

EVALUASI TINGKAT KESUBURAN PERAIRAN TERKAIT KANDUNGAN KARAGINAN RUMPUT LAUT (*Kappaphycus alvarezii*) DI PESISIR BONTANG DAN PANAJAM PASER UTARA

EVALUATION OF WATER FERTILITY LEVELS RELATED TO SEAWEED (*Kappaphycus alvarezii*) CARRAGINAN CONTENT IN THE BONTANG AND PANAJAM PASER NORTH COASTS

Sumoharjo¹⁾, Asfie Maidie²⁾

¹⁾Program Studi Akuakultur Universitas Mulawarman

²⁾Program Studi Akuakultur Universitas Mulawarman

E-mail : sumoharjo@gmail.com; asfiemaidie@live.jp

ABSTRACT

Seaweed K. alvarezii has been cultured massively along eastern kalimantan coastal zone. Meanwhile, every region potentially has diverse trophical status that affects its carraginan content. This study aimed to compare the thropical status of cultured seaweed location that situated in two region (Bontang and Panajam Paser Utara, PPU) and of its carragenan content. Seaweed in two different age (30 and 40 days) are sampled as well as water quality. Total Nitrogen (TN) and Total Phosphrous (TP) in particular are measured. The result showed that Bontang coastal area has Trophical Index (TRIX) 5,9 (meant high trophic level). the value was contrast with PPU that had 3,8 of TRIX meant low trophic level. However, carragenan content of seaweed from Bontang has lower than PPU, were 45 % and 64 %, respectively.

Keywords : seaweed, K. alvarezii, trophical index, carragenan

ABSTRAK

*Rumput laut (*Kappaphycus alvarezii*) sudah dibudidayakan secara luas di pantai Kalimantan Timur. Sementara itu, setiap wilayah berpotensi memiliki status kesuburan perairan yang berbeda yang akan mempengaruhi kandungan karaginan rumput laut yang dibudidayakan. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan status trofik lokasi pembudidayaan rumput laut dan kandungan karaginan pada dua wilayah, yakni di perairan Bontang dan di perairan Panajam Paser Utara (PPU). Sampel rumput laut diambil pada dua umur tanam berbeda (30 dan 40 hari), serta dilakukan pengukuran dan sampling kualitas airnya. Terutama, parameter Total Nitrogen (TN) dan Total Fosfor (TP). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa Perairan Bontang memiliki Indeks Trofik (TRIX) 5,9 (berarti kesuburan tinggi), namun sebaliknya, pada perairan PPU memiliki Indeks Trofik 3,9 (berarti kesuburan rendah). Akan tetapi, kandungan karaginan rumput laut dari Bontang justru lebih rendah dibandingkan dengan PPU, yakni; 45 % dan 64 %*

Kata kunci : rumput laut, K. alvarezii, Indeks Trofik, karaginan

PENDAHULUAN

Rumput laut (sea weed) merupakan salah satu jenis organisme akuatik yang akhir-akhir ini menjadi perhatian dunia industri. Banyak manfaat dari rumput yang selain dipergunakan langsung dalam bentuk segar atau keringnya, juga dalam bentuk turunannya. Manfaat itu antara lain; bahan makanan, obat-obatan, bahan baku kertas, pupuk, bahan pemurni air, atau bahkan bioethanol untuk bahan bakar kendaraan. Di tahun 2012 produksi rumput laut kering Indonesia adalah 6,51 juta ton, dan meningkat hampir 3 juta ton menjadi 9,28 juta ton di tahun 2013, sehingga akan bisa melampaui target yang hanya sebesar 10 juta ton rumput laut kering di tahun 2014 (www.suara.com/bisnis. [Dikunjungi Februari 2015](#)).

