

Analisis Parameter Oseanografi di Lokasi Pengembangan *Eucheuma spinosum* Pulau Nain Kabupaten Minahasa Utara

Cakrawira Gundo¹, Soemarno^{1*}, Diana Arfiati²,
Nuddin Harahap³ dan Tinny D. Kaunang⁴

¹Dinas Pertanian Kabupaten Minahasa Utara Provinsi Sulawesi Utara
JL. Arnol Mononutu Airmadidi Kabupaten Minahasa Utara
HP. 082189767553, E-mail cakrawira.gundo@gmail.com

¹ Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya

^{2,3} Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya JL. Veteran, Malang 65145

⁴ Jurusan Biologi, FMIPA, Universitas Negeri Manado

Abstrak

Pulau Nain yang akan dijadikan sebagai sentra pengembangan budidaya rumput laut di Minahasa Utara sangat dipengaruhi oleh parameter oseanografi. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui kelayakan perairan Pulau Nain untuk pengembangan budidaya *Eucheuma spinosum*, dikaji dari parameter oseanografinya. Parameter suhu, salinitas, kecerahan, pH, DO, Nitrat dan Phospat diukur secara langsung di lima stasiun pengamatan, kecepatan arus diambil dari data BMKG. Data selanjutnya dianalisis secara deskriptif. Hasil analisis menunjukkan bahwa perairan Pulau Nain mempunyai kisaran suhu 28-31°C, salinitas 35-37ppt, kecepatan arus 12,53-25,34 cm/detik, kecerahan mencapai dasar laut, pH 7,3-7,4, DO 4,5-9,8 ppm, Nitrat 0,004-0,02 ppm, Phospat 0,001-0,0096 ppm dan ADG lebih dari 3%, sehingga layak sebagai sentra pengembangan budidaya *E. spinosum*.

Kata kunci: Parameter oseanografi, *E. spinosum*, budidaya

Abstract

Nain Island was about to become cultivation development centre of seagrass at Northern Minahasa is highly affected by oceanographic parameters. The objective of this study is to found out the appropriateness of Nain Island water in development of *Eucheuma spinosum* cultivation area, viewed from its oceanographic parameters. Temperature, salinity, brightness, pH, DO, nitrate and phosphate parameters was measured directly from five observation station, current velocity was taken from BMKG data. Data were analyzed descriptively. Result of the analysis showed that Nain Island water has temperature range from 29-31 °C, salinity of 35-37 ppt, current velocity 10,47-29,6 cm/seconds, brightness reaching bottom of the sea, pH 7,3-7,5, DO 4,4-10 ppm, nitrate 0-0,02 ppm, phosphate 0-0,02 ppm and ADG more than 3%. Therefore, Nain Island waters is claimed to be appropriate for cultivation of *E. spinosum*.

Key words: Oceanographic parameters, *E. Spinosum*, aquaculture

Pendahuluan

Potensi pengembangan rumput laut di Sulawesi Utara cukup besar, khususnya di Pulau Nain mengingat perairan yang sesuai untuk budidaya mencapai sekitar 2.287 Ha yang didominasi perairan landai dan dangkal dengan kemiringan 10-40°. Berdasarkan data Dinas Perikanan dan Kelautan Kabupaten Minahasa Utara (2010), diketahui bahwa luas perairan Pulau Nain yang telah dimanfaatkan untuk budidaya *E. spinosum* sebesar 1.733,45 Ha. Kebutuhan rumput laut terus menunjukkan peningkatan, akibat perkembangan jumlah penduduk dan diversifikasi produk olahan

rumpun laut. Pertambahan penduduk tersebut merupakan peluang potensial bagi produk olahan rumput laut sebagai bahan pangan, farmasi dan bahan baku industri.

