

Pertumbuhan Rumput Laut *Gracilaria* sp. dengan Kepadatan Berbeda Pada Air Limbah Pemeliharaan Udang Intensif

Ika Asri Desanti, Rini Pramesti*, Sunaryo

Departemen Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Jacub Rais, Tembalang, Semarang, Jawa Tengah 50275 Indonesia
*Corresponding author, e-mail: rinipramesti63@gmail.com

ABSTRAK: Budidaya perairan yang saat ini dikembangkan dapat menghasilkan limbah dari sisa pakan yang digunakan. Masuknya limbah dari hasil budidaya dapat mempengaruhi kualitas perairan. *Gracilaria* sp. memiliki kemampuan untuk memanfaatkan sisa dari hasil pemeliharaan untuk pertumbuhannya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh kepadatan yang berbeda terhadap pertumbuhan *Gracilaria* sp. yang dipelihara pada media pemeliharaan. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Mei-Juni 2021 di Laboratorium Basah Gedung E Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Diponegoro Semarang. Penelitian dilakukan pada skala laboratorium dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari empat perlakuan dengan tiga ulangan. Perlakuan ini menggunakan berat *Gracilaria* sp. yang berbeda yaitu, perlakuan A (tanpa rumput laut/kontrol), B (100 g), C (200 g), dan D (300 g). Parameter penelitian yang diamati adalah pertumbuhan rumput laut pada media pemeliharaan. Kualitas air pada media penelitian juga diamati dan diukur untuk mengetahui pengaruh terhadap pertumbuhan rumput laut.. Pertumbuhan *Gracilaria* menurun 0,6% untuk perlakuan B (100 g), 0,4% untuk perlakuan C (200 g) dan 1,7% untuk perlakuan D (300 g). Konsentrasi Nitrat tertinggi terjadi pada perlakuan D (300 g) dengan konsentrasi 9,0-9,2 mg/L dan konsentrasi terendah pada perlakuan A (0 g) 6,5-6,8 mg/L. Konsentrasi fosfat tertinggi pada perlakuan kontrol 2,8-3,0 mg/L dan konsentrasi Fosfat terendah pada perlakuan C (200 g) yang berkisar 1,90-2,00 mg/L. Hasil pengukuran kualitas air didapatkan suhu berkisar 27-28°C, salinitas 25-31 ppt, pH 6,9-7,1. Konsentrasi Nitrat dan Fosfat pada media pemeliharaan semakin meningkat dengan bertambahnya kepadatan rumput laut.

Kata kunci: Fosfat; *Gracilaria* sp.; Limbah Budidaya; Nitrat; Pertumbuhan

Growth of Gracilaria sp. with Different Density in Intensive Shrimp Farming Waste Pond

ABSTRACT: Aquaculture that is currently being developed can produce waste from the rest of the feed used. The entry of waste from aquaculture can affect water quality. *Gracilaria* sp. has the ability to utilize the rest of the results of maintenance for its growth. This study aims to determine the effect of different densities on the growth of *Gracilaria* sp. maintained on the maintenance medium. This research was carried out in May-June 2021 at the Wet Laboratory of Building E, Faculty of Fisheries and Marine Sciences, Diponegoro University, Semarang. The study was conducted on a laboratory scale using a completely randomized design (CRD) consisting of four treatments with three replications. This treatment uses the weight of *Gracilaria* sp. The different treatments were treatment A (without seaweed/control), B (100 g), C (200 g), and D (300 g). The research parameter observed was the growth of seaweed on the rearing media. Water quality in the research media was also observed and measured to determine its effect on seaweed growth. *Gracilaria* growth decreased 0.6% for treatment B (100 g), 0.4% for treatment C (200 g) and 1.7% for treatment D (300 g). The highest concentration of nitrate occurred in treatment D (300 g) with a concentration of 9.0-9.2 mg/L and the lowest concentration in treatment A (0 g) 6.5-6.8 mg/L. The highest phosphate concentration in the control treatment was 2.8-3.0 mg/L and the lowest phosphate concentration was in treatment C (200 g) which ranged from 1.90-2.00 mg/L. The results of water quality measurements obtained temperatures ranging from 27-28°C, salinity 25-31

ppt, pH 6.9-7.1. The concentration of nitrate and phosphate in the rearing media increased with increasing density of seaweed.

