Untuk mengetahui pengaruh pH terhadap stabilitas pigmen klorofil daun Lamun, disediakan stok pH larutan yang diperoleh dengan pencampuran antara aseton p.a, NaOH, dan HCL. Sambil diaduk-aduk campuran larutan tersebut, ditambahkan NaOH (bila ingin pH basa) atau HCL

(bila ingin pH asam) dan dikontrol dengan pH meter hingga mencapai konsentrasi pH yang diinginkan, yaitu pH 1, 5, 7, 9, 11, dan 13. Sedangkan larutan uji diperoleh dengan pencampuran pigmen klorofil pekat dari ekstrak kasar daun Lamun yang diencerkan menggunakan aseton p.a sebanyak 10 ml. Hasil pengenceran digunakan untuk membuat stok larutan uji dengan pencampuran antara aseton p.a 50 ml dan 2 ml larutan klorofil.

Uji stabilitas pigmen klorofil ekstrak kasar daun lamun

Dalam penelitian ini dilakukan uji stabilitas klorofil daun Lamun dengan dua perlakuan, yaitu uji pH dan iradiasi. Untuk pengujian pH digunakan pH larutan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi pH terhadap stabilitas pigmen klorofil daun Lamun. Sedangkan iradiasi dilakukan dengan cara menyinari pigmen klorofil daun lamun menggunakan sinar merah dan polikromatik selama waktu tertentu.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa Kandungan Klorofil

Berdasarkan analisa in vivo menggunakan Klorofilmeter Minolta SPAD-502, diketahui kandungan klorofil daun Lamun (*Thalasia hemprichii*) adalah 17,45 spad/cm² luas daun lamun. Nilai kandungan klorofil pada daun lamun ini jauh lebih tinggi dibandingkan dengan kandungan klorofil pada daun katuk, yaitu 8,776 spad/mm² luas daun katuk (Rahayu et al., 2006).

Analisa ini dilakukan untuk mengetahui kandungan klorofil pada daun Lamun untuk tujuan pengujian stabilitas klorofilnya melalui uji pH dan iradiasi. Pengukuran kandungan klorofil secara in vivo menggunakan Klorofilmeter Minolta SPAD-502 disajikan pada Tabel 1.

Luas permukaan daun Lamun berbeda-beda menurut kedalaman, yaitu pada kedalaman 1 m luas permukaan daun Lamun sebesar 9,02 cm², kedalaman 2 m = 11,22 cm² dan kedalaman 3 m = 14,81 cm².

Dalam perspektif klorofil, penambahan luas daun Lamun dipengaruhi oleh jumlah antena klorofilnya, namun faktor lingkungan lainnya pun ikut mempengaruhi, seperti substrat dan kecerahan air. Tumbuhan hijau, algae, dan ganggang hijau yang hidup di air laut apabila letaknya makin jauh dari sumber cahaya, ada kecenderungan terjadi rangsangan fisiologis pada struktur anatominya, yaitu secara khusus pada struktur antena-antena klorofil yang kemungkinan mengalami penambahan.

Perubahan struktur fisiologis seperti ini merupakan fenomena adaptasi makhluk hidup terhadap lingkungan, dan secara khusus penambahan antena antena klorofil pada daun lamun yang berfungsi menyerap cahaya sebanyak mungkin untuk keberlangsungan proses fotosintesis. Tabel 1 menunjukkan hasil pengukuran kandungan klorofil pada daun Lamun (*Thalasia hemprichii*) dengan menggunakan Klorofilmeter Minolta SPAD-502.