Budidaya *E. spinosum* bertujuan untuk diambil karaginanannya, dan biasa hidup di daerah pasang surut dan laut dangkal yang mempunyai kedalaman laut 0,5-10 meter. *E. spinosum* memerlukan sinar matahari untuk melakukan fotosintesis, pH untuk pertumbuhan 6-9 (pH optimal 7,5-8,0) dan salinitas 28-34 ppt. *E. spinosum* tumbuh baik pada kisaran suhu 27-30°C, sehingga kandungan

karaginnanya menjadi tinggi (Prajapati, 2007; Parenrengi *et al.*, 2007).

Parameter fisika dan kimia oseanografi selain dapat mempengaruhi pertumbuhan *E. spinosum*. Jika pertumbuhan *E. spinosum* tinggi maka kandungan karaginan juga semakin tinggi (Khan dan Satam, 2003; Munoz *et al.*, 2004). *E. spinosum* yang mengalami stress akan mudah terinfeksi patogen, sebab alga laut yang stress akan melepaskan substansi organik sehingga menyebabkan *thallus* berlendir dan terjadi perubahan pada sitologinya (Yulianto, 1993; Musa dan Wei, 2008). Oleh karena itu, untuk mengetahui kelayakan perairan Pulau Nain untuk pengembangan budidaya *E. spinosum*, dikaji dari parameter oseanografinya.

Materi dan Metode

Penelitian dilaksanakan pada bulan September 2011, di perairan laut Pulau Nain Kecamatan Wori Kabupaten Minahasa Utara. Data yang diambil untuk mengetahui parameter fisika yang meliputi suhu diukur menggunakan *thermometer*; salinitas menggunakan refraktometer; arus menggunakan *current meter*; kecerahan menggunakan *secchi disc*; kedalaman menggunakan *role meter* dan substrat dasar perairan diamati secara visual. Parameter kimia yang meliputi oksigen terlarut diukur menggunakan DO meter, pH menggunakan pH meter, nitrat dan phospat diukur menggunakan spektrofotometer. Pengamatan parameter fisika dan kimia oseanografi dilakukan selama 5 hari, pada 5 stasiun pengamatan, yang ditentukan menggunakan teknik Sistem random

sampling, dengan jarak antara stasiun pengamatan menyesuaikan lokasi (Clark dan Hosking, 1986; Morain, 1999). Setiap lokasi pengamatan di pilih berdasarkan keterwakilannya dari segi ekosistem maupun pemanfaatan lingkungan perairan tersebut (Gambar 1). Alat yang digunakan sebagai penanda di lapangan adalah *Global Positioning System*.

Pengambilan sampel air pada lapisan permukaan menggunakan alat *vandorn water sampler* yang dilakukan mulai pukul 09.00-10.00 WITA dan 15.00-16.00 WITA. Pengamatan dilakukan setiap hari selama 5 hari, data hasil pengamatan parameter oseanografi dianalisis secara deskriptif dan ditampilkan dalam bentuk tabel dan gambar. *E. spinosum* yang diukur rata-rata pertumbuhan hariannya (ADG) merupakan hasil budidaya menggunakan metode *long line* dengan panjang tali ris 50 meter. Budidaya *E. spinosum* telah dilakukan dalam rentang waktu 45 hari yang dimulai pada bulan Agustus sampai September 2011. Sampel *E. spinosum* diambil dari masing-masing stasiun pengamatan selanjutnya ditimbang untuk mengetahui laju pertumbuhannya yang dihitung menggunakan rumus;