Menurut Dirjen Budidaya Kementerian Kelautan dan Perikanan tahun 2014, penghasil utama rumput laut adalah Sulawesi Selatan, Nusa Tenggara Timur, Maluku, Maluku Utara, Sulawesi Tenggara, dan di Kalimantan yaitu Nunukan dan Tarakan. Kalimantan Timur sendiri sebenarnya tidak termasuk ke dalam provinsi utama penghasil rumput laut di Indonesia, dikarenakan walaupun rumput laut pernah dibudidayakan secara besar-besaran di Kabupaten Berau sekitar tahun 90-an, tetapi kemudian usaha ini tidak berkembang dan justru terhenti. Rumput laut kembali dibudidayakan di Kalimantan Timur sekitar tahun 2006, itupun hanya terbatas di Kabupaten Kutai Timur dan Bontang. Kabupaten penghasil rumput laut utama di Kalimantan Timur adalah Kabupaten Nunukan, yang setelah kabupaten ini memisah dari Kalimantan Timur, belum ada kota ataupun kabupaten yang kemudian menjadi penghasil utama rumput laut di Kalimantan Timur. Rumput laut yang berdasarkan data statistik di Kalimantan Timur dalam Angka Tahun 2014 termasuk dalam budidaya laut dan pantai, masih terdata dalam jumlah yang kecil, hingga tahun 2013 luasan budidaya laut atau pantai yang terbesar adalah pada Kabupaten Berau (2.214 ha), diikuti

Kabupaten Kutai Timur (566 ha), Bontang (397 ha), dan terakhir Kutai Kartanegara (250 ha), daerah-daerah lain yang juga kemungkinan memiliki potensi untuk budidaya rumput laut seperti Paser, Penajam Paser Utara, ataupun Balikpapan belum tercatat yang kemungkinan disebabkan oleh kecilnya usaha yang dilakukan.

Kesuburan (level trofik) dari suatu perairan merupakan indikator penting dalam suatu monitoring kualitas air guna menentukan apakah perairan tersebut sedang mengalami peningkatan nutrisi atau tidak (Nawrocka dan Kobos, 2011). Meskipun bukan sebagai faktor yang secara langsung membunuh organisme perairan, aliran nutrisi yang berlebihan ke dalam sebuah badan air akan memicu pertumbuhan algae/fitoplankton dan tumbuhan air lainnya secara berlebihan atau umumnya dikenal dengan eutrofikasi (Essa, 2012).

Eutrofikasi didefinisikan sebagai pengayaan (*enrichment*) air dengan nutrisi atau unsur hara berupa bahan anorganik yang dibutuhkan oleh tumbuhan dan mengakibatkan terjadinya peningkatan produktivitas primer perairan (Effendi, 2003).

Salah satu penyebab terjadinya eutrofikasi di suatu perairan adalah buangan limbah domestik berupa bahan-bahan sisa dan tidak berguna dari berbagai aktivitas rumah tangga. Nutrien yang menjadi parameter kuncinya adalah Total Nitrogen (TN) dan ortofosfat sebagai Total Fosfor (TP). Keduanya merupakan unsur penting dalam pembentukan sel tumbuhan seperti algae atau fitoplankton. Aslan (1998) menyebutkan bahwa kadar nitrat dan fosfat yang melimpah di perairan akan mempengaruhi stadia reproduksi algae berupa kesuburan gametofit rumput laut. Ketersediaan unsur hara pada kadar tertentu memang sangat diperlukan untuk pertumbuhan rumput laut, akan tetapi jika terjadi eutrofikasi di perairan laut sekitar budidaya rumput laut justru akan berdampak merugikan. Blooming

fitoplankton akan mengurangi tingkat kecerahan air dan rumput laut akan mudah ditumbuhi/dijadikan substrat tempat menempel bagi ganggang lain yang bersifat epifit, seperti; lumut usus (*Enteromorpha intestinalis*), *Chaetomorpha* sp, dan *Ectocarpus* sp. Kondisi tersebut akan sangat mengganggu proses fotosintesis rumput laut sehingga berdampak pada laju pertumbuhannya. Tulisan ini akan difokuskan pada evaluasi mengenai status trofik dari dua perairan laut (Bontang dan Panajam Paser Utara) di mana rumput laut dibudidayakan secara massal berdasarkan pada kadar nitrogen dan fosfat serta keseimbangan kedua unsur ini (Rasio N/P) beserta pengaruh ekofisiologi nutrisi tersebut terhadap kandungan karaginan dari jenis rumput laut *Kappaphycus alvarezii* dari kedua kawasan tersebut.

METODE

Penelitian ini dilaksanakan dari Pebruari sampai dengan Mei 2015. Metode yang digunakan adalah metode survei dengan satu kali sampling secara acak pada setiap lokasi perairan yang akan dievaluasi.

