

PENGARUH NUTRIENT N DAN P TERHADAP PERTUMBUHAN RUMPUT LAUT PADA BUDIDAYA SISTEM TERTUTUP

Effect of Nutrient N And P on Seaweed Growth in Closed System Cultivation

Fadli zainuddin^{1*)} Therresse Nofianti²⁾

¹⁾Fakultas Ilmu Perikanan Dan Kelautan Universitas Brawijaya, Jl. Veteran No.16, Ketawanggede, Kec. Lowokwaru, Kota Malang, Jawa Timur 65145

²⁾Fakultas Pertanian Universitas Papua, Amban, Kec. Manokwari Bar., Kabupaten Manokwari, Papua Bar. 98312

^{*)}Korespondensi email : temmicki@yahoo.com

(Received 10 Maret 2022; Accepted 31 Maret 2022)

ABSTRAK

Rumput laut merupakan salah satu sumber daya alam hayati yang melimpah di perairan Indonesia, memiliki keanekaragaman yang paling besar dibandingkan dengan negara lain. Budidaya rumput laut terus meningkat dan digemari oleh masyarakat sebagai mata pencaharian utama karena teknologi budidaya yang digunakan sederhana dan mudah diadopsi oleh masyarakat. Tujuan dari literature review ini adalah memberikan informasi dan mengkaji tentang pengaruh nutrient N dan P dalam media pemeliharaan terhadap laju pertumbuhan rumput laut berdasarkan konsentarsi/jumlah nutrient karena adanya penambahan dari luar media. Metode yang digunakan dalam penulisan artikel ini adalah dengan menganalisis berbagai kajian ilmiah yang berkaitan dengan konteks pemberian atau pengayaan unsur hara N dan P pada media pemeliharaan rumput laut kemudian disintesis. Hasil sintesis menunjukkan bahwa unsur hara N dan P berperan penting dalam pertumbuhan rumput laut dan perbandingan N dan P yang dimasukkan ke dalam media pemeliharaan harus tepat agar rumput laut dapat tumbuh dengan baik.

Kata Kunci : Nutrien, N dan P, Pertumbuhan, Rumput Laut.

ABSTRACT

Seaweed is one of the abundant biologic natural resources in Indonesian waters, has a very large diversity compared to other countries. Seaweed cultivation continues to increase and is favored by the community as the main livelihood because the cultivation technology used is simple and easily adopted by the community. The method used in writing this article is to analyze various scientific studies related to the context of providing or enrichment of N and P nutrients in seaweed rearing media and then synthesizing them. The results of the synthesis showed that the nutrients N and P play an important role in the growth of seaweed and the ratio of N and P that is inserted into the rearing media must be right so that the seaweed can grow well.

Keywords: Nutrients, N and P, Growth, Seaweed

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara maritim yang mempunyai keanekaragaman dan sumberdaya alam yang sangat melimpah, yang bisa dimanfaatkan oleh masyarakat untuk meningkatkan kesejaterannya terutama yang hidup di daerah pesisir Tuwo dkk, 2006 ; 2007). Salah satu sumberdaya alam hayati yang ketersediaanya cukup melimpah diperairan Indonesia adalah rumput laut yang dikenal dengan sebutan *seaweed*, dan rumput laut yang terdapat diperairan Indonesia memiliki keanakeragaman yang paling besar dibandingkan dengan negara-negara lain (Suparmi & Sahri, 2013). Rumput laut memiliki kandungan yang sangat bermanfaat untuk kesehatan manusia seperti senyawa fenolik, pigmen alami, polisakarida sulfat, dan serat, selain untuk kesehatan rumput laut juga dimanfaatkan untuk industri. Potensi budidaya rumput laut cukup besar untuk terus dikembangkan dengan perairan yang cukup serta budidaya yang cukup mudah. Menurut Sukadi (2007) bahwa teknologi budidaya rumput laut sangat mudah untuk diadopsi dan dikuasai oleh pembudidaya. Khasanah dkk (2016) mengemukakan bahwa masyarakat membudidayakan rumput laut sebagai sumber pendapatan tambahan, bahkan beberapa masyarakat telah menjadikan budidaya rumput laut sebagai pekerjaan utama atau mata pencaharian utama.