$$ADG = \left\{ \sqrt{\frac{wt}{wo}} \right\} - 1 \times 100\%$$

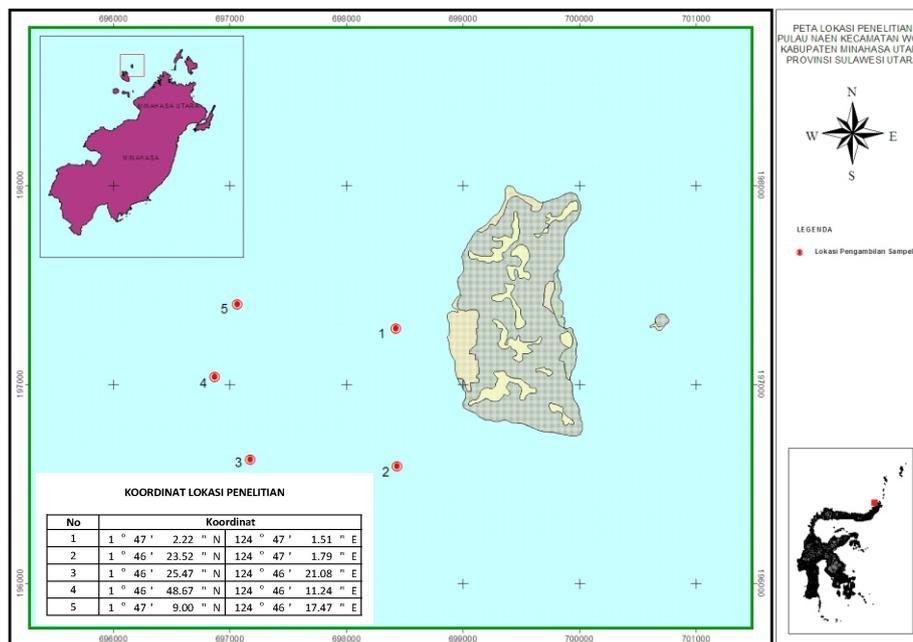
keterangan: ADG = rata-rata pertumbuhan harian (%)

wo = berat awal (mg)

wt = berat akhir (mg)

t = waktu pemeliharaan (hari)

(Amin *et al.*, 2008)



Gambar 1. Posisi stasiun pengamatan

Hasil dan Pembahasan

E. spinosum membutuhkan tempat hidup (habitat) yang mempunyai persyaratan lingkungan perairan laut tertentu, untuk mendukung kelangsungan hidup dan pertumbuhannya. Perairan laut yang baik adalah berada pada kisaran hidup dan tumbuh yang dikehendaki rumput laut, sehingga apabila pertumbuhannya tinggi maka kandungan karaglinannya juga akan meningkat (Munoz et al., 2007).

Suhu

Suhu yang optimal meningkatkan proses penyerapan nutrisi sehingga mempercepat pertumbuhan rumput laut karena akan memberikan kelancaran dan kemudahan dalam metabolisme (Effendi, 2003). Berdasarkan hasil pengamatan selama 5 hari di stasiun A sampai E, rata-rata suhu di perairan laut pulau Nain berkisar antara 28–31°C, dengan rata-rata 30°C.

Hasil pengukuran suhu menunjukkan tren peningkatan suhu mulai hari pertama sampai hari kelima (29-30,6°C). Suhu perairan relatif stabil, dengan peningkatan yang tidak terlalu drastis antara pagi (09.00-10.00 WITA) dan sore (15.00-16.00 WITA). Kondisi tersebut terjadi karena stasiun pengamatan berada lokasi perairan laut yang memiliki kesamaan, terutama dalam hal paparan terhadap sinar matahari sebagai dampak kecerahan yang sangat tinggi (mencapai dasar laut). Kisaran suhu hasil pengukuran (28-31°C) sesuai dengan yang dibutuhkan oleh *E. spinosum* agar dapat tumbuh dengan baik. Oleh karena itu melalui evaluasi suhu perairan menunjukkan bahwa, pulau Nain layak untuk budidaya *E. spinosum* karena mempunyai fluktuasi suhu kurang dari 3°C (Munoz et al., 2004).

Salinitas

Setiap organisme laut memiliki kisaran toleransi yang berbeda-beda terhadap salinitas termasuk *E. spinosum*, sehingga salinitas merupakan salah satu faktor penting yang berpengaruh terhadap kelangsungan hidup dan pertumbuhan organisme. Hasil pengukuran salinitas selama 5 hari di perairan laut pulau Nain diperoleh kisaran salinitas antara 35–37 ppt dengan rata-rata 36 ppt.