Tabel 1. Hasil pengukuran kandungan klorofil pada daun Lamun (*Thalasia hemprichii*) dengan menggunakan Klorofilmeter Minolta SPAD-502

Sampel daun Lamun	Bagian daun yang diukur	Pengulangan (3 kali)	Rata-rata Pengulangan	Keterangan
1	Ujung daun	19,9 19,8 19,9	19,8	Kandungan klorofil pada ujung daun = 15,42 spad/cm ² luas daun.
	Tengah daun	24,7 24,8 24,8	24,8	
	Pangkal daun	13,7 13,5 13,5	13,6	
2	Ujung daun	13,2 13,2 13,4	13,3	Kandungan klorofil pada tengah daun = 19,1 spad/cm ² luas daun.
	Tengah daun	15,4 15,6 15,6	15,5	
	Pangkal daun	18,5 18,7 18,9	18,7	
3	Ujung daun	13,2 13,3 13,3	13,2	Kandungan klorofil pada pangkal daun = 17,82 spad/cm ² luas daun.
	Tengah daun	18,2 18,2 18,2	18,2	
	Pangkal daun	21,8 21,8 21,9	21,8	
4	Ujung daun	15,4 15,4 15,4	15,4	Total = 17,45 spad/cm ² luas daun.
	Tengah daun	19,2 19,2 19,3	19,2	
	Pangkal daun	21,7 21,8 21,7	21,7	
5	Ujung daun	15,4 15,4 15,4	15,4	
	Tengah daun	17,7 17,8 17,8	17,8	
	Pangkal daun	13,3 13,2 13,4	13,3	

Stabilitas Pigmen Klorofil Lamun Pada Uji pH

Stabilitas klorofil ekstrak kasar daun Lamun dipengaruhi oleh pH. Pola spektra absorpsi klorofil pada kisaran pH 13, 11, 9, dan 5 tampak berbeda dibandingkan dengan pola spektra klorofil pada pH 7 dan 1, sebagaimana ditunjukkan Gambar 3. Berdasarkan Gambar 3, diketahui pada kondisi

yang semakin asam (pH semakin kecil) serapan maksimum pigmen mengalami pergeseran ke arah panjang gelombang yang lebih pendek atau dikenal dengan istilah hipsokromik pada daerah serapan Qx dan Qy. Kondisi hipsokromik ini ditemui pada masing-masing pH sebagaimana ditampilkan pada Tabel 2. Kondisi ini mengindikasikan bahwa pH

menyebabkan degradasi pigmen. Limantara et al. (2006); Suparmi et al. (2007) melaporkan bahwa pergeseran hipsokromik dan hipokromik menunjukkan terjadinya proses degradasi pigmen.

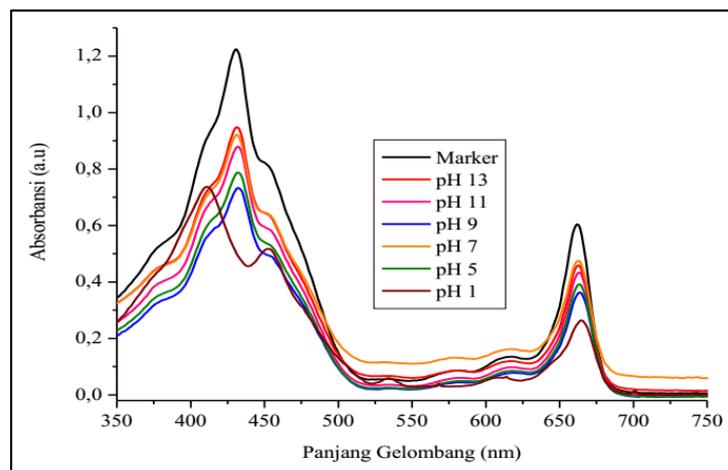
Tinggi serapan pada daerah Qx dan Qy untuk setiap pH mengalami degradasi pada puncak-puncak serapan maksimumnya ke arah panjang gelombang yang lebih pendek dan ke arah panjang gelombang yang lebih panjang. Hal ini dipengaruhi oleh tingkat keasaman yang bersifat basa dan asam. Konsentrasi pH yang bersifat basa memiliki serapan makin tinggi, yaitu pH 9 (Qx = 0,732798 dan Qy = 0,362952), pH 11 (Qx = 0,879036 dan Qy = 0,433446), dan pH 13 (Qx = 0,948732 dan Qy = 0,459035) sedangkan pada pH yang bersifat asam memiliki serapan yang makin kecil, yaitu pH 5 (Qx = 0,787641 dan Qy = 0,391379) dan pH 1 (Qx = 0,736968 dan Qy = 0,264192). Pada pH 7 yang sifatnya netral mempunyai serapan lebih tinggi (Qx = 0,921267 dan Qy = 0,475195) dari pH 9 dan 11 yang bersifat basa. Berdasarkan data pada Tabel 2, semakin ke arah pH yang bersifat basa (9-13), makin tinggi serapan pigmennya, sedangkan semakin ke arah pH yang bersifat asam (5 dan 1) makin kecil serapan maksimumnya.