Keywords: phosphate ;*Gracilaria* sp.; cultivation waste, Nitrate; growth

PENDAHULUAN

Kegiatan budidaya pada kolam pemeliharaan intensif dapat menghasilkan bahan organik dan anorganik dalam jumlah yang signifikan (Afriansyah *et al.*, 2016). Limbah yang dihasilkan berasal dari sisa pakan, feses dan sisa aktivitas metabolisme. Masuknya limbah ke perairan dapat mengganggu kualitas perairan tersebut (Arfiati *et al.*, 2019). Akumulasi sisa pakan yang sebagian besar komponennya merupakan protein yang bersumber dari tepung ikan dapat menyebabkan peningkatan konsentrasi Ammonia, Nitrit dan Nitrat (Izzati, 2011). Konsentrasi Ammonia, Nitrit dan Nitrat yang melebihi baku mutu perairan dapat memberikan dampak negatif bagi biota di dalamnya. Bahan organik dalam budidaya dapat meningkatkan sedimentasi, *hypoxia* dan perubahan produktivitas perairan (Bara'padang *et al.*, 2019). Konsentrasi Ammonia, Nitrat dan Fosfat diatur dalam Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004. Konsentrasi yang melebihi baku mutu dapat menurunkan kualitas perairan. Penurunan tersebut dapat memberikan dampak negatif bagi biota yang ada di perairan. Kandungan limbah Nitrat dan Fosfat yang meningkat pada ekosistem dapat membahayakan organisme di dalamnya. Eutrofikasi merupakan salah satu dampak dari limbah yang masuk ke perairan. Selain eutrofikasi, beberapa fraksi amoniak dan nitrit juga bersifat toksik jika konsentrasinya tinggi.

Penurunan kualitas air tambak terjadi karena beberapa sebab seperti tingginya kandungan limbah organik dan nutrien dari bahan pakan (Tanaka *et al.*, 2020). Feses dan sisa pakan yang masuk ke lingkungan perairan memiliki konsentrasi protein yang tinggi, sehingga terurai menjadi senyawa peptida yang selanjutnya menjadi asam amino dan Ammonia (Ihsam *et al.*, 2018). Pakan dengan konsentrasi protein yang tinggi menjadi salah satu bahan pencemar. Bahan pencemar yang masuk ke perairan ini dapat dikurangi dengan teknik bioremediasi. Teknologi bioremediasi merupakan salah satu teknologi yang dilakukan untuk mengurangi limbah budidaya. Bioremediasi memanfaatkan mikroba atau enzim, dan tumbuhan untuk mengurangi bahan pencemar di lingkungan. Rumput laut dapat digunakan sebagai biofilter untuk menurunkan konsentrasi senyawa toksik pada budidaya. Teknik ini memanfaatkan tanaman sebagai agen bioremediasi. Rumput laut dapat digunakan sebagai fitoremediasi. Fitoremediasi merupakan salah satu metode dalam bioremediasi dengan memanfaatkan tumbuhan untuk menghilangkan polutan dari perairan yang terkontaminasi. Jenis yang sering digunakan dalam fitoremediasi adalah *Ulva* dan *Gracilaria* (Mawi *et al.*, 2019).

Gracilaria sp. merupakan salah satu jenis rumput laut merah yang banyak dibudidayakan di Indonesia. Rumput laut ini dapat digunakan sebagai biofilter karena memiliki sifat fitoekresi (Komarawidjaja, 2005). Rumput laut ini memiliki kemampuan untuk menoleransi salinitas rendah sehingga dapat digunakan sebagai biofilter pada tambak budidaya. Salinitas yang optimal untuk pertumbuhannya berkisar 28-33 ppt. Kualitas air pendukung yang mempengaruhi pertumbuhan *Gracilaria* adalah suhu