

## **Aplikasi Perbedaan Komposisi N, P dan K pada Budidaya *Euchemma cottonii* di Perairan Teluk Awur, Jepara**

**Edi Wibowo Kushartono\*, Suryono dan Endah Setyaningrum MR.**

Jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan  
Universitas Diponegoro, Kampus Tembalang, Semarang, Indonesia  
Telp./Fax.0247474698, Hp: 081325560293

### **Abstrak**

Rumput laut (*Euchemma cottonii*) merupakan salah satu hasil laut yang memiliki nilai ekonomis tinggi yang ditunjukkan dengan meningkatnya permintaan dalam berbagai bentuk sehingga diperlukan adanya usaha peningkatan produksinya. Studi aplikasi pupuk N, P dan K dengan konsentrasi yang berbeda telah dilakukan pada usaha budidaya rumput laut tersebut melalui eksperimen lapangan, dengan Rancangan Acak Lengkap. Bibit *E.cottonii* direndam dalam pupuk selama 15 menit sebelum ditanam dengan sistim rakit. Terdapat lima kombinasi komposisi N, P, dan K yaitu 10:55:10; 15:15:15; 46:0:0; 60:20:10; dan Kontrol (tanpa direndam dalam pupuk). Bobot awal bibit rumput laut adalah 80 gram dan pengamatan pertumbuhan berat mingguan dilakukan selama 5 minggu. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa rerata bobot total dan laju pertumbuhan tertinggi dicapai pada perlakuan perbandingan N,P dan K 60:20:10 yaitu 543,33 gram dan 5,47 % dan yang terendah adalah 326,67 gram dan 4,02 % yang dicapai perlakuan perbandingan N,P dan K sebesar 10:55:10

**Kata kunci :** *Euchemma cottonii*, N, P, K, pertumbuhan

### **Abstract**

*Euchemma cottonii*, seaweed, is one of marine products with high economic value which can be seen from increasing market demand. The study of using different commercial fertilizer in seaweed aquaculture is one of possible effort to increase seaweed production. The method used in this research was experimental applying randomized complete design. All samples are deeped for 15 minutes in different composition of NPK fertilizers before cultivated in floating raft method. The treatments are NPK ratio of 10:55:10; 15:15:15; 46:0:0; 60:20:10 and without fertilizer as control. Seaweed mass for cultivation was 80 grams observe at every week during five week. The observation result show that the highest average of total biomass reached and Survival growth rate at NPK ratio treatment 60:20:10 is 543.33 grams and 5,47 % ,and the lowest is 326.67 grams 4,02 % reached by N, P, and K ratio treatment was 10:55:10

**Key words :** *Euchemma cottonii*, N, P, K, growth

---

### **Pendahuluan**

Rumput laut atau seaweed termasuk tumbuhan berthallus yang banyak dijumpai hampir di seluruh perairan Indonesia, terutama di pantai yang mempunyai rataaan terumbu karang. Tanaman ini menempati posisi sebagai produsen primer yang menyokong kehidupan biota lain pada tropik level yang lebih tinggi. Rumput laut hidup di dasar laut dan substratnya dapat berupa pasir, pecahan karang, karang mati serta benda-benda keras yang terendam di dasar laut (Kadi, 1989). Di Indonesia, pemanfaatan rumput laut untuk industri agar-agar (*Gelidium* dan

*Gracilaria*) dan karagenan (*Euchemma*). Dengan meningkatnya permintaan rumput laut saat ini maka dalam penanaman perlu dipacu dengan pemberian pupuk yang diharapkan akan meningkatkan pertumbuhannya.

Budidaya *E. cottonii* saat ini pada umumnya hanya menanam di laut dan pertumbuhannya diserahkan pada kondisi alam tanpa perlakuan apapun, sehingga hasilnya tidak dapat dimaksimalkan. Di alam terdapat banyak gangguan antara lain predasi, perubahan fluktuasi parameter kualitas air, dan kurangnya nutrien yang dibutuhkan oleh *E. cottonii*.