Pengamatan visual pada warna klorofil yang diberikan larutan pH yang bervariasi menunjukkan

degradasi warna menurut tingkat konsentrasi keasaman. Warna klorofil yang dipengaruhi larutan pH 9 - 13 memperlihatkan warna pigmen hijau pucat, sedangkan warna klorofil yang diberikan larutan pH 5 dan 1 memperlihatkan warna bening kehijauan. Warna klorofil pada pH 7 relatif lebih stabil dengan warna hijau yang masih dominan. Perubahan warna yang terjadi mengindikasikan bahwa pigmen klorofil mengalami degradasi menjadi turunannya (Dutton et al., 1943; Rahayu dan Limantara, 2005; Nurcahyanti dan Limantara, 2007). pH dengan konsentrasi tinggi dapat mengakibatkan degradasi pigmen klorofil menjadi turunannya, sehingga pigmen hijau mengalami pumucatan warna yang dikenal dengan blanching (Koca et al., 2003).

Pengaruh Cahaya (Fotostabilitas) Fotostabilitas klorofil Lamun terhadap sinar merah

Pola spektra absorpsi klorofil ekstrak kasar pada daun Lamun cenderung menurun seiring bertambahnya waktu iradiasi, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 4. Penurunan puncak absorbansi pada larutan klorofil ini menunjukkan bahwa klorofil yang terlarut dalam pelarut aseton sudah mengalami degradasi akibat pengaruh iradiasi sinar merah.



Gambar 3. Pola spektra norbixin dalam aseton dengan berbagai pH: pH 13(merah), pH 11 (hijau), pH 9 (biru), pH 7 (orange), pH 5 (olive) dan pH 1 (wine)

Tabel 2. Panjang gelombang serapan maksimum klorofil pada berbagai pH larutan di daerah serapan Qx dan Qy

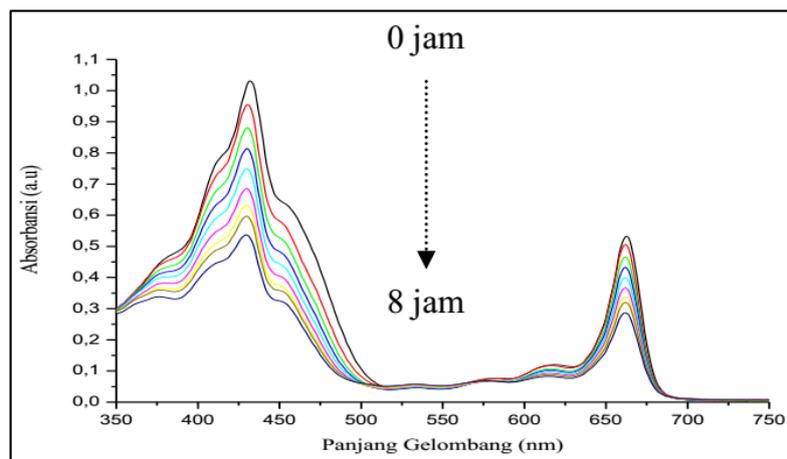
pH Larutan (%)	Serapan Pada Daerah Q _x		Serapan Pada Daerah Q _y	
	Pjg.gel _{maks} (nm)	Absorbansi (a.u)	Pjg.gel _{maks} (nm)	Absorbansi (a.u)
Marker	430,9882	1,224145	661,9327	0,604699
13	430,9882	0,948732	662,9518	0,459035
11	432,0643	0,879036	662,9518	0,433446
9	432,0643	0,732798	663,9707	0,362952
7	430,9882	0,921267	662,9518	0,475195
5	432,0643	0,787641	662,9518	0,391379
1	410,9673	0,736968	664,9893	0,264192