Air laut yang disampling adalah perairan di mana rumput laut dibudidayakan, terdiri atas dua kawasan berbeda secara administratif, yakni :

1. Kota Bontang, terdiri atas tiga lokasi sampling (Tihitih, Selangan, dan Melahing)
2. Kabupaten Panajam Paser Utara terdiri atas dua lokasi sampling (Api-Api dan Sungai Parit)

Penentuan status trofik perairan laut pada penelitian ini menggunakan metode *Tropical Index* (TRIX) menurut persamaan Vollenweider, *et al.* (1998) berikut ini:

$$TRIX = [\log_{10}(\text{Chl } a \times \text{DO\%} \times \text{N} \times \text{P}) + 1.5] / 1.2$$

Keterangan :

TRIX : Tropical Index
Chl a (µg/L): Chlophyl-a

DO% : Persen oksigen saturasi

N (µg/L) : Total Nitrogen (N-NH₃ + NO₂)

P (µg/L) : Total fosfat (P-PO₄)

Skala TRIK dari 0 – 10 yang meliputi empat tingkatan trofik, yakni :

- 0 – 4 = kesuburan rendah (*high quality, low trophic level*)
- 4 – 5 = Kesuburan sedang (*good quality, moderate trophic level*)
- 5 – 6 = Kesuburan tinggi (*moderate quality, high trophic level*)
- 6 – 10 = Kesuburan sangat tinggi (*degraded, very high trophic level*)

Untuk konsentrasi klorofil-a tidak dilakukan pengukuran secara laboratorium, tetapi nilainya diperoleh dari hasil perhitungan empiris yang dikembangkan oleh Jones and Bachmann (1976) dalam Stednick dan Hall (2007) berikut ini :

$$\log \text{chlorophyll-}a = -0.85 + 1.46 \log \text{TP}$$

Nilai DO % diperoleh dari hasil bagi DO terukur dengan nilai kelarutan maksimum oksigen (*oxygen maximum soluble*) berdasarkan suhu dan salinitas (Sinex, 2007) :

$$\text{DO\%} = \frac{\text{DO terukur}}{\text{DO saturasi}} \times 100$$

$$\text{DO saturasi} = T (^{\circ}\text{C}) - 0,04361 \times \text{Salinitas (g/l)}$$

Menyesuaikan pada kebutuhan analisis TRIK, maka parameter kualitas air utama yang diukur adalah NH₃-N, NO₃-N, dan PO₄-P sedangkan parameter pendukung yang diukur seperti; suhu, pH, DO, kecerahan, kecepatan arus, kekeruhan, dan salinitas.

Untuk ekstraksi kandungan karaginan rumput laut dilakukan dengan

menggunakan metode FAO (2003), sebagai berikut ini:

1. Sebanyak 5 gram rumput laut dicuci bersih, dicacah, kemudian dimasukkan ke dalam gelas piala dan direndam dengan akuades selama 24 jam. Setelah itu, sampel dicuci lagi sampai bersih pada air yang mengalir.
2. Memasukkan kembali rumput laut ke dalam gelas piala yang berisi akuades dan ditambahkan larutan NaOH 1 %. pH sampel diatur pada rentang 8,5 – 9.
3. Untuk ekstraksi, sampel dipanaskan pada suhu 90 °C selama 3 jam, sampai rumput laut menjadi gel.
4. Selanjutnya, dilakukan presipitasi dengan 25 ml ethanol absolut untuk

mendapatkan endapan karaginan, kemudian sampel dikeringkan. Selanjutnya dilakukan perhitungan kandungan karaginan menggunakan rumus berikut:

$$\text{Kandungan Karaginan (\%)} = \frac{\text{Bobot kering rumput laut}}{\text{Bobot karaginan}} \times 100$$

HASIL

Ketersediaan Nitrogen dan Fosfor

Hasil pengukuran konsentrasi NH₃-N, NO₃-N, dan PO₄-P di lokasi sampling akan memberikan gambaran tentang ketersediaan nutrien di kedua perairan tersebut sebagaimana di tunjukkan oleh tabel 1 berikut.