Rumput laut merupakan komoditas yang memiliki nilai ekonomis tinggi, sehingga budidaya rumput laut dengan berbagai metode terus dikembangkan untuk memenuhi kebutuhan pasar yang permintaannya terus meningkat. Produksi rumput laut saat ini tidak mencukupi permintaan pasar yang terus meningkat, hal ini disebabkan karena sebagian masih mengandalkan sumber dari alam serta ketersediannya tidak menentu tergantung musim (Ginting dkk. 2015). Terdapat banyak hal yang menjadi tantangan sehingga produksi dan kualitas rumput laut yang dihasilkan belum optimal. Kondisi lingkungan yang mudah berubah-ubah dan sangat dipengaruhi dengan aktifitas di daerah sekitarnya serta adanya perubahan musim merupakan salah satu penghambat dalam kegiatan budidaya rumput laut pada perairan terbuka. Sedangkan pada perairan tertutup kondisi lingkungan bisa dikontrol, tetapi keterbatasan unsur hara atau nutrient bisa menjadi masalah budidaya, seperti keterbatasan nutrient N dan P di perairan yang sangat diperlukan oleh rumput laut. Agar tidak terjadi kekurangan nutrient, dilakukan suplay nutrient yang berasal dari luar lingkungan budidaya menggunakan bahan yang mengandung N dan P yang secara umum disebut pupuk.

Nitrogen merupakan nutrisi yang dibutuhkan oleh *Caulerpa Racemosa* untuk tumbuh sama seperti tanaman lainnya. Fungsi unsur N bagi tumbuhan yakni sebagai bahan penyusun protein tumbuhan, klorofil, asam nukleat dan menghasilkan dinding sel yang tipis sehingga dapat memacu produksi tumbuhan lebih maksimal (Dini dkk., 2021). Pada saat ketersediaan N dan P diperairan tinggi, maka rumput laut menyimpan N dan P dalam jaringannya, namun ketika N dan P diperairan rendah, maka rumput laut memanfaatkan N dan P yang tersimpan untuk pertumbuhannya (Birch dkk., 1981). Keterbatasan pasokan nitrogen untuk thalus mengakibatkan terjadinya penyimpanan N pada kolam protein dan asam amino (Rigano dkk. 1992) . Nitrat dan phospat berfungsi dalam menyusun senyawa protein didalam sel. Apabila kekurangan dua unsur tersebut, maka akan menyebabkan kandungan protein pada sel-sel anggur laut mengalami penurunan dan akan diikuti oleh degradasi beberapa komponen sel termasuk klorofil-a (Yudiati dkk., 2020). Permasalahan umum yang dihadapi dalam budidaya sehubungan dengan ketersediaan nutrient adalah aplikasi sumber N dan P untuk rumput laut yang tidak sesuai dengan kebutuhan, sehingga diperoleh pertumbuhan dan kualitas rumput laut yang tidak sesuai dengan harapan.

Penambahan nutrisi ke dalam media budidaya merupakan hal yang biasa dilakukan untuk memenuhi kebutuhan rumput laut agar tumbuh dengan baik. Rumput laut tumbuh lebih baik pada media yang diperkaya atau ditambahkan nutrisi (Azanza & Aliaza, 1999). Nitrogen (N) dan fosfat (P) adalah dua nutrisi penting yang harus diambil dari lingkungan untuk pertumbuhan rumput laut *Caulerpa* (Chen dkk., 2019), sehingga pertumbuhan rumput laut sangat dipengaruhi oleh kemampuan untuk menyerap nutrisi tersebut. Kemampuan rumput laut memanfaatkan nutrisi yang ada di perairan dipengaruhi oleh faktor fisik (suhu, cahaya, dan pergerakan air), kimia (konsentrasi nutrisi dan bentuk nutrisi) dan biologi (jenis rumput laut, usia, riwayat nutrisi, dan ukuran thalus) (Harrison & Hurd, 2001).

Tujuan dari literature review ini adalah memberikan informasi dan mengkaji tentang pengaruh nutrisi N dan P dalam media pemeliharaan terhadap laju pertumbuhan rumput laut berdasarkan konsentrasi/jumlah nutrisi karena adanya penambahan dari luar media. Pupuk merupakan salah satu bahan sumber nutrisi yang digunakan oleh pembudidaya untuk memenuhi kebutuhan nutrisi rumput laut, telah terbukti bahwa pemberian pupuk yang tepat dapat meningkatkan pertumbuhan dan kualitas rumput laut yang dibudidayakan.