---

\*) Corresponding author

Pupuk NPK adalah pupuk yang sering digunakan dalam pertanian. Pupuk jenis ini dapat memacu pertumbuhan tunas muda dan meningkatkan daya tahan tumbuhan terhadap serangan penyakit (Anonimous, 2002b). Urea merupakan jenis pupuk tunggal yang unsur nitrogennya yang berfungsi mempercepat pertumbuhan thallus (Anonimous, 2002a). Disamping itu pupuk urea merupakan pupuk yang mudah diserap tumbuhan pada keadaan tergenang yaitu saat larut dalam air (Novizan, 2002). Pupuk urea dan NPK merupakan jenis pupuk yang sangat mudah ditemukan di pasaran karena unsur yang terkandung dalam kedua pupuk ini sangat bermanfaat bagi pertumbuhan.

Nitrogen merupakan unsur makro yang bermanfaat untuk merangsang pertumbuhan suatu tumbuhan sehingga dapat berkembang pesat. Kekurangan N akan menghambat pertumbuhan rumput laut karena merupakan unsur yang digunakan dalam proses fotosintesis. Jumlah unsur N dalam perairan adalah sebesar 13 cm<sup>3</sup>/liter air laut. Nitrogen merupakan unsur utama bagi pertumbuhan tanaman karena merupakan penyusun protein dan asam nukleat, dengan demikian merupakan penyusun protoplasma secara keseluruhan (Sarief, 1986). Menurut Round (1973) nitrogen diperlukan sebagai sumber energi dalam proses fotosintesis.

Unsur P merupakan unsur penting bagi semua aspek kehidupan terutama dalam transformasi energi metabolik (Kuhl, 1974). Unsur P juga merupakan penyusun ikatan pirofosfat dari ATP (Adenosine Tri Phosphat) yang kaya energi dan merupakan bahan bakar untuk semua kegiatan biokimia di dalam sel hidup serta merupakan penyusun sel yang penting (Anonimous, 2005). Fosfat (P) merupakan bentuk dari fosfor yang bermanfaat bagi tumbuhan (Waite, 1984). Berkaitan dengan pertumbuhan rumput laut, fosfor berperan sebagai faktor pembatas dalam proses fotosintesis (Lapointe, 1987), dimana perbandingan antara N, P, dan K yang diperlukan oleh rumput laut adalah 15:5:1,8 (Round, 1977). Menurut Soepomo (1974), kisaran fosfat yang terdapat di laut adalah 0,021-0,201 ppm dan permukaan air laut mengandung fosfat terlarut lebih rendah dibanding perairan laut yang lebih dalam.

Unsur hara K merupakan unsur hara makro yaitu unsur hara yang dibutuhkan dalam jumlah banyak oleh tumbuhan. Menurut Nicholls (1993), kalium digunakan oleh sel-sel tanaman selama

proses asimilasi energi yang dihasilkan oleh proses fotosintesis.

Penelitian ini bertujuan melihat pengaruh aplikasi berbagai kombinasi komposisi pupuk N, P, K pada budidaya *E. cottonii* terhadap pertumbuhan rumput laut tersebut di perairan Teluk Awur, Jepara.

## Materi dan Metode

Bibit *E. Cottonii* diperoleh dari perairan Karimunjawa dengan bobot awal 80 gram ditanam dengan metode rakit apung yang berukuran 10 x 10 meter (Sediadi & Utari, 2000). Percobaan dengan menggunakan rancangan acak lengkap (3 ulangan) dengan 4 perlakuan dan 1 kontrol yaitu kombinasi beberapa konsentrasi pupuk N, P dan K dengan perbandingan 46:0:0 (perlakuan I); 15:15:15 (perlakuan II); 60:20:10 (perlakuan III); 10:55:10 (perlakuan IV) dan Kontrol (tanpa perendaman pupuk).