Tabel 1. Hasil pengukuran kandungan nutrien terlarut

Parameter	Lokasi/Nilai						
	BONTANG			Rata-Rata	PPU		Rata-Rata
	Tihiktihik	Selangan	Melahing		Apiapi	Sungai Parit	
NH ₃ (µg/L)	90,0	60,0	60,0	70,0	10,0	10,0	10,0
NO ₃ (µg/L)	240,0	530,0	440,0	403,3	540,0	450,0	495,0
TN (µg/L)	330,0	590,0	500,0	473,3	550,0	460,0	505,0
PO ₄ (µg/L)	200,0	180,0	200,0	193,3	4,0	3,0	3,5



(A)



(B)

Gambar 1. Keragaan rumput laut yang dibudidayakan di Bontang (A) dan Di PPU (B) umur 35 hari

Berat basah rumput laut yang ditanam di Bontang bisa mencapai 3 kg sedangkan yang di PPU hanya mencapai 1,5 kg pada umur panen 35 hari. Perbedaan ini tentu cukup signifikan dari sisi bobot kering yang dihasilkan setelah penjemuran.

Status Kesuburan Perairan (*Tropical Index, TRIX*)

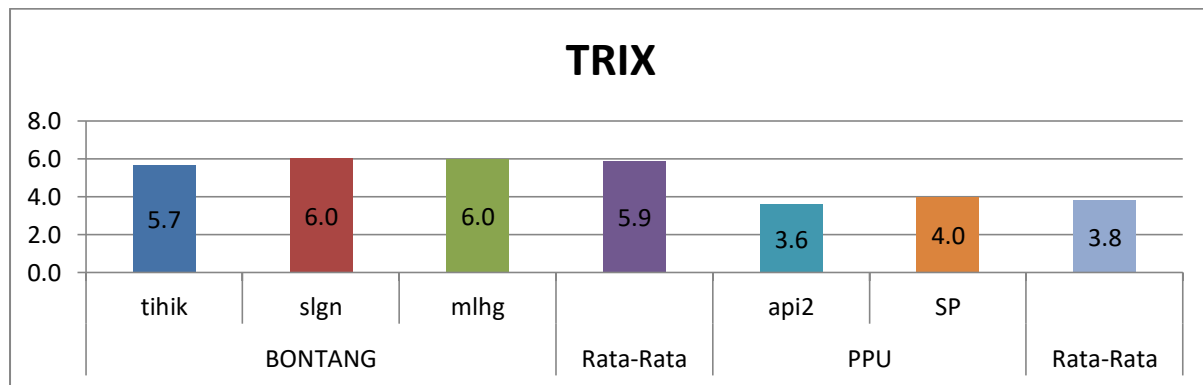
Berdasarkan atas data hasil pengukuran amonia, nitrat, fosfat, dan kualitas air lainnya seperti DO, suhu, dan salinitas maka dilakukan analisa status kesuburan perairan dengan metode Tropical Index (TRIX).

Berikut adalah hasil dari perhitungan untuk menentukan DO% saturasi dan estimasi kandungan klorofil-a yang

menjadi variabel untuk perhitungan indeks TRIX selain nitrogen dan fosfor.

Tabel 2. Hasil perhitungan DO% saturasi dan kandungan klorofil-a

Parameter	Lokasi/Nilai						
	BONTANG			Rata-Rata	PPU		Rata-Rata
	Tihiktihik	Selangan	Melahing		Apiapi	Sungai Parit	
DO (mg/L)	5,4	6,5	6,2	6,0	6,7	6,3	6,5
DO saturasi (mg/L)	6,8	7,4	7,7	7,3	8,1	8,0	8,1
DO% saturasi	79%	88%	81%	83%	83%	79%	81%
Clorophil-a (µg/L)	359,4	307,5	359,4	342,1	1,1	0,7	0,9



Gambar 2. Status tingkat kesuburan tiap lokasi sampling di perairan Bontang dan PPU



Lumut usus (*Enteromorpha intestinalis*)



Rumput laut yang terserang lumut usus (*Enteromorpha intestinalis*)



Jarum-jarum/lepa-lepa (*Chaetomorpha* sp)



Gambar 3. Lumut usus (*Enteromorpha intestinalis*) dan "Jarum-jarum/lepa-lepa" (nama lokal) (*Chaetomorpha* sp) yang ditemukan di sekitar budidaya rumput laut di perairan Bontang (Sumber : Erwiantono., dkk. 2008)

Hubungan Ketersediaan Nutrien dan Kandungan Karaginan Rumput Laut

Ketersediaan nutrien secara alami di perairan tentu membutuhkan strategi manajemen yang berbeda, apakah tujuan budidayanya untuk memproduksi biomassa atau formasi produknya seperti agar, karaginan dan alginat.