Hasil regresi linear menunjukkan hubungan yang sangat kuat antara waktu iradiasi dengan rasio $A-A_0/A_0$, dimana penurunan rasio $A-A_0/A_0$ semakin besar seiring bertambahnya waktu iradiasi. Iradiasi sinar merah selama 8 jam menyebabkan degradasi klorofil Lamun dengan laju degradasi tiap jam pada daerah serapan Qx sebesar 26,77% dan pada daerah serapan Qy sebesar 29,05%. Klorofil memiliki sifat tidak stabil terhadap cahaya sehingga akan mengalami degradasi bila disinari. Indikasinya adalah pigmen akan mengalami penurunan absorpsi, sehingga peluang terjadinya produk degradasi yang lebih kecil dari molekul awalnya bisa terbentuk (Fennema, 1994; Nurcahyanti dan Limantara, 2007).

Berdasarkan Gambar 4, iradiasi sinar merah menyebabkan terjadi pergeseran pita ke panjang gelombang yang lebih pendek (hipsokromik) seiring penambahan waktu iradiasi. Limantara et al. (2006) menyatakan bahwa mekanisme terjadinya pergeseran panjang gelombang hipsokromik dan batokromik (pergeseran pita ke panjang gelombang yang lebih panjang)

mengindikasikan bahwa ada interaksi oksigen dengan logam pusatnya. Sajilata dan Singhal (2006) melaporkan bahwa, iradiasi cahaya dengan intensitas tinggi dalam waktu yang lama akan menyebabkan degradasi pigmen yang ditandai dengan perubahan warna pigmen yang berbeda dari warna sebelum diiradiasi. Energi foton sinar merah yang diabsorpsi menyebabkan klorofil Lamun terdegradasi membentuk molekul baru dengan struktur kimia yang lebih sederhana dibandingkan molekul klorofil Lamun pada awalnya, dan menyebabkan perubahan struktur serta sifat-sifat kimia klorofil.

Penurunan puncak-puncak serapan pada daerah Qx dan Qy selama iradiasi sinar merah ditampilkan pada Tabel 3. Dalam Tabel 3 tersebut terlihat bahwa proses pergeseran pita ke panjang gelombang yang lebih pendek (hipsokromik) hanya terjadi di daerah serapan Qx, yaitu dari panjang gelombang maksimum 431,9448 (nm) bergeser ke panjang gelombang 429,9468 (nm), sedangkan pada daerah serapan Qy tidak terjadi pergeseran panjang gelombang.



Gambar 4. Perubahan pola spektra absorpsi klorofil Lamun dalam pelarut aseton selama 8 jam iradiasi sinar merah (pengukuran setiap 1 jam)

Tabel 3. Panjang gelombang serapan maksimum klorofil pada daerah serapan Qx dan Qy selama 8 jam iradiasi menggunakan sinar merah