Salinitas di perairan laut pulau Nain menunjukkan kisaran yang relatif tinggi yaitu antara 35-37 ppt, diduga karena saat penelitian dilaksanakan masih termasuk musim kemarau yang secara umum mempunyai intensitas curah hujan relatif rendah. Selain itu, pulau Nain termasuk dari gugusan pulau-pulau kecil di Kabupaten Minahasa Utara yang berbatasan langsung dengan laut bebas, sehingga

pengaruh kegiatan di daratan sangat sedikit. Menurut Effendi (2003) disebutkan bahwa nilai salinitas perairan laut berkisar antara 30-40ppt.

Kisaran salinitas di perairan laut pulau Nain relatif melebihi kisaran yang dibutuhkan untuk pertumbuhan *E. spinosum* (rata-rata 36 ppt). Menurut DKP (2006) budidaya *E. spinosum* dapat tumbuh dengan baik pada perairan laut dengan salinitas antara 28–35 ppt, serta salinitas optimum adalah 33 ppt (Mubarak et al., 1990). Tingginya salinitas perairan laut pulau Nain diduga dipengaruhi oleh terjadinya pergeseran musim, dimana pada saat penelitian dilaksanakan sedang terjadi kemarau panjang dan peningkatan suhu yang sangat tinggi. Penelitian yang dilakukan Gerung (2007) saat belum terjadi pergeseran musim atau kemarau panjang, menunjukkan curah hujan relatif tinggi yaitu 16-23 mm/bulan. Hal tersebut membuktikan bahwa apabila periode pergantian musim berjalan normal, maka kisaran salinitas perairan laut pulau Nain layak digunakan untuk budidaya *E. spinosum*.

Arus

Arus laut memiliki pengaruh yang besar terhadap aerasi, transportasi nutrisi dan pengadukan air, sehingga berpengaruh terhadap kecepatan tumbuh *E. spinosum*. Arus yang terlalu kuat juga dapat menyebabkan *thallus* rumput laut patah, sehingga lokasi budidaya *E. spinosum* harus terlindung dari arus dan hampasan ombak yang terlalu kuat (lebih 50 cm/detik (Richohermoso et al., 2006). Data yang diperoleh dari BMKG propinsi Sulawesi Utara menunjukkan bahwa, selama penelitian kecepatan arus perairan laut pulau Nain berkisar 12,53 -25,34 cm/detik.

Perairan laut pulau Nain mempunyai sirkulasi air yang relatif baik, karena berada di antara gugusan pulau-pulau kecil. Arus dari laut bebas mengalir di antara pulau membawa nutrisi dengan kecepatan yang tidak terlalu tinggi (12,53-25,34 cm/detik). Menurut DKP (2006) kecepatan arus laut yang ideal untuk kegiatan budidaya *E. spinosum* yaitu antara 20 cm/detik sampai 40 cm/detik. Oleh karena itu, berdasarkan analisis kecepatan arusnya maka perairan laut pulau Nain layak digunakan untuk budidaya *E. spinosum*.

Kedalaman

Fluktuasi rata-rata kedalaman perairan laut pada 5 hari pengamatan relatif sama. Rata-rata kedalaman masing-masing stasiun merupakan hasil pengukuran saat pagi dan sore selama 5 hari sehingga fluktuatif karena dipengaruhi oleh siklus pasang surut. Menurut Khan dan Satam (2003) ketika air di lokasi budidaya surut terendah maka agar rumput laut masih

dapat tumbuh dengan baik kedalaman minimal adalah 30 cm sampai 60 cm, sehingga penyerapan nutrisi masih dapat berlangsung dan rumput laut tidak rusak akibat terpapar cahaya matahari secara langsung. Kondisi tersebut dapat mencegah rumput laut mengalami kekeringan dan mengoptimalkan perolehan sinar matahari Untuk fotosintesis.