METODE PENELITIAN

Tulisan ini berupa kajian pustaka dengan menganalisis berbagai kajian ilmiah terkait dengan konteks pemberian atau pengayaan nutrisi N dan P pada perairan tempat pemeliharaan rumput laut. Fokus kajian pustaka pada dampak nutrisi N dan P, pada pemeliharaan rumput laut. Kajian pustaka dilakukan secara online untuk publikasi yang tersedia baik peer review journal maupun yang bersifat grey literature (tesis atau disertasi), artikel populer dalam majalah. Data sekunder diperoleh melalui studi dokumen berupa laporan hasil-hasil penelitian sebelumnya,

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Hasil dari penelitian menunjukkan adanya pertumbuhan rumput laut yang lebih baik pada media yang telah ditambahkan nutrisi (Table 1)

Tabel 1. Pemberian Nutrien Pada Media Pemelihara Rumput Laut

No	Rumput Laut	Sumber Nutrien	Konsentrasi	Sumber
1	<i>Pyropia haitanensis</i>	NO ₃ ⁻ and PO ₄ ³⁻	16 : 1	Xu dkk., 2020
2	<i>Caulerpa racemosa</i> ,	NPK dan pupuk cair (Supermes)	(1 : 1) 2 ml/L	Pradhika dkk., 2019
3	<i>Caulerpa lentillifera</i>	Pupuk	1,5 ml/L	Dahlia dkk., 2015
4	<i>Gracilaria</i> sp	Pupuk Cair*	45 ml/L	Abeng dkk., 2021
5	<i>Gracilaria</i> sp	Pupuk Bionik	50 ml/L	Syafi'iy dkk., 2015
6	<i>Gracilaria</i> sp	Urea dan SP36	25 ppm (10 : 1)	Rosyda & Nasmia, 2015
7	<i>Euचेuma cottonii</i>	Pupuk Cair*	300 cc/l	Umasugi & Polanunu, 2019
8	<i>Caulerpa lentillifera</i>	Pupuk Cair Organik*	3,5 ml/L	Ginting dkk., 2015
9	<i>Euचेuma cottonii</i> .	Urea*	2 g/l	Rijoly dkk., 2020
10	<i>Euचेuma spinosum</i>	NPK Phonska*	2,5 g/l	Aliyas dkk., 2019
11	<i>Euचेuma cottonii</i> .	NPK	2 g/l	Fendi dkk., 2019

12	<i>Gracilaria</i>	KNO ₃ dan TSP ₄₆	6 : 3	Cyntya dkk., 2018
13	<i>Caulerpa racemosa</i>	NO ₃ ⁻ N dan PO ₄ ⁻ P	7 : 1 (mmol L ⁻¹)	Harwanto dkk., 2020
14	<i>Gracilaria verrucosa</i>	NPK dan TSP	50 : 50 (2 g/l)	Alamsjah dkk., 2009
15	<i>Caulerpa lentillifera</i>	Pupuk Bionik*	2,5 ml/l	Nurfebriani dkk., 2017

Berdasarkan teori tanaman membutuhkan N lebih besar daripada P. Rasio N : P 11 – 24 merupakan batasan yang dapat diterima oleh makroalga sedangkan rasio N : P yang sesuai 8 – 16 (Menéndez dkk., 2002). Perkembangan vegetative *Caulerpa lentifera* optimal pada konsentrasi Fosfat lebih rendah daripada Nitrat (Guo dkk., 2015). Perendaman rumput laut *Echeuma* selama 15 menit dengan N : P : K 60 : 20 : 10 memberikan hasil pertumbuhan paling baik (Kushartono dkk., 2009). Keberadaan dan rasio N dan P berpengaruh terhadap pertumbuhan rumput laut (Navarro-Angulo & Robledo, 1999). Klorofil meningkat secara signifikan pada penambahan N di media, dan peningkatan juga terjadi pada Asam amino citrulline (Horrocks dkk., 1995). Klorofil meningkat dengan ketersediaan N dan bertindak sebagai sumber N ketika terjadi keterbatasan unsur N di lingkungan (Lapointe & Tenore, 1981), ganggang merah menyimpan N dikolam asam amino dan protein (Rigano dkk., 1992 ; Vona dkk., 1992), keberadaan asam amino tergantung ketersediaan unsur hara (Bird dkk., 1982). Perbandingan atau rasio N dan p yang dibutuhkan oleh rumput laut kemungkinan berbeda berdasarkan jenisnya.