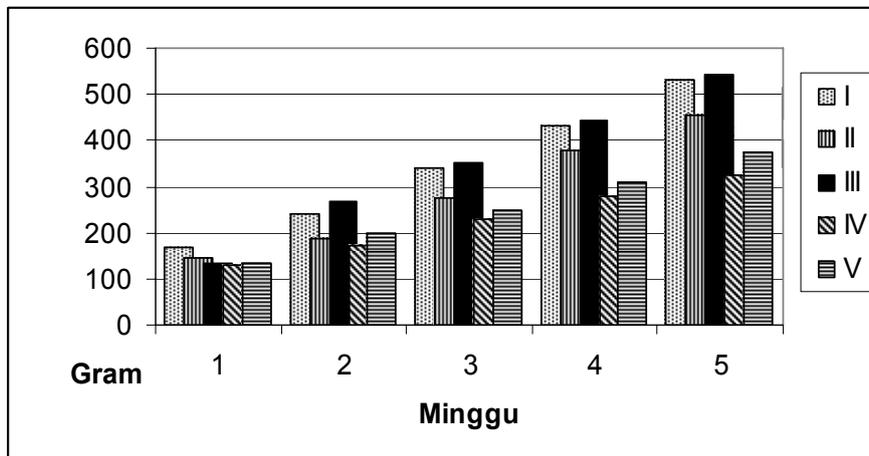
Perendam bibit rumput laut dilakukan selama 15 menit. Perendaman dilakukan pada pagi hari sebelum rumput laut di tanam di laut dan pada saat rumput laut akan mengadakan fotosintesis sehingga penyerapan pupuk diharap akan maksimal. Konsentrasi pupuk perlakuan adalah 500 mg/l air sesuai petunjuk yang tertera pada kemasan.

Penimbangan bobot rumput laut dilakukan setiap 7 hari sekali dan budidaya dilakukan selama 35 hari (Sediadi & Utari, 2000). Pengukuran parameter kualitas air (salinitas, pH, kecerahan, dan suhu) dilakukan setiap hari. Pertumbuhan *E. cottonii* dihitung dengan laju pertumbuhan relatif menurut Effendie (1997).

## Hasil dan Pembahasan

Pemupukan terhadap bibit *E.cottonii* pada saat awal budidaya nampak berpengaruh terhadap hasil bobot akhir dan laju pertumbuhannya. Pengaruh pemupukan ini dapat dilihat dari hasil yang lebih baik pada *E.cottonii* dengan perlakuan perendaman pupuk daripada tanpa perendaman pupuk (kontrol). Data pertumbuhan menunjukkan bahwa rerata bobot *E.cottonii* tertinggi adalah pada perendaman pupuk dengan perbandingan komposisi NPK 60:20:10 yaitu 543,33 gram, dan rerata bobot akhir *E.cottonii* terendah sebesar 326,67 gram pada perlakuan komposisi NPK 10:55:10 (Gambar 1).

Pada minggu kedua bobot rerata tertinggi terjadi pada perendaman pupuk NPK dengan komposisi



Gambar 1. Rerata bobot *E. cottonii* (Gram) pada budidaya selama 5 minggu  
 Keterangan : Komposisi N,P, K I 46:0:0.; II. 15:15:15; III. 60:20:10;  
 IV. 10:55:10; V. Tanpa Perendaman Pupuk (Kontrol)

60:20:10 (perlakuan III) yaitu sebesar 268,33 gram, dan seterusnya hingga minggu kelima, kemudian diikuti perlakuan I dengan komposisi NPK 46:0:0. Sebaliknya pertambahan bobot terendah dihasilkan perlakuan IV dengan komposisi NPK 10:55:10. Gambar 1 diatas nampak bahwa hasil rerata bobot akhir rumput laut *E. cottonii* dari perlakuan III adalah yang tertinggi. Hal ini sangat erat kaitannya dengan penyerapan rumput laut terhadap pupuk yang diberikan, sehingga dicapai bobot akhir optimal. Hal tersebut diduga disebabkan oleh kandungan pupuk pada perlakuan III mempunyai nilai N paling tinggi dibandingkan dengan perlakuan yang lain. Pada dasarnya unsur yang banyak dibutuhkan oleh rumput laut adalah unsur N. Nitrogen ini diperlukan sebagai penyuplai energi dalam proses fotosintesis. Menurut Kuhl (1974) nutrisi utama yang dibutuhkan rumput laut adalah Nitrogen (N), Fosfor (P) dan Kalium (K), dengan perbandingan 15 : 5 : 1,8 (Round, 1977). Hal ini sesuai dengan perlakuan perbandingan NPK 60:20:10 yang mempunyai unsur N tertinggi. Selain itu juga mempunyai perbandingan yang sesuai antara unsur N dan P dimana ketersediaan unsur N tiga kali lebih besar dibandingkan unsur P. Tidak terpenuhinya salah satu unsur akan mengakibatkan menurunnya kualitas dan kuantitas hasil produksi.