Perlu juga di perhatikan pola pasang surut terutama saat surut terendah, karena rambatan pasang surut yang bergelombang panjang dari laut menyebabkan gerakan mengalir suatu massa air. Pasang surut mendukung sirkulasi air dan distribusi unsur hara yang dibutuhkan oleh rumput laut untuk hidup dan tumbuh maksimal, serta mencegah pendedapan kotoran (Munoz *et al.*, 2004). Perairan laut pulau Nain memiliki fluktuasi pasang surut berkisar 50 cm sampai 100 cm, kedalaman saat surut terendah adalah 1 meter. Oleh karena itu berdasarkan kedalamannya, perairan laut pulau Nain layak untuk budidaya *E. spinosum*.

Kecerahan

Kecerahan perairan laut terkait erat dengan sejauh mana penetrasi cahaya matahari dapat masuk ke perairan yang dibutuhkan untuk proses fotosintesis. Hasil pengukuran kecerahan perairan laut pada masing-masing stasiun pengamatan di ketahui bahwa, cahaya matahari dapat menembus hingga ke dasar perairan bahkan hingga kedalaman lebih 8 meter.

Hasil penelitian di atas, menunjukkan bahwa kondisi kecerahan di perairan laut pulau Nain sangat baik untuk pertumbuhan rumput laut, diduga karena kondisi perairan yang belum tercemar dan terumbu karang yang masih bagus. Menurut Khan & Satam (2003) kecerahan perairan yang baik untuk budidaya rumput laut adalah lebih 1 meter. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kondisi kecerahan di perairan laut Pulau Nain sangat baik untuk pertumbuhan rumput laut.

Subtrat

Menurut Khan dan Satam (2003), substrat dasar perairan harus stabil dan terdiri atas campuran karang mati atau campuran karang kasar. Kondisi dasar perairan yang demikian merupakan petunjuk adanya sirkulasi air yang baik. Lokasi penelitian atau perairan laut pulau Nain dengan substrat pecahan karang dan pasir putih sangat baik untuk pertumbuhan rumput laut.

Subtrat pecahan karang bermanfaat mengurangi resiko limbah yang ada di dasar perairan karena kecepatan arus relatif tinggi. Tipe substrat dasar berupa pasir kasar dan pecahan karang merupakan indikator kecepatan arus laut yang relatif tinggi, sedangkan dasar perairan berlumpur umumnya

mempunyai kecepatan arus laut rendah (Bulboa & Paula, 2005). Hasil pengamatan selama penelitian dapat di ketahui bahwa berdasarkan tipe substrat dasar perairan, pulau Nain merupakan lokasi yang tepat untuk budidaya *E. spinosum*.

pH

Hasil pengukuran pH perairan diketahui bahwa, secara umum pH berada pada kisaran 7,3 sampai 7,4. Kisaran pH perairan laut yang masih alami, menurut Effendi (2003) berada pada kisaran sekitar 7,4 sampai 8,5. Apabila nilai pH kurang atau melebihi kisaran tersebut mengindikasikan bahwa diperairan terjadi pencemaran atau akibat tingginya aktifitas biologis. Hasil pengamatan terhadap kondisi perairan laut di lokasi penelitian menunjukkan bahwa tidak terdapat pencemaran, sebab terumbu karang dan lamun dapat tumbuh dengan baik didukung dengan tingkat kecerahan yang tinggi hingga ke dasar laut (lebih 8 meter). Hasil pengukuran pH tersebut juga mengindikasikan bahwa perairan laut pulau Nain subur.

pH perairan laut pulau Nain menunjukkan bahwa perairan tersebut relatif stabil dengan kisaran yang relatif kecil (7,3-7,4). Menurut Hinga (2002) sebagian besar lingkungan pesisir mengalami fluktuasi 1 unit nilai pH dari 7,5 sampai 8,5, bisa juga terjadi perubahan pH lebih besar dari 9 atau kurang dari 7. Hasil pengamatan diketahui bahwa berdasarkan kisaran pH perairan, pulau Nain merupakan lokasi yang layak digunakan untuk budidaya *E. spinosum*.