Hasil ekstraksi karaginan dari kedua sampel yang berasal dari dua perairan berbeda (Bontang dan PPU) menunjukkan bahwa kandungan karaginan rumput laut Bontang lebih rendah dari pada PPU sebagaimana ditampilkan oleh tabel berikut.

Tabel 3. Kandungan karaginan rumput laut dari perairan Bontang dan PPU

Asal	Umur Rumput Laut	Kadar Karagenan (%)
A. Bontang:		
Melahing	40 hari	48
Tihi-tihi	30 hari	42
Rata-rata		45
B. Penajam Paser Utara (PPU):		
Sungai Paret	40 hari	70
Api-api	30 hari	58
Rata-rata		64

PEMBAHASAN

Ketersediaan Nitrogen dan Fosfor

Rumput laut membutuhkan berbagai macam nutrien untuk pertumbuhannya. Nitrogen dan fosfor merupakan dua nutrien yang menjadi faktor pembatas dan umumnya secara alami banyak terdapat di perairan.

Harrison dan Hurd (2001) menyebutkan bahwa jika terjadi peningkatan N dan P di perairan maka karbon akan menjadi faktor pembatas. Oleh karena itu, kebutuhan nutrien bagi rumput laut dapat dibagi atas tiga kategori, yakni; makronutrien (N, P, dan C), mikronutrien (Fe, Zn, Mn, MO, dan lain-lain), dan vitamin (Vitamin B12, thiamin, dan biotin).

Dari Tabel 1 hasil pengukuran tersebut terlihat bahwa kandungan total nitrogen lebih tinggi di perairan PPU (rata-rata 505 µg/L) dari pada perairan Bontang (rata-rata 473,3 µg/L) sedangkan fosfor justru lebih tinggi di perairan Bontang (193,3 µg/L) dari pada di perairan PPU yang jauh lebih rendah yakni rata-rata 3,5 µg/L.

Keberadaan fosfor yang berlimpah di perairan Bontang dapat dicermati dari lokasi perairan di mana rumput laut dibudidayakan yang dekat dengan

kampung atas laut seperti Tihiktihik, Selangan, dan Melahing. Kondisi tersebut sangat memungkinkan sejumlah besar fosfor dari limbah domestik mengalir di perairan ini. Selain itu, di sepanjang pantai Bontang terdapat muara sungai-sungai kecil seperti sungai Bontang Kuala dan Rawa Indah yang sedikit banyak membawa limbah nutrien dari darat. Sebaliknya, di PPU tidak ada perkampungan atas air di sekitar budidaya rumput laut sehingga suplai fosfor jauh lebih rendah dibandingkan perairan Bontang.

Di sisi lain, berdasarkan pada keseimbangan rasio N:P sangat berbanding terbalik. Di mana rasio N:P di perairan Bontang rata-rata sebesar 2,5:1 sedangkan di perairan PPU rata-rata sebesar 145,4:1. Hal ini menunjukkan bahwa di perairan Bontang kekurangan nitrogen (nitrogen menjadi faktor pembatas) sedangkan di perairan PPU justru fosfor yang menjadi faktor pembatasnya.

Atkinson dan Smith (1983) menyebutkan bahwa secara atomik komposisi rasio N/P yang seimbang untuk pertumbuhan fitoplankton adalah 16:1 sedangkan tumbuh-tumbuhan dasar seperti halnya

rumput laut membutuhkan rasio N/P optimum 30:1 dengan rentang 10:1 sampai 80:1. Oleh karena itu, jika rasio N:P < 30:1 maka nitrogen menjadi faktor pembatasnya, dan jika rasio N:P > 30:1 maka fosfor yang menjadi faktor pembatas.

Ketersediaan N dan P yang sama-sama tinggi di perairan Bontang tentunya menguntungkan dalam segi pertumbuhan rumput laut, terutama ketersediaan fosfor yang melimpah mengakibatkan peningkatan penyerapan nitrogen oleh rumput laut sehingga memacu pertumbuhannya. Sementara itu, sumber fosfor yang terbatas di perairan PPU mengakibatkan rendahnya penyerapan unsur N dan berdampak pada pertumbuhan rumput lautnya yang lebih kecil dari pada rumput laut di perairan Bontang pada umur tanam yang sama.