Unsur N merupakan unsur makro yang bermanfaat untuk memacu pertumbuhan dan jika kekurangan unsur N akan menghambat pertumbuhan, dimana hasil tertinggi pada perlakuan III dengan konsentrasi N tertinggi. Hal ini membuktikan bahwa kebutuhan nutrisi terbesar rumput laut adalah unsur N. Selain unsur N, tumbuhan ini juga membutuhkan

unsur makro lain yang berfungsi sebagai pelengkap dan penyeimbang pertumbuhan yaitu Fosfor dan Kalium. Diantara nutrisi yang ada, nitrogen (N) dan Fosfor (P) merupakan nutrisi yang terpenting dan juga merupakan faktor utama yang menentukan kesuburan perairan (Handayani, 1999). Menurut Sidjabat (1973), nitrogen merupakan unsur yang diperlukan oleh tumbuhan untuk proses fotosintesis, juga merupakan komponen penting dalam protoplasma. Nitrogen merupakan bahan dasar sumber kehidupan yang ditemukan di dalam setiap sel hidup dan jelas menjadi bagian yang tidak dapat dilepaskan dari komposisi tubuh tanaman (Nicholls, 1993).

Menurut Anonimous (2002a) rumput laut sangat membutuhkan Nitrogen untuk pertumbuhannya, karena fungsinya pemacu pertumbuhan. Nitrogen dibutuhkan dalam jumlah yang banyak oleh rumput. Sedangkan unsur P adalah merupakan bagian dari inti sel, dan penting untuk pembelahan sel. Kekurangan unsur P ini dapat menyebabkan pertumbuhan kerdil, jumlah tunas sedikit, dan lambatnya pertumbuhan. Kekurangan fosfor pada rumput laut dapat menyebabkan terakumulasi lemak dalam jumlah besar dalam sel. Kebutuhan rumput laut terhadap unsur Nitrogen adalah 5,44 % dan untuk unsur P yang dibutuhkan rumput laut 2-3 % dari keseluruhan berat keringnya (Round, 1977). Selanjutnya (Lobban et al., 1985) juga menyatakan bahwa Fosfor dan khususnya nitrogen biasanya terdapat dalam konsentrasi yang rendah di air laut sehingga sering menjadi faktor pembatas bagi pertumbuhan rumput laut. Fosfor di air laut berbentuk orthofosfat (HPO<sub>4</sub><sup>2-</sup>). Tingginya

kebutuhan nutrisi dalam bentuk mineral dalam air laut nampak dari tingginya kandungan mineral pada *Eucheuma* (Doty, 1987). Glenn & Doty (1981) menunjukkan bahwa *Eucheuma* memanfaatkan 24% nitrat/nitrit ion dan 6% fosfat dari air yang melewati rumpun rumput laut tersebut dan rata-rata perbandingan N/P di air adalah 8.5 pada air laut tempat budidaya *Eucheuma* di Hawaii. Pemanfaatan nutrisi di air laut oleh rumput laut ditunjukkan oleh percobaan dengan *E. serra*. Nishihara & Ryuta (2010) menemukan bahwa kandungan nutrisi pada area rumpun *E. serra* 56% lebih sedikit dibandingkan di luar area rumpun rumput laut tersebut. Pengambilan nitrat oleh rumput laut dipengaruhi oleh konsentrasi unsur tersebut di air laut (Naldi & Viaroli, 2002). Laju pengambilan nitrogen dan fosfat oleh rumput laut lebih rendah pada rumput laut yang bertalus kasar daripada yang bertalus halus (Luning, 1990). Menurut Rees (2003) *uptake rate* (laju pengambilan) nitrat, ammonium dan phosphate menunjukkan pola yang hampir sama, namun nilai pengambilannya lebih rendah untuk fosfat dan lebih tinggi untuk ammonium. Pemanfaatan nitrat pada tiga species rumput laut, *Pterocladia capillacea* (S.G. Gmelin) (Rhodophyceae, Gelidiales), *Ulva intestinalis* L. (Chlorophyceae, Ulvales) dan *Xiphophora chondrophylla* (Turner) (Phaeophyceae, Fucales) telah diteliti oleh Rees et al. (2007) dan menunjukkan bahwa pada terdapat paling sedikit terdapat dua sistem transport nitrat pada *U. intestinalis*, yaitu *constitutive transporter*, yang tidak dipengaruhi oleh kadar ammonium, dan *transporter*, yang sensitive terhadap ammonium dan diatur oleh keberadaan ammonium.