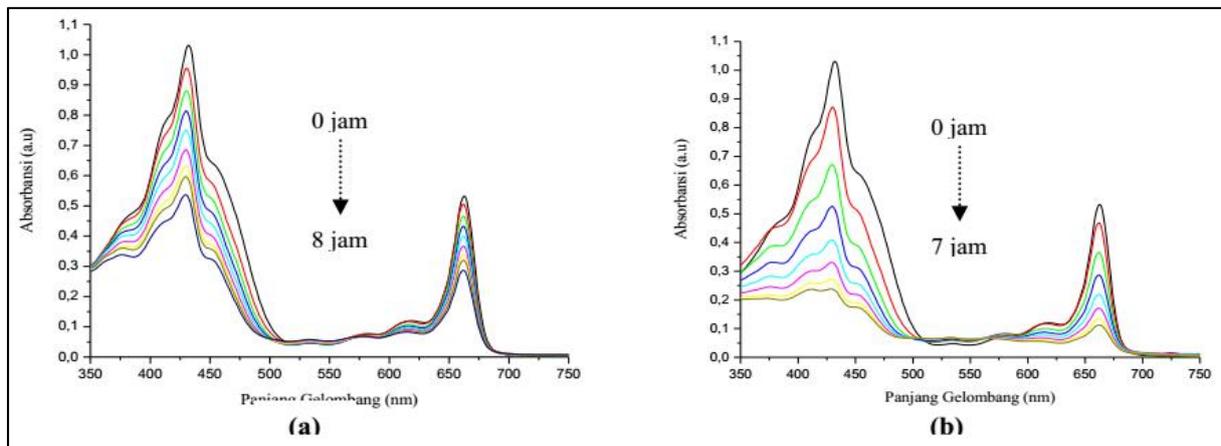
Waktu iradiasi (jam)	Serapan Pada Daerah Q _x		Serapan Pada Daerah Q _y	
	Pjg.gel _{maks} (nm)	Absorbansi (a.u)	Pjg.gel _{maks} (nm)	Absorbansi (a.u)
0	431,9448	1,031267	662,0427	0,532086
1	429,9468	0,955134	662,0427	0,505763
2	429,9468	0,881285	662,0427	0,466268
3	429,9468	0,814312	662,0427	0,432569
4	429,9468	0,750499	662,0427	0,399792
5	429,9468	0,686251	662,0427	0,367039
6	429,9468	0,63196	662,0427	0,338749
7	429,9468	0,59729	662,0427	0,32049
8	429,9468	0,537035	662,0427	0,286731

Fotostabilitas klorofil daun Lamun terhadap sinar polikromatik

Iradiasi pigmen klorofil dengan cahaya polikromatik menyebabkan degradasi klorofil yang lebih cepat dibandingkan dengan iradiasi menggunakan sinar merah, seperti terlihat pada Gambar 5. Laju degradasi pada cahaya polikromatik di daerah $Q_x = 52,81\%$ dan $Q_y = 54,80\%$ per jam, sedangkan pada sinar merah laju degradasi di daerah $Q_x = 26,77\%$ dan $Q_y = 29,05\%$. Hasil ini menunjukkan bahwa klorofil Lamun lebih stabil pada sinar merah.

Wiles dan Carlsson (1987) melaporkan bahwa, panjang pendeknya gelombang cahaya yang

diterima oleh suatu molekul merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi kecepatan fotodegradasi. Fotodegradasi ini terjadi sebagai akibat perubahan kimiawi dari suatu senyawa atau molekul menjadi senyawa atau molekul yang lebih kecil atau sederhana, sebagai efek absorpsi foton, baik dari cahaya ultra violet, cahaya tampak, atau pun sinar infra merah. Perubahan tersebut meliputi komposisi molekul, perubahan warna, pemutusan ikatan, dan pengaturan kembali atom-atom dalam suatu molekul (Wiles dan Carlsson, 1987; Lagowski, 1997).



Gambar 5. Perubahan pola spektra absorpsi klorofil Lamun dalam pelarut aseton selama 8 dan 7 jam (pengukuran setiap 1 jam): (a) iradiasi sinar merah, (b) iradiasi sinar polikromatik

Degradasi pigmen yang disebabkan oleh cahaya disebut dengan fotodegradasi. Lampu polikromatik yang sering digunakan sebagai sumber cahaya di rumah ternyata memberikan pengaruh terhadap degradasi pigmen klorofil, sehingga yang semula berwarna hijau menjadi warna pucat atau bening, yang dikenal dengan fotoblanching pada sampel larutan klorofil Lamun.