Status Kesuburan Perairan (*Tropical Index, TRIX*)

Dari gambar 2 di atas menunjukkan nilai TRIX rata-rata untuk perairan Bontang adalah 5,9 sedangkan perairan PPU memiliki nilai TRIX rata-rata 3,8. Dari nilai indeks tersebut mengindikasikan perairan Bontang pada status kesuburan tinggi (*moderate quality, high trophic level*) atau dikenal dengan eutrofik sedangkan untuk perairan PPU berada pada status kesuburan rendah (*high quality, low trophic level*) atau oligotrofik. Berdasarkan pada status kesuburan perairan tersebut, maka walaupun perairan Bontang sangat mendukung pertumbuhan rumput laut yang dibudidayakan, tetapi juga cenderung lebih rentan terserang jenis-jenis epifit seperti lumut usus (*Enteromorpha intestinalis*) dan *Chaetomorpha* sp atau dalam bahasa lokal disebut *lepa-lepa* atau *jarum-jarum* yang umumnya muncul menjelang akhir musim gelombang besar (musim utara dan musim selatan) atau beberapa hari setelah terjadi hujan lebat. Pada keadaan tertentu ini, dasar perairan mengalami turbulensi sehingga nutrisi yang mengendap di dasar

naik ke kolom air dan memicu peningkatan produktivitas primer.

Sementara itu untuk perairan PPU, hasil pemeriksaan dan pengamatan di lapangan tidak menunjukkan gejala serangan epifit seperti halnya di Bontang. Kondisi ini semakin menguatkan bahwa status kesuburan yang rendah di perairan PPU tentu menekan pertumbuhan produktivitas primer yang rendah pula termasuk menekan pertumbuhan rumput laut yang dibudidayakan. Keadaan tersebut berkorelasi dengan ketersediaan N di perairan PPU yang tinggi, karena ketika unsur P terbatas, maka akan terjadi surplus N di perairan.

Setiap rumput laut tentu memiliki rasio N:P optimum dan untuk menentukan rasio optimum tersebut masih belum diketahui untuk setiap spesies. Namun demikian, penting diketahui bahwa menurut Fujita (1985) bahwa rumput laut tidak dapat menyimpan N untuk memacu laju pertumbuhan maksimal tanpa tersedia cukup fosfor di perairan.

Hubungan Ketersediaan Nutrien dan Kandungan Karaginan Rumput Laut

Dari Tabel 2 di atas terlihat jelas bahwa kandungan karaginan rumput laut dari Bontang rata-rata sebesar 45 % sedangkan yang dari PPU kandungan karaginyanya mencapai 64 %

Perbedaan kandungan karaginan rumput laut dari kedua lokasi tersebut terkait erat dengan ketersediaan nutrisi terutama fosfor yang juga berbeda. Unsur P yang berlimpah di Bontang menyebabkan rendahnya kandungan karaginan di dalam rumput lautnya sebaliknya kondisi perairan PPU yang memiliki konsentrasi P rendah justru memiliki kandungan karaginan yang lebih tinggi. Hal ini sejalan dengan pendapat para peneliti bahwa ketika konsentrasi N dan P di perairan terbatas, maka karbon dialokasikan menjadi material dinding sel yang sangat komersial seperti agar, karaginan, dan alginat (DeBoer, 1979; Kramer dan Chapman, 1991; Chopin et al., 1995).

Hasil penelitian ini selaras dengan hasil penelitian lain dari Chopin dan Wagey (1999) di mana kandungan karaginan tertinggi dicapai ketika kandungan P terendah di dalam jaringan rumput laut. Oleh karena itu, pada kondisi perairan yang miskin unsur P akan menguntungkan dari sisi peningkatan kandungan karaginan yang merupakan elemen paling komersial dari dari sebuah produk rumput laut.

KESIMPULAN

Perairan laut Bontang memiliki tingkat kesuburan yang lebih tinggi dalam mendukung pertumbuhan rumput laut di bandingkan dengan perairan PPU. Dari sisi ketersediaan nutrisi, nitrogen adalah unsur pembatas di perairan Bontang sedangkan di perairan laut PPU, fosfor adalah faktor pembatasnya. Kondisi ini berdampak pada Kandungan karaginan rumput laut di PPU lebih tinggi dari pada rumput laut yang dibudidayakan di Bontang.