Kekurangan unsur K pada tumbuhan dapat menyebabkan tumbuhan menjadi layu, thallus menjadi tidak kuat dan mudah terserang penyakit. Selain itu kekurangan unsur K dapat mengakibatkan lambatnya fotosintesis dan pertumbuhan serta meningkatnya proses respirasi (Round, 1977).

Rumput laut pada perlakuan perendaman pupuk dengan kandungan P tertinggi justru menghasilkan berat yang terendah diantara perlakuan lainnya, walaupun diketahui bahwa unsur P juga merupakan unsur makro yang dibutuhkan. Hasil pertumbuhan mutlak ini menunjukkan nilai terendah perlakuan IV bukan pada perlakuan kontrol yang justru tidak dilakukan pemupukan. Hal ini diduga kandungan unsur P yang terlalu besar, yang tidak diimbangi dengan unsur N sehingga pertumbuhan tidak akan optimal. Oleh karena itu ketersediaan unsur N harus

lebih banyak dari unsur P seperti telah disebutkan diatas berkaitan dengan pertumbuhan makro algae, fosfor (P) berperan sebagai faktor pembatas (Lapointe, 1987). Sehingga dengan lebih banyaknya unsur P dibandingkan ketersediaan unsur N, faktor pembatas lebih banyak dari faktor yang dibatasi. Mengakibatkan terhambatnya pertumbuhan. Pupuk NPK sangatlah sesuai untuk pertumbuhan terutama pada budidaya rumput laut yang merupakan fase vegetatif (Novizan, 2002). Sehingga hasil penggunaan pupuk NPK 10:55:10 pada budidaya rumput laut kurang optimal, hal ini dikarenakan proses yang terjadi adalah fase vegetatif dan bukan fase generatif.

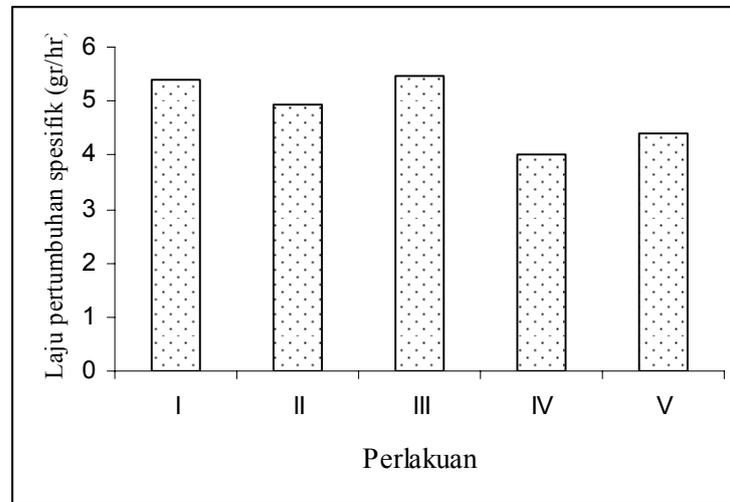
Hasil rerata bobot akhir yang dipupuk dengan urea sebesar 530 gram. Nilai ini tidak sebaik dan semaksimal berat akhir rumput laut yang dipupuk dengan NPK 60:20:10 yaitu sebesar 543,33 gram. Bobot akhir pemupukan dengan urea dan NPK 60:20:10 terdapat selisih berat sebesar 13,33 gram. Selisih ini hanya untuk satu individu rumput laut (*E. cottonii*).

Rerata laju pertumbuhan spesifik harian menunjukkan hasil tertinggi terjadi pada perlakuan III yaitu sebesar 5,47 % kemudian berturut-turut yaitu perlakuan I, II dan V. Laju pertumbuhan terendah adalah pada perlakuan IV sebesar 4,02 % (Gambar 2).