Pembahasan

Nutrien (Zat Hara)

Nutrien merupakan unsur yang mempunyai peranan sangat penting untuk kelangsungan hidup karena digunakan oleh fitoplanton sebagai sumber bahan makanan. Menurut Fachrul, dkk (2005) nitrat dan fosfat memiliki peranan penting dalam pertumbuhan dan metabolisme tanaman air (fitoplankton) sehingga dapat digunakan untuk mengevaluasi kualitas dan tingkat kesuburan perairan. Secara alami nitrat dan fosfat berasal dari berbagai aktifitas yang terjadi di perairan antara lain, pelapukan, penguraian, dekomposisi tumbuhan, sisa-sisa organisme mati, buangan limbah daratan (domestik, industri, pertanian, peternakan, dan sisa pakan) yang terurai menjadi zat hara atau nutrisi (Wattayakorn, 1988). Fosfat dan nitrat merupakan nutrisi yang tersedia dengan konsentrasi yang berbeda-beda setiap daerah dan waktu sehingga memiliki pengaruh yang cukup besar pada kegiatan budidaya rumput laut.

Nitrat

Bentuk utama nitrogen di perairan alami adalah nitrat dan merupakan nutrisi yang sangat diperlukan tanaman air/alga untuk pertumbuhan. Nitrat sangat mudah larut dalam air dan bersifat stabil. Senyawa ini dihasilkan dari proses oksidasi sempurna senyawa nitrogen di perairan dan merupakan proses yang sangat penting di dalam perairan. Nitrogen berfungsi membangun dan memperbaiki jaringan tubuh serta sebagai sumber energi. Nitrogen dibutuhkan oleh hewan dan tumbuhan untuk sintesis protein (Effendi, 2003)

Terjadinya dekomposisi bahan-bahan organik oleh bakteri dan metabolisme organisme perairan yang terjadi secara alamiah merupakan sumber nitrogen (nitrat, nitrit, dan amoniak) pada perairan (Setyowati dkk, 2016). Nitrogen terbentuk secara alami dengan adanya siklus nitrogen, selain itu kegiatan yang dilakukan manusia juga dapat menjadi sumber nitrogen yaitu: penggunaan pupuk nitrogen, limbah buangan industri, dan limbah organik manusia.

Phosfat

Phosfat adalah nutrient yang peranannya sangat penting pada alga, walaupun dibutuhkan dalam jumlah yang lebih sedikit dibandingkan dengan nitrat. Menurut Simajuntak (2012), proses-proses penguraian pelapukan ataupun dekomposisi tumbuh-tumbuhan dan sisa-sisa organisme mati merupakan Sumber utama zat hara fosfat di dalam perairan alami. Selain itu kondisi lingkungan wilayah sekitar perairan dapat menjadi sumber fosfat melalui aliran sungai yang terdiri dari berbagai limbah industri yang mengandung senyawa organik. Masuknya bahan organik ke dalam perairan dapat memberikan pengaruh negative terhadap kandungan oksigen karena proses perombakan bahan organik menjadi senyawa anorganik membutuhkan oksigen.

Tanaman memanfaatkan fosfat dalam bentuk ion ortofosfat. Hutagalung dan Rozak (1997) mengemukakan bahwa fosfat yang terdapat dalam perairan akan terurai menjadi senyawa ion dalam bentuk $H_2PO_4^-$, HPO_4^{2-} , dan PO_4^{3-} , kemudian akan diabsorpsi oleh fitoplankton dan masuk ke dalam rantai makanan. Menurut McKelvie (1999) fosfat pada perairan dan sedimen berada dalam bentuk senyawa fosfat terlarut dan fosfat partikulat. Fosfat terlarut terdiri dari fosfat organik (gula fosfat, nukleoprotein, fosfoprotein) dan fosfat anorganik (ortofosfat dan polifosfat)

Kebutuhan N dan P Rumput Laut

Nitrogen dan Phosfat sangat diperlukan oleh rumput laut agar dapat tumbuh optimal. Kushartono dkk. (2009) mengemukakan bahwa nitrogen merupakan unsur makro yang bermanfaat untuk merangsang pertumbuhan suatu tumbuhan. Kekurangan N akan menghambat pertumbuhan rumput laut karena merupakan unsur yang digunakan dalam proses fotosintesis. Unsur P merupakan penyusun ikatan pirofosfat dari ATP (Adenosine Tri Phosphat) yang kaya energi dan merupakan bahan bakar untuk semua kegiatan biokimia di dalam sel. Menurut Syamsuddin & Rahman (2014) nitrogen merupakan mineral yang bisa menyehatkan dan sebagai unsur pembentukan klorofil sehingga warnanya lebih hijau serta memperbaiki respon terhadap serangan penyakit, sedangkan kekurangan N dapat berakibat terjadinya khlorosis (kehilangan warna hijau) pada rumput laut. Selanjutnya dikatakan bahwa fosfat memiliki peranan dalam pembentukan jaringan meristem, merangsang pembelahan sel, memperbaiki jaringan rusak dan merupakan penyusun protoplasma. Kekurangan nitrogen dapat menyebabkan pengurangan pigmen fotosintesis dan protein selluler Macler (1986) dan Lee dkk. (2014) mengemukakan bahwa nitrat dan fosfat diserap dan dimanfaatkan oleh alga sebagai bahan utama penyusunan protein dan pembentukan klorofil untuk fotosintesis.