Dalam upaya mempersiapkan industri rumput laut di masa depan, maka ketersediaan nutrisi dan strategi manajemen sistem produksinya harus diperhatikan, tidak hanya berdasarkan pada bobot kering (biomassa) yang selama ini menjadi targetnya, tetapi harus mulai mempertimbangkan produk kandungan karaginnanya karena memiliki nilai komersial yang jauh lebih tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

Atkinson, M.J. and S.V. Smith. 1983. C:N:P ratios of benthic marine seaweeds. *Limnology and Oceanography* 28, 568-574.

Aslan, LM. 1998. *Budidaya Rumput Laut*. Kanisius. Yogyakarta.

[BPS] Badan Pusat Statistik. 2014. Kalimantan Timur Dalam Angka.

Chopin T., Gallat T. And Davison I. 1995. Phosphorus and nitrogen nutrition in *Chondrus crispus* (Rhodophyta): effects on total phosphorus and nitrogen content, carrageenan production, and photosynthetic

pigment and metabolism. *Journal of Phycology*, 31: 283-293.

Chopin T., Wagey B.T. 1999. Functional study of the effects of phosphorus and nitrogen enrichment on nutrient and carrageenan content in *Chondrus crispus* (Rhodophyceae) and on residual nutrient concentration in seawater. *Botanica Marina*, 42:23-31

DeBoer, J.A. 1979. Effect of nitrogen enrichment on growth rate and phycocolloid content in *Gracilaria foliifera* and *Neogardhiella baileyae* Florideophyceae. *Proceeding of International Seaweed Symposium*, 9: 263-271.

[DJPB] Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya. 2016.

<http://www.djpb.kkp.go.id/index.php/arsip/c/345/BUDIDAYA-RUMPUT-LAUT-TINGKATKAN-KESEJAHTERAAN-MENUJU-KEMANDIRIAN/>

Essa, A.M., 2012. The use of diatom indices for the assessment of Shatt Al-Arab River water quality. *Journal Basra Res. Sci.*, 381: 114-124.

Erwiantono, M. Syafril, E. Purnamasari, Q. Saleha. 2008. *Pembangunan Desa Pesisir Melalui Perencanaan Partisipatif dan Pengembangan Kluster Ekonomi Lokal Di Melahing, Bontang*. Laporan Penelitian Hibah Bersaing. Dirjen Pendidikan Tinggi, Kementerian Pendidikan Nasional.

Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumberdaya dan Lingkungan Perairan*. Kanisius. Yogyakarta.

Erwiantono, M., Syafril, E. Purnamasari, Q. Saleha. 2008 *Pembangunan Desa Pesisir Melalui Perencanaan Partisipatif Dan Pengembangan Kluster Ekonomi Lokal di Melahing, Bontang*. *Laporan Penelitian Hibah Bersaing*.

FAO, 2003. A guide to seaweed industri. FAO Fisheries and Technical Paper

441. Food and Agricultural Organization of United Nation. Rome.
- Fujita, R.M., 1985. The role of nitrogen status in regulating transient ammonium uptake and nitrogen storage by macroalgae. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 99:161-166.
- Harrison, P.J dan C.L. Hurd. 2001. Nutrient physiology of seaweeds: Application of concept to aquaculture. *Cah. Biol. Mar.* 42:71-82.
- Jones, J. R., and R. W. Bachmann. 1976. Prediction of phosphorous and chlorophyll levels in lakes. *Journal of the Water Pollution Control Federation* 48:2176-2182.
- Kramemer G.P. and Chapman D.J. 1991. Biomechanics and alginic acid composition during hydrodynamic adaptation by *Egregia menziesii* (Phaeophyta) juveniles. *Journal of Phycology*, 27:47-53
- Nawrocka, L and J. Kobos. 2011. The trophic state of the Vistula Lagoon: an assessment based on selected biotic and abiotic parameters according to the Water Framework Directive. *Oceanologia* 53 (3) : 884-894.
- Stednick, J.D and Hall, E.B. 2007. Applicability Of Trophic Status Indicators to Colorado Plains Reservoirs. Completion Report No. 195. Colorado Water Resources Research Institute. Colorado State University.
- Sinex, SA. 2007. Dissolved Oxygen. http://academic.pgcc.edu/~ssinex/excelets/dissolved_oxygen.xls. www.suara.com/bisnis. Menteri Susi: 50 % Rumput Laut Dunia dari Indonesia. Laban Laisila dan Dian Kusumo Hapsari. Dikunjungi Februari 2015.