Laju Pertumbuhan Spesifik harian *E. cottonii* menunjukkan perlakuan III (N,P, K 60:20:10) menghasilkan nilai tertinggi. Hal ini diduga pada perlakuan III mempunyai kandungan N tertinggi sehingga pertumbuhan akan lebih cepat dibanding perlakuan lain. Pada rumput laut, seperti *E. Cottonii*, thallus akan tumbuh lebih besar. Oleh sebab itu diduga besarnya thallus dan luasnya penampang tubuh rumput laut yang tersedia untuk fotosintesis sebanding dengan jumlah nitrogen yang diberikan (Sarief, 1986).

Rendahnya hasil laju pertumbuhan spesifik per minggu pada perlakuan IV (N,P, K 10:55:10) jika dibandingkan dengan perlakuan lain, dimana konsentrasi P nya lebih tinggi dari pada N, karena unsur P merupakan unsur yang berfungsi sebagai pembatas dimana ketersediaannya tidak boleh melebihi unsur utama (Lapointe, 1987).

Menurut Doty (1987) laju pertumbuhan pada budidaya *Eucheuma* berkisar 2-10% perhari tergantung strain dan lingkungannya. *Eucheuma* berkualitas baik akan menghasilkan laju pertumbuhan yang tinggi dan



Gambar 2. Laju Pertumbuhan Spesifik Harian Rumput Laut *E. cottonii* pada budidaya selama 5 minggu  
 Keterangan: Komposisi N,P, K I 46:0:0.; II. 15:15:15; III. 60:20:10; IV.10:55:10; V. Tanpa Perendaman Pupuk

dapat menghasilkan bobot akhir dua kali lipat atau lebih pada waktu panen. Pada banyak kasus bobot talus rumput laut akan dua kali lipat dalam waktu kurang dari 2 minggu (Doty, 1987). Pada jenis *Euclima* yang lain, yaitu *Euclima denticulatum*, pertumbuhan tidak hanya dibatasi oleh *photoinhibition*, tetapi juga oleh kadar nitrogen dan phosphorus di air (Colen et al., 1995). Meskipun nutrisi sangat penting untuk pertumbuhan *Euclima*, namun pemberian pupuk secara langsung di air laut dipandang tidak ekonomis, namun nampaknya dari hasil penelitian ini pemberian pupuk diawal budidaya memberikan hasil yang cukup baik untuk *E. cottonii*. Pemupukan dengan ammonium atau nitrat meningkatkan laju pertumbuhan 5-400% pada *E. denticulatum* (Colen et al., 1995) sedangkan pemupukan ammonium menaikkan laju pertumbuhan dua kali lipat pada *K. alvarezii* (Li et al., 1990).

**Kesimpulan**

Pupuk yang paling sesuai untuk rumput laut (*E.cottonii*) pada lama perendaman 15 menit sebelum ditanam adalah NPK 60:20:10 karena pupuk ini berfungsi untuk pertumbuhan cabang dan tunas. Hasil tertinggi dengan rerata bobot mencapai 543,33 gram pada perendaman dengan jenis pupuk NPK 60:20:10 dan terendah sebesar 326,67 gram yaitu pada perendaman jenis pupuk NPK 10:55:10. Laju pertumbuhan spesifik harian menunjukkan nilai

tertinggi pada perendaman jenis pupuk komersial NPK 60:20:10 yaitu sebesar 5,47 %, sedangkan nilai terendah pada jenis pupuk komersial NPK 10:55:10 sebesar 4,02 %.

**Daftar Pustaka**

Anonimous. 2002a. Teknik Budidaya Rumput Laut Bahan Pembuat Agar-agar Di Dalam Tambak. BPPT. Jakarta. Hlm 2.

Anonimous. 2002b. Pupuk Majemuk NPK dan Urea. [www.petrokimiagresik.com](http://www.petrokimiagresik.com). 24 Januari 2006.

Anonimous. 2005. Faktor Pengelolaan Yang Berpengaruh Terhadap Produksi Rumput Laut (*Gracilaria verrucosa*) Di Tambak Tanah Sulfat Masam (Studi Kasus Di Kabupaten Luwu, Provinsi Sulawesi Selatan). *Buletin dan Jurnal Penelitian Indonesia* 11(7): 1-7.