DO

Oksigen terlarut (DO) di perairan laut sangat penting dalam proses respirasi, sehingga berpengaruh terhadap kehidupan dan pertumbuhan rumput laut. Hasil pengukuran DO menunjukkan kisaran yang memenuhi syarat untuk hidup dan tumbuh *E. spinosum* yaitu 4,5 ppm sampai 9,8 ppm. Menurut Gerung (2007) arus yang mengalir di antara gugusan pulau-pulau kecil dan luasnya padang lamun berperan penting terhadap relatif tingginya konsentrasi DO di perairan laut pulau Nain.

Konsentrasi DO secara umum menunjukkan peningkatan yang signifikan pada saat sore hari, membuktikan bahwa aktifitas fotosintesis yang terjadi di padang lamun berperan besar menyumbangkan oksigen yang terlarut diperairan. Menurut Boyd (1990), konsentrasi oksigen terlarut di perairan laut yang layak bagi usaha budidaya perikanan harus tidak kurang dari 3 ppm. Oleh karena itu berdasarkan hasil pengukuran konsentrasi DO, maka perairan laut pulau Nain dinilai sangat layak untuk pengembangan usaha budidaya *E. spinosum*.

Nitrat

Salah satu unsur hara yang penting dan dibutuhkan untuk pertumbuhan alga adalah nitrat. Hasil analisis konsentrasi nitrat berada pada kisaran 0,004-0,02 ppm. Tingginya konsentrasi nitrat banyak di pengaruhi oleh kegiatan di daratan yang menghasilkan sampah organik dan rumah tangga. Arus dari pinggir Desa Nain membawa zat organik terurai sehingga mempengaruhi tingkat kesuburan. Hodgkiss dan Lu (2004), secara alami nitrogen yang masuk ke perairan pesisir di bawa oleh aliran permukaan sungai, sebagai hasil fiksasi nitrogen, presipitation, dan upwelling. Tingkat kesuburan perairan Pulau Nain masih belum dikategorikan sebagai perairan eutrofik, sehingga tidak berpotensi terjadi blooming algae. Hasil pengukuran di setiap stasiun selama penelitian relatif sama, berada pada kelompok *oligotrofik* dan cukup baik untuk budidaya *E. spinosum*.

Phospat

Phospat merupakan salah satu parameter penting yang dibutuhkan untuk pertumbuhan *E. spinosum*, dan umumnya berbentuk ortophospat. Pada penelitian di kelima stasiun pengamatan menunjukkan bahwa kandungan ortophospat sedikit memiliki perbedaan, namun memiliki pola relatif searah. Rata-rata Konsentrasi phospat di perairan laut Pulau Nain selama 5 hari pengamatan mempunyai rata-rata < 0.01 ppm. Kisaran nilai phospat yang diperoleh di seluruh stasiun jika dibandingkan dengan KEPMENLH nomor 51 tahun 2004 tentang baku mutu air laut bagi biota belum melebihi batas nilai yang ditentukan yaitu 0,013 ppm.

Perairan dengan kandungan ortophospat diatas 0,110 ppm adalah tergolong perairan dengan kriteria subur (Syaputra, 2005). Berdasarkan kadar ortophospat, perairan diklasifikasikan menjadi tiga, yaitu : perairan *oligotrofik* yang memiliki kadar ortophospat 0,003-0,01 ppm, perairan *mesotrofik* yang memiliki kadar ortophospat 0,011-0,03 ppm dan perairan *eutrofik* yang memiliki kadar ortophospat 0,031-0,1 ppm (Effendi, 2003). Hal tersebut menunjukkan bahwa konsentrasi ortophospat berada

dalam kisaran yang cukup baik untuk pertumbuhan *E. spinosum*.