Nitrogen dan fosfat adalah dua nutrisi yang paling sering dianggap membatasi pertumbuhan makroalga Duarte (1995). Nitrogen sebagai nutrisi pembatas utama (Larned, 1998 ; Björnsäter & Wheeler, 1990), tetapi fosfat juga dapat membatasi produksi pada beberapa makroalga (Kamer dkk., 2004; Lapointe, 1997). Penambahan unsur N ke dalam media pemeliharaan *Caulerpa racemosa* tidak hanya mempengaruhi kandungan klorofi tetapi juga kandungan protein. Peningkatan nitrogen dalam media dapat meningkatkan kandungan protein *H. Musciformis* (Martins dkk., 2011), dan *Caulerpa racemosa* (Pradhika dkk., 2019). Selanjutnya Pradhika et al (2019) mengemukakan bahwa pemberian pupuk yang mengandung N dapat mempengaruhi jumlah protein pada alga, karena N yang diserap oleh alga digunakan sebagai penyusun asam amino. Perfeto dkk. (2004), mengemukakan bahwa protein total yang terdapat di dalam jaringan rumput laut merupakan kumpulan nitrogen yang disimpan oleh rumput laut, dan asimilasi nitrogen seperti protein sangat dipengaruhi oleh ketersediaan fosfat. Besarnya pengaruh nutrient N dan P pada budidaya *Caulerpa racemosa* sehingga harus selalu dikontrol ketersediannya dalam media. Faktor yang perlu diperhatikan ketika menambahkan nutrient ke dalam media pemeliharaan adalah konsentrasi dan bentuk nutrisi

seperti $\text{NO}_3\text{-N}$ dan $\text{NH}_4\text{-N}$ karena mempengaruhi penyerapan nutrient oleh alga (Harrison & Hurd, 2001). Beberapa jenis rumput laut dapat mengambil secara bersamaan $\text{NO}_3\text{-N}$ dan $\text{NH}_4\text{-N}$ dan tumbuh lebih cepat, namun hasil penelitian Navarro-Angulo & Robledo (1999) memperlihatkan laju pertumbuhan *Gracilaria kornea* tidak berubah meskipun nitrogen disuplai sebagai NH_4 , NO_3 dan NO_3^+NH_4 , dan urea.

UCAPAN TRIMAKASIH

Terimakasih saya ucapkan kepada Tuhan yang Maha Esa yang telah memberikan rahmatnya sehingga artikel ini dapat terselesaikan. Terimakasih kepada Universitas Brawijaya dan Universitas Papua serta berbagai pihak yang tidak dapat disebut satu per satu yang telah membantu dan berpartisipasi dalam penyelesaian artikel ini.

KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari pembahasan ini adalah : Nutrien N dan P sangat diperlukan rumput laut dan harus ditambahkan dengan rasio yang tepat ke dalam media pemeliharaan agar rumput laut dapat tumbuh dengan baik. Perbedaan tempat, spesies rumput laut dan jenis pupuk yang digunakan berpengaruh pada konsentrasi pupuk yang digunakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abeng, Patahiruddin, Halid, I., Juniarti, & Idrus, A. (2021). Analisis Pengaruh Perendaman Pupuk Organik Cair Yang Berbeda Terhadap Laju Pertumbuhan Rumput Laut *Gracilaria sp.* *Fisheries of Wallacea Journal*. 2(2), 6, 79 - 86
- Alamsjah, M. A., Tjahjaningsih, W., & Widaratna, P. A. (2009). Pengaruh Kombinasi Pupuk NPK Dan TSP Terhadap Pertumbuhan, Kadar Air Dan Klorofil a *Gracilaria verrucosa*. *Jurnal Ilmiah Perikanan Dan Kelautan*, 1(1), 103–116.
- Aliyas, Putri, D., & Taufik, M. (2019). Pengaruh Pupuk NPK Phonska Dengan Dosis Yang Berbeda Terhadap Pertumbuhan Rumput Laut (*Eucheuma Spinosum*). *Tolis Ilmiah*, 1(2), 124–129.
- Azanza, R., & Aliaza, T. (1999). In Vitro Carpospore Release and Germination in *Kappaphycus alvarezii* (Doty) Doty from Tawi-Tawi, Philippines. *Botanica Marina - BOT MAR*, 42, 281–284. <https://doi.org/10.1515/BOT.1999.031>
- Birch, P. B., Gordon, D. M., & McComb, A. J. (1981). Nitrogen and Phosphorus Nutrition of *Cladophora* in the Peel-Harvey Estuarine System, Western. *Botanica Marina*, XXIV, 381–387.
- Bird, K. T., Habig, C., & DeBusk, T. (1982). *Nitrogen Allocation And Storage Patterns In Gracilaria tikvahiae (Rhodophyta)* (pp. 344–348). <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/j.1529-8817.1982.tb03194.x>
- Chen, X., Sun, Y., Liu, H., Liu, S., Qin, Y., & Li, P. (2019). Advances in cultivation, wastewater treatment application, bioactive components of *Caulerpa lentillifera* and their biotechnological applications. In *PeerJ*. [peerj.com. https://doi.org/10.7717/peerj.611](https://doi.org/10.7717/peerj.611)
- Cyntya, V. A., Santosa, G. W., Supriyantini, E., & Wulandari, S. Y. (2018). Pertumbuhan Rumput Laut *Gracilaria sp.* Dengan Rasio N : P Yang Berbeda Growth of Seaweed *Gracilaria sp.* With Ratio N : P Different. *Journal Of Tropical Marine Science*, 1(1), 15–22. <https://doi.org/10.33019/jour.trop.mar.sci.v1i1.655>
- Dahlia, I., Rejeki, S., & Susilowati, T. (2015). Pengaruh Dosis Pupuk Dan Substrat Yang Berbeda Terhadap Pertumbuhan *Caulerpa lentillifera*. *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 4(4), 51–60.

- Dini, P. S. R., Susanto, A. B., & Pramesti, R. (2021). Pengaruh Konsentrasi Pupuk Cair Terhadap Pertumbuhan Dan Kandungan Klorofil-a Rumput Laut *Gracilaria verrucosa* (Harvey). *Journal of Marine Research*, 10(3), 327–332. <https://doi.org/10.14710/jmr.v10i3.29183>
- Duarte, C. M. (1995). Submerged aquatic vegetation in relation to different nutrient regimes. *Ophelia*, 41(1), 87–112. <https://doi.org/10.1080/00785236.1995.10422039>
- Effendi, H. (2003). Telaah Kualitas Air bagi Pengolahan Sumberdaya Hayati Lingkungan Perairan. Yogyakarta. Kanisius.
- Fendi, F., Lili, L., Rakhfid, A., & Rochmady. (2019). Pertumbuhan Rumput Laut *Euचेuma cottoni* Pada Dosis Pemupukan Berbeda di Perairan Desa Ghonebalano, Duruka Kabupaten Muna, Indonesia. *Jurnal Akuakultur, Pesisir Dan Pulau Pulau Kecil*, 2(2), 165.
- Ginting, E. S., Rejeki, S., & Susilowati, T. (2015). Pengaruh Perendaman Pupuk Organik Cair Dengan Dosis yang Berbeda Terhadap Pertumbuhan Rumput Laut (*Caulerpa lentillifera*). *Journal of Aquaculture* <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/jamt/article/view/10050>
- Guo, H., Yao, J., Sun, Z., & Duan, D. (2015). Effects of salinity and nutrients on the growth and chlorophyll fluorescence of *Caulerpa lentillifera*. *Chinese Journal of Oceanology and Limnology*, 33(2), 410–418. <https://doi.org/10.1007/s00343-015-4105-y>
- Harrison, P. J., & Hurd, C. L. (2001). Nutrient physiology of seaweeds: Application of concepts to aquaculture. *Cahiers de Biologie Marine*, 42(1–2), 71–82.
- Harwanto, D., Saputro, P., Susilowati, T., Haditomo, A. H. C., & Windarto, S. (2020). Effect of different N:P ratios application on the cultivation media for the growth and fiber content of *caulerpa racemosa* reared in tarpaulin ponds. *AAAL Bioflux*, 13(5), 3117–3125.
- Horrocks, J. L., Stewart, G. R., & Dennison, W. C. (1995). Tissue nutrient content of *Gracilaria* spp. (Rhodophyta) and water quality along an estuarine gradient. *Marine and Freshwater Research*, 46(6), 975–983. <https://doi.org/10.1071/MF9950975>
- Hutagalung, H.P and A. Rozak. (1997). Metode Analisis Air Laut, Sedimen dan Biota. Buku 2. Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi. LIPI. Jakarta.
- Kamer, K., Fong, P., Kennison, R., & Schiff, K. (2004). Nutrient limitation of the macroalga *Enteromorpha intestinalis* collected along a resource gradient in a highly eutrophic estuary. *Estuaries*, 27(2), 201–208. <https://doi.org/10.1007/BF02803377>
- Khasanah U, Muhamad Farid Samawi dan Khairul Amri, 2016. Analisis Kesesuaian Perairan untuk Lokasi Budidaya Rumput Laut *Euचेuma cottonii* di Perairan Kecamatan Sajoanging Kabupaten Wajo, *Jurnal Rumput Laut Indonesia* (2016)1(2).
- Kushartono, E. W., Suryono, & Setiyaningrum, E. (2009). Aplikasi Perbedaan Komposisi N, P dan K pada Budidaya *Euचेuma cottonii* di Perairan Teluk Awur, Jepara. *Ilmu Kelautan: Indonesian Journal of Marine Sciences*, 14(3), 164-169–169. <https://doi.org/10.14710/ik.ijms.14.3.164-169>
- Lapointe, B. E., & Tenore, R. (1981). Outdoor Studies With Of Light And Nitrogen And Biochemical On Nutrient Composition. *J.Exp.Mar. Biol. Ecol*, 53, 135–152.
- Larned, S. T. (1998). Nitrogen- versus phosphorus-limited growth and sources of nutrients for coral reef macroalgae. *Marine Biology*, 132(3), 409–421. <https://doi.org/10.1007/s002270050407>
- Lee, W. K., Namasivayam, P., & Ho, C. L. (2014). Effects of sulfate starvation on agar polysaccharides of *Gracilaria* species (Gracilariaceae, Rhodophyta) from Morib, Malaysia. *Journal of Applied Phycology*, 26(4), 1791–1799. <https://doi.org/10.1007/s10811-013-0231-0>