Pengamatan visual warna klorofil pada ekstrak kasar daun Lamun selama iradiasi dilakukan (Gambar 6 dan 7) memperlihatkan warna hijau yang berangsur-angsur hilang per satu jam pengamatan, sehingga pada jam ke 7 larutan klorofil tidak terdapat warna hijau lagi, artinya pigmen tersebut telah terdegradasi habis karena pengaruh sinar polikromatik, yang ditandai dengan penurunan serapan ke arah linier (Gambar 8).

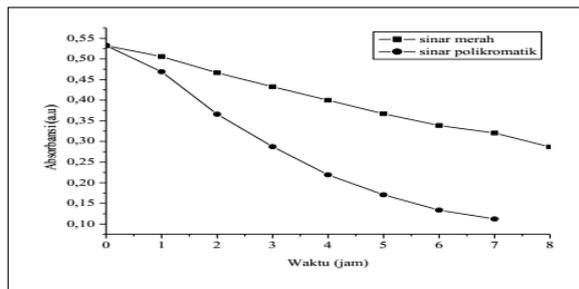
Proses degradasi pigmen klorofil Lamun yang terjadi pada iradiasi sinar merah cenderung lebih stabil dengan penurunan kinetika reaksi yang relatif lambat dibandingkan dengan iradiasi menggunakan sinar polikromatik yang kinetika reaksi degradasinya cenderung lebih cepat, seperti ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 6. Foto warna larutan pigmen klorofil Lamun sebelum iradiasi sinar merah (kiri) dan setelah iradiasi sinar merah (kanan) selama 8 jam



Gambar 7. Foto warna larutan pigmen klorofil Lamun sebelum iradiasi sinar polikromatik (kiri) dan setelah iradiasi sinar polikromatik (kanan) selama 7 jam



Gambar 8. Grafik kinetika degradasi klorofil daun Lamun dalam pelarut aseton selama 7 dan 8 jam iradiasi (pengukuran setiap 1 jam): (■) iradiasi dengan sinar merah, dan (●) iradiasi dengan sinar polikromatik

Penurunan puncak-puncak serapan klorofil pada daerah Qx dan Qy selama 7 jam iradiasi sinar polikromatik ditampilkan pada Tabel 4. Pada Tabel 4, terlihat tidak ada pergeseran pita absorpsi ke panjang gelombang yang lebih pendek (hipsokromik) atau pun ke panjang gelombang yang lebih panjang (batokromik), hanya terjadi degradasi atau penurunan puncak serapan pada waktu $t = 0$ jam sampai $t = 7$ jam. Panjang gelombang maksimum di daerah serapan Qx = 431,9448 (nm) dan panjang gelombang maksimum di daerah serapan Qy = 662,0427 (nm). Artinya, proses degradasi pigmen yang terjadi tidak memberikan pengaruh terhadap pergeseran panjang gelombang maksimum selama iradiasi sinar polikromatik.

Tabel 4. Panjang gelombang serapan maksimum klorofil pada daerah serapan Qx dan Qy selama 7 jam iradiasi menggunakan sinar polikromatik

Waktu iradiasi (jam)	Serapan Pada Daerah Q _x		Serapan Pada Daerah Q _y	
	Pjg.gel _{maks} (nm)	Absorbansi (a.u)	Pjg.gel _{maks} (nm)	Absorbansi (a.u)
0	431,9448	1,031267	662,0427	0,532086
1	431,9448	0,86099	662,0427	0,468741
2	431,9448	0,660279	662,0427	0,36602
3	431,9448	0,51625	662,0427	0,287289
4	431,9448	0,401391	662,0427	0,219206
5	431,9448	0,324202	662,0427	0,170774
6	431,9448	0,266651	662,0427	0,133457
7	431,9448	0,233774	662,0427	0,112227

KESIMPULAN

Hasil uji stabilitas pigmen menunjukkan bahwa klorofil lamun *Thalasia hemprichii* bersifat lebih stabil pada pH 7 (netral), sedangkan relatif mengalami degradasi pada pH 1 dan 5 (bersifat asam) serta pada pH 9, 11, dan 13 (bersifat basa). Pengamatan visual pada warna menunjukkan kestabilan pigmen pada konsentrasi pH 7 dibandingkan dengan pH asam dan basa yang mengakibatkan pemucatan blanching pada pigmen klorofil Lamun.