Pertumbuhan *E. spinosum*

Laju pertumbuhan (ADG) *E. spinosum* diketahui dengan melakukan pengukuran berat sampel rumput laut saat bibit dan saat usia budidaya 45 hari dari 5 stasiun pengamatan (Tabel 1). Diketahui laju pertumbuhan rumput laut di kelima stasiun pengamatan relatif tinggi (lebih 3%). Nilai 3% merupakan standar minimal pertumbuhan rumput laut yang berkualitas baik (Munoz et al., 2004). Pertumbuhan rumput laut yang relatif tinggi diduga karena pengaruh ruang sela antar bentangan tali ris yang relatif lebar yaitu 1-3 meter, sehingga kecepatan arus cukup untuk mendistribusikan nutrien dengan baik dan bisa diserap oleh *thallus*.

Arus yang cukup juga dapat mengikis partikel-partikel tersuspensi/lumpur yang menempel dan menyebabkan tertutupnya *thallus*, sehingga sinar matahari dapat langsung mengenai rumput laut untuk proses fotosintesis dan pertumbuhan (Amin et al., 2008). Rata-rata pertumbuhan harian *E. spinosum* yang berada pada kisaran 3,36-4,27%, menunjukkan bahwa peningkatan pertumbuhan *E. spinosum* di 5 stasiun relatif baik. Didukung dengan kisaran parameter oseanografi yang sesuai dengan syarat hidup dan tumbuh *E. spinosum* yaitu; suhu (28-31°C), salinitas (35-37ppt), kecepatan arus (12,53-25,34cm/detik), kecerahan hingga mencapai dasar laut (8 meter), pH (7,3-7,4), DO (4,5-9,8ppm), Nitrat (0,004-0,02ppm) dan Phospat (0,001-0,0096ppm) membuktikan bahwa perairan laut Pulau Nain layak untuk dijadikan sebagai lokasi pengembangan budidaya rumput laut.

Kesimpulan

Perairan Pulau Nain mempunyai kisaran suhu 28-31°C, salinitas 35-37ppt, kecepatan arus 12,53-25,34 cm/detik, kecerahan mencapai dasar laut, pH 7,3-7,4, DO 4,5-9,8 ppm, Nitrat 0,004-0,02 ppm, Phospat 0,001-0,0096 ppm dan laju pertumbuhan lebih dari 3%, sehingga layak sebagai sentra pengembangan budidaya *E. spinosum*.

Tabel 1. Pertambahan berat dan laju pertumbuhan *E. spinosum* yang dibudidaya selama 45 hari

Stasiun	Berat Bibit (gr)	Berat Panen (gr)	ADG (%)
A	112,43	400,66	3,37
B	116,11	514,70	3,36
C	110,61	595,82	3,81
D	100,10	616,66	4,12
E	100,16	657,14	4,27

Ucapan Terima Kasih

Tulisan ini merupakan bagian dari hasil penelitian disertasi di Program Pasca Sarjana Lingkungan Pesisir & Lautan, Prodi. Ilmu Pertanian Fak. Pertanian Univ. Brawijaya. Penulis mengucapkan terima kasih kepada para Reviewer serta semua pihak yang telah membantu pelaksanaan penelitian dan terwujudnya tulisan ini.