- Macler, B. A. (1986). Regulation of Carbon Flow by Nitrogen and Light in the Red Alga, *Gelidium coulteri*. *Plant Physiology*, 82(1), 136–141. <https://doi.org/10.1104/pp.82.1.136>
- Martins, A. P., Junior, O. N., Colepicolo, P., & Yokoya, N. S. (2011). Effects of nitrate and phosphate availabilities on growth, photosynthesis and pigment and protein contents in colour strains of *Hypnea musciformis* (Wulfen in Jacqu.) J.V. Lamour. (Gigartinales, Rhodophyta). *Revista Brasileira de Farmacognosia*, 21(2), 340–348. <https://doi.org/10.1590/S0102-695X2011005000078>
- McKelvie, ID. (1999). Phosphate. *Handbook of Water Analysis*. New York, Marcel Dekker, Inc : 273-295.
- Menéndez, M., Herrera, J., & Comín, F. A. (2002). Effect of nitrogen and phosphorus supply on growth, chlorophyll content and tissue composition of the macroalga *Chaetomorpha linum* (O.F. Müll), Kütz, in a Mediterranean Coastal Lagoon. *Scientia Marina*, 66(4), 355–364. <https://doi.org/10.3989/scimar.2002.66n4355>
- Navarro-Angulo, L., & Robledo, D. (1999). Effects of nitrogen source, N:P ratio and N-pulse concentration and frequency on the growth of *Gracilaria cornea* (Gracilariales, Rhodophyta) in culture. *Hydrobiologia*, 398–399, 315–320. https://doi.org/10.1007/978-94-011-4449-0_37
- Nurfebriani, D., Rejeki, S., & Widowati, L. L. (2017). Pengaruh Pemberian Pupuk Organik Cair Dengan Lama perendaman yang Berbeda Terhadap Pertumbuhan Rumput Laut (*Caulerpa lentilifera*). *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 4(4), 95–100.
- Perfeto, P. N. M., Dillenburg, L. R., Almeida, T. L. de, & Schwarzbald, A. (2004). Efeitos Da Temperatura, Intensidade Luminosa E Concentração De Fósforo Na Composição Química De *Gelidium crinale* (Turner) Lamouroux (Rhodophyta, Gelidiaceae). *Biociências*, 12(1), 3–10.
- Pradhika, V. D., Suryono, & Sedjati, S. (2019). Pengaruh Penambahan Pupuk Padat dan Cair terhadap Pertumbuhan , Jumlah Klorofil dan Kadar Protein *Caulerpa racemosa*, *J. Agard, 1873 (Ulvophyceae : Caulerpaceae)*. 8(3), 269–276.
- Rigano, V. ., Martino, C., Vona, V., Esposito, S., & Rigano, C. (1992). Amino acid pools in nutrient limited *Cyanidium caldarium* and responses to resupply. *Phytochemistry*, 31(6), 1911–1916.
- Rijoly, S. M. A., Killay, A., & Rupilu, J. A. (2020). Perendaman Pupuk Urea Dan Tingkat Konsentrasi Pada Karaginan Rumput Laut *Euclima cottonii*. *Rumphius Pattimura Biological*, 2(1), 30–40.
- Rosyda, E., & Nasmia. (2015). Efektivitas Penambahan Nutrien Dan Manipulasi Cahaya Untuk Meningkatkan Produksi Dan Kualitas Agar *Gracilaria sp.* 22(April), 86–93.
- Setyowati, D. L., Amin, M., Suharini, E., & Pigawati, B. (2016). Model Agrokonservasi Untuk Perencanaan Pengelolaan Das Garang Hulu. *Tataloka*, 14(2), 131-141.
- Simanjuntak, M., (2012), Kualitas Air Laut Ditinjau Dari Aspek Zat Hara, Oksigen Terlarut Dan Ph Di Perairan Banggai, Sulawesi Tengah, *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 4: 290-303
- Sukadi, F. 2007. Pengembangan Budidaya Rumput Laut di Indonesia. Makalah disampaikan pada Seminar Kebijakan Investasi Bidang Pengolahan dan Pemasaran Hasil Perikanan 5 Juli 2007. Ditjen P2HP. DKP.
- Suparmi, & Sahri, A. (2013). Mengenal Potensi Rumput Laut : Kajian Pemanfaatan Sumber Daya Rumput Laut Dari Aspek Industri dan Kesehatan. *Gema Pustakawan*, 1(1), 95–116.
- Syafi'iy, M., Suheri, H., & Cokrowati, N. (2015). Efektifitas Super pupuk Bionik Dengan Dosis