Klorofil Lamun relatif lebih stabil pada iradiasi sinar merah dari pada sinar polikromatik. Pengaruh sinar polikromatik selama 7 jam iradiasi menyebabkan degradasi pigmen di daerah Qx sebesar 26,77% dan pada daerah Qy sebesar 29,05% per jam. Iradiasi cahaya polikromatik selama 8 jam menyebabkan degradasi per jam pada daerah Qx sebesar 52,81% dan pada daerah Qy sebesar 54,80%. Sinar polikromatik memberikan pengaruh fotodegradasi lebih cepat pada pigmen klorofil Lamun dibandingkan dengan sinar merah.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Departemen Pendidikan Nasional yang telah memberikan beasiswa melalui Program Beasiswa Unggulan "Persemaian Insan Indonesia Cerdas 2007" kepada penulis melalui

Program Pascasarjana Magister Biologi, Universitas Kristen Satya Wacana, Salatiga. Terima kasih penulis sampaikan juga kepada Dinas Pendidikan dan Pengajaran Provinsi Papua yang telah memberikan bantuan biaya studi tahun 2008.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2005. Menguak Misteri Lamun. <http://duamata.blogspot.com/2005/12/menguak-misteri-lamun.html>. Akses 14 Juli 2008.
- Anonim, 2006. Lamun Berpotensi Sebagai Makanan Kesehatan. http://images.google.co.id/imgres?imgurl=http://biogen.litbang.deptan.go.id/berita_artikel/images/tabel_lamun.Png&imgrefurl=http://biogen.litbang.deptan.go.id/berita_artikel/serbi_2006_lamun.Php&h=159&w=421&sz=5&hl=id&start=7&tbnid=EbhgYc_rRC_6vM:&tbnh=47&tbnw=125&prev=/images%3Fq%3Djenisjenis%2Blamun%2Bdi%2BIndonesia%26gbv%3D2%26hl%3Did%26sa%3DG. Akses 14 Juli 2008.
- Bittencourt, C., Marcella, P., Felicissimo, Jean-Jacques Pireaux, and Houssiau. 2005. Study of Anatto from *Bixa orellana* Seeds: An Application of Time-of-flight Secondary Ion Mass Spectrometry. *Article Spectroscopy Europe*, Vol. 17 No. 2 (2005).