Collén, Jo ias, M. Mtotera, K. Abrahamsson, A. Semesi & M. Pedersén. 1995. Farming and Physiology of the Red Algae *Euclima*: Growing Commercial Importance in East Africa *Ambio*. 24(7-8): 497-501.

Doty, Maxwell S. 1987. The production and use of *Euclima*. In Doty, M.S., Caddy, J.F., & Santelices, B. (Eds.) Case Studies of Seven Commercial Seaweed Resources. *FAO Fisheries Tech. Pap* 281: 45-56.

- Effendie, M.I. 1997. Biologi Perikanan. Yayasan Pustaka Nusatama. Bogor. Hlm 96.
- Glenn, E.P. & Doty, M.S. 1981. Photosynthesis and respiration of the tropical red seaweeds. *Eucheuma striatum* (Tambalang and Elkhorn varieties) and *E. denticulatum*. *Aquat. Bot.*, 10: 353-64.
- Handayani, S. 1999. Kajian Karakteristik Nutrien Terlarut Di Perairan Tanjung Kelor, Jepara. Institut Teknologi Bandung. Bandung. www.geoph.itb.ac.id, 24 Juni 2006.
- Kadi, A. 1989. Sebaran Algae Halimeda di Indonesia dalam Anonimous (Ed.). Penelitian Oseanologi Perairan Indonesia, Buku I : Biologi, Geologi, Lingkungan dan Oseanografi. LIPI. Jakarta. 39-42.
- Kuhl, A. 1974. Phosporus. In Stewart, W.D.P. (Ed.). Algal Physiology and Biochemistry. Bot. Monog. Blackwell Scien. Publ. 610-654 pp.
- Lapointe, B.E. 1987. Phosporus and Nitrogen Limited Photosintesis and Growth of *Gracilaria tikvahiae* (Rhodophyceae) in the Florida Keys: An Experimental Field Study. *Ma. Biol.*, 93(4) : 561-568.
- Li, R., Li, J, & Wu, C.Y. 1990. Effect of ammonium on growth and carageenan content in *Kappaphycus*. *Proc. Int. Seaweed Symp.* 10: 601-606.
- Lobban, C.S., Harrison P.J. & Duncan, M.J. 1985. The Physiological Ecology of seaweeds. Univ. Press Cambridge. 242 pp.
- Luning, K. 1990. Seaweeds: Their environment, biogeography, and ecophysiology. John Wiley & Sons Inc. New York. 527 pp.
- Naldi, M. & P. Viaroli. 2002. Nitrate uptake and storage in the seaweed *Ulva rigida* C. Agardh in relation to nitrate availability and thallus nitrate content in a eutrophic coastal lagoon (Sacca di Goro, Po River Delta, Italy). *J. exp. Mar. Biol. Ecol.* 269(1): 65-83.
- Nicholls, R.E. 1993. Hidroponik Tanaman Tanpa Tanah. Dahara Prize. Semarang. 85-86.
- Nishihara, Gregory N. & Terada, Ryuta. 2010. Spatial variations in nutrient supply to the red algae *Eucheuma serra* (J. Agardh) *Phycological Res.*, 58(1): 29-34.
- Novizan. 2002. Petunjuk Pemupukan yang Efektif. Agro Media pustaka. Jakarta. Hal. 71-73.
- Rees, T.A.V. 2003. Safety factors and nutrient uptake by seaweeds. *Mar. Eco. Prog. Ser.* 263: 29-42 .
- Round. F.E. 1977. The Biology of The Algae. Edward Arnold Publisher. London. Pp 147-161.
- Sarief, E. S. 1986. Kesuburan dan Pemupukan Tanah Pertanian. CV Pustaka Buana. Bandung. Hlm 11-17.
- Sediadi, A. & Utari B, 2000. Rumput Laut Proyek Sistem Informasi Iptek Nasional Guna Menunjang Pembangunan. Pusat Dokumentasi dan Informasi Ilmiah Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Jakarta. 3-12
- Sidjabat, M. M. 1973. Pengantar Oseanografi. Institut Pertanian Bogor. Bogor. Hal. 17.
- Soepomo, T.H.W. 1974. Kriteria Kualitas Air Untuk Pertanian dan Perikanan. PSSDHL-IPB. Hlm 125.
- Waite, T.D. 1984. Principle of Water Quality. Academic Press Inc. London. Pp 114-120