Daftar Pustaka

- Amin, M., T.P. Rumayar, N.F. Femmi, D. Keemur, & I.K. Suwitra. 2008. The Assessment Of Seaweed (*Eucheuma cottonii*) Growing Practice Of Different Systems And Planting Seasons In Bangkep Regency Central Sulawesi. *Indonesian J. Agriculture*, 1(2): 132-139.
- Bulboa, C.R. & E.J. Paula. 2005. Introduction of Non-Native Species of *Kappaphycus* (Rhodophyta, Gigartinales) in Subtropical Waters: Comparative Analysis of Growth rates of *Kappaphycus alvarezii* and *Kappaphycus striatum* in vitro and in The Sea in South-Eastern Brazil. *Phycological Res*, 53: 183-188.
- Byod, C.E. 1990. Water Quality Management in Pond for Aquaculture. Birmingham Publishing Company. Birmingham. Albama.
- Clark, W.A.V. & P.L. Hosking. 1986. *Statistical Methods for Geographers*. John Wiley & Sons, Inc.
- Clarke, R. & M. Beveridge. 1989. Off shore fish farming. *Infish International*, 3 (89): 12 – 15.
- Dinas Perikanan & Kelautan. 2010. Potensi Kelautan dan Perikanan di Kabupaten Minahasa Utara. Pemda. Kab. Minahasa Utara.
- Dit. Perikanan Budidaya - DKP]. 2006. Profil Rumput Laut di Indonesia. Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya-Departemen Perikanan dan Kelautan. Pusat Riset dan Pengembangan Eksplorasi Laut dan Perikanan. 280 hal.
- Effendi, H., 2003. Telaah Kualitas Air. Bagi Pengelolaan Sumber daya dan Lingkungan Perairan. Kanisius. Yogyakarta. 258 hal.
- Gerung, G. S. 2007. Study on The Environment and Trials Cultivation of *Kappaphycus* and *Eucheuma* in Nain Island, Indonesia. Faculty of Fisheries and Marine Science. Sam Ratulangi University, Manado. 54 pp.
- Hinga, K.R. 2002. effect of pH on Coastal Marine Phytoplankton. *Mar. Eco. Prog. Ser.* 238: 281 – 300
- Hodgkiss, I.J. & S. Lu. 2004. The effects of nutrients and their ratio on phytoplankton abundance in Jun Bay, Hongkong. *Hydrobiologia*, 512 : 215 – 229.
- Khan, S.I., & S.B. Satam. 2003. Seaweed Mariculture. Scope and Potential in India. *Aquaculture Asia*, 8(4): 26-29
- Mubarak, H., S. Ilyas, W. Ismail, I.S. Wahyuni, S.H. Hartati, E. Pratiwi, Z. Jangkaru, & R. Arifuddin. 1990. Petunjuk Teknis Budidaya Rumput Laut. Badan Litbang Pertanian, Puslitbang Perikanan, IDRC, Infish.
- Morain S. 1999. GIS Solution in Natural Resources Management: Balancing the Technical-Political Equation. On Word Press. USA.
- Munoz, J., Pelegrin, Y.F., & Robledo, D., 2004. Mariculture of *Kappaphycus alvarezii* (Rhodophyta, Solieriaceae) Color Strains in Tropical Waters of Yucatan, Mexico. *Aquaculture*, 239: 161-177
- Musa, N. & Wei, LS. 2008. Bacteria Attached on Cultured Seaweed *Gracilaria changii* at Mangabang Telipot, Terengganu. *Academic J. Plant Sciences*, 1(1): 01-04
- Parenrengi, A., Suryati, E., & Syah, R., 2007. Penyediaan Benih dalam Menunjang Kebun Bibit dan Budidaya Rumput Laut *Kappaphycus alvarezii*. Makalah Simposium Nasional Riset Kelautan dan Perikanan. Badan Riset Kelautan dan Perikanan. Departemen Kelautan dan Perikanan. Jakarta. 12 hal.
- Prajapati, S., 2007. Carrageenan: A Naturally Occurring Routinely Used Excipient. Source: H. Porse, CP Kelco. ApS, 2002, pers.comm
- Ricohermoso, M.A., Bueno, P.B., & Sulit, V.T., 2007. Maximizing Opportunities in Seaweeds Farming. MCPI/NACA/SEAFDEC. 8 pp.
- Syaputra, Y. 2005. Pertumbuhan dan Kandungan Karaginan Budidaya Rumput Laut *Eucheuma cottonii* pada Kondisi Lingkungan yang Berbeda dan Perlakuan Jarak Tanam di Teluk Lhok. Seudu. Tesis. Bogor: Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor. 91 hal.
- Yulianto, K., 1993. Studi in vitro Pengaruh Diterjen terhadap Morfologi dan Sitologi Alga Laut (*Gracillaria lichenoides*). *J. Perairan Maluku dan Sekitarnya* : 97-103.