- www.spectroscopyeurope.com. Akses 14 Juli 2008.
- Dutton, H.J., Bayley, G.F., and Kohake, E., 1943. Dehydrated spinach changes in color and pigments during processing and storage. *Ind. Eng. Chem.*, 35, 1173-1177.
- Fennema, O.R., 1996. *Food Chemistry*: 3rd ed. New York: Marcel Dekker, Inc.
- Gross, J., 1991. *Pigment in Vegetables; Chlorophyll and Carotenoids*. New York: Van Nostrand Reinhold.
- Heriyanto, dan Limantara, L. 2006. *Kandungan Klorofil in Vivo Daun Cincau Hitam, Cincau Perdu, Cincau Hijau, dan Cincau Minyak*. Fakultas Biologi Universitas Kristen Satya Wacana. Salatiga.
- Kimbal, J.W. 1992. *Biologi* Jilid I. Jakarta: Erlangga.
- Koca, N., Karadeniz, F., and Burdurlu, H.S. 2003. Effect of pH on Chlorophyll Degradation and Colour Loss in Blanched Green Peas. Faculty of Engineering, Food Engineering Departement, Ankara University. Turkey.
- Lagowski, J.J. 1997. *Macmillan Encyclopedia of Chemistry*. New York: Simon & Schuster and Prentice Hall International.
- Laleh, G.H., Frydoonfar, H., Heidary, R., Jemeei, R., and Zare, S. 2006. The effect of light, temperature, pH, and species on stability of Anthocyanin pigments in four berberis species. *Pakistan Journal of Nutrition*, 5(1), 90-92.
- Limantara, L., Koehler, P., Wilhelm, B., Porra, R.J. and Scheer, H. 2006. Photostability of bacteriochlorophyll-a and derivatives: potential sensitizer for photodynamic tumor therapy. *Photochemistry and Photobiology*, 82, 770-780.
- Montenegro, M.A., A. De O. Rios, A.Z. Mercadante, M. Nazareno, A., and Borsarelli, C.D. 2004. Model studies on the photosensitized isomerization of bixin. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52, 367-373.
- Nurcahyanti A.D.R. Limantara, L. 2007. Fotodegradasi Ekstrak Kasar, Klorofil a, dan Fucoxanthin *Padina australis* dan *Dictyota crenulata*. Prosiding Seminar Nasional Pigmen 2007 'Back to Nature dengan Pigmen Alami'. Universitas Kristen Satya Wacana. Salatiga.
- Purwati, A. 2006. Lamun Berpotensi Sebagai Sumber Makanan Kesehatan. http://www.indobiogen.or.id/berita_artikel/serbi_2006_lamun.php. Akses 14 Juli 2008.
- 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.
- Rahayu, P., Notoedarmo, S., dan Limantara, L. 2006. Studi Lapangan Kandungan Klorofil *in Vivo* Daun Katuk dan Katuk Badak Di Salatiga dan Tawangmangu. Fakultas Biologi Universitas Kristen Satya Wacana. Salatiga.
- Sajilata, dan Singhal. 2006. Isolation and stabilisation of natural pigments for food application. *Stewart Postharvest Review*, 5, 11.
- Scotter, M.J., Thorpe, S.A., Reynolds, S.L., Wilson, L., and Strutt, A. 1994. Characterizations of annatto using high performance liquid chromatography with photodiode-array detection. *Food Additives and Contaminants*, 11(3), 301-315.
- Scotter, M.J., Wilson, L.A., Appleton, G.P., and Castle, L. 1998. Analysis of annatto (*Bixa orellana*) food coloring formulations. 1. determination of colouring components and colored thermal degradation products by high performance liquid chromatography with photodiode-array detection. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, (46), 1031-1038.
- Silva, G.S., Souza, A.G., Botelho, J.R., Silva, M.C.D., Silva, T.M.S. 2007. Kinetics study of norbixin's first stage thermal decomposition, using dynamic method. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, 87(3), 871-874.
- Suparmi, Limantara, L., dan Prasetyo, B. 2008. Karakterisasi stabilitas pigmen norbixin dari biji kesumba (*Bixa orellana* L.). Prosiding Seminar Nasional 2008 'Sains dan Teknologi Pigmen', Universitas Kristen Satya Wacana, Salatiga.
- Suparmi, Prasetyo, B., dan Limantara, L. 2007. Fotodegradasi Pigmen Bixin Dari Biji Kesumba (*Bixa orellana* L.): Potensinya Sebagai Pewarna Alami Makanan. Prosiding Seminar Nasional Pigmen 2007 'Back to Nature dengan Pigmen Alami', UKSW Salatiga, B (05):195-204.
- Tomascik, T., Mah, A.J., Nontji, A., and Moosa, M.K. 1997. *The Ecology of Indonesian Seas: Part Two*. Periplus edition.
- Wiles, D.M., and Carlsson, D.J. 1987. *Mc Graw-Hill Encyclopedia of Science & Technology*. New York: Mc Graw-Hill Book Company 13(6): 337-379.