- Yang Berbeda Terhadap Pertumbuhan Rumput Laut *Gracilaria* sp. *Jurnal Perikanan Unram*, 6, 35–41.
- Syamsuddin, R., & Rahman, A. (2014). Penanggulangan penyakit ice-ice pada rumput laut *Kappaphycus alvarezii* melalui penggunaan pupuk N, P, dan K. *Simposium Nasional I Kelautan Dan Perikanan, Makassar 3 Mei 2014*, 2(1), 1–9.
- Tuwo, A., A. Faizal, Amiluddin, M. Yunus & M. Alimin. 2006. Potensi dan Prospek Pengembangan Pesisir dan Pulau-pulau Kecil di Pantai Timur Sulawesi Selatan. Balibangda Sulawesi Selatan. Makassar.
- Tuwo, A., Supriadi & Amiluddin, 2007. Optimalisasi Pemanfaatan Sumberdaya Alam dan Kelautan dalam Pembangunan Wisata Bahari, Agrowisata, dan Ekowisata di Sulawesi Selatan. Balibangda Sulawesi Selatan. Makassar.
- Umasugi, S., & Polanunu, A. (2019). Pengaruh Pemberian Pupuk Cair Dengan Konsentrasi Yang Berbeda Terhadap Laju Pertumbuhan Rumput Laut (*Eucheuma cattonii*) di Perairan Desa Batuboy Kecamatan Namlea. *Agrikan: Jurnal Agribisnis Perikanan*, 12(2), 291. <https://doi.org/10.29239/j.agrikan.12.2.291-298>
- Vona, V., Di Martino Rigano, V., Esposito, S., Di Martino, C., & Rigano, C. (1992). Growth, photosynthesis, respiration, and intracellular free amino acid profiles in the unicellular alga *Cyanidium caldarium*. Effect of nutrient limitation and resupply. *Physiologia Plantarum*, 85(4), 652–658. <https://doi.org/10.1111/j.1399-3054.1992.tb04768.x>
- Xu, N., Xu, K., Wang, W., Xu, Y., Ji, D., Chen, C., & Xie, C. (2020). Nutrient Enrichment Improves Growth and Food Quality of Two Strains of the Economic Seaweed *Pyropia haitanensis*. *Frontiers in Marine Science*, 7(November), 1–10. <https://doi.org/10.3389/fmars.2020.544582>
- Yudiati, E., Ridlo, A., Nugroho, A. A., Sedjati, S., & Maslukah, L. (2020). Analisis Kandungan Agar, Pigmen dan Proksimat Rumput Laut *Gracilaria* sp. pada Reservoir dan Biofilter Tambak Udang *Litopenaeus vannamei*. *Buletin Oseanografi Marina*, 9(2), 133–140. <https://doi.org/10.14710/buloma.v9i2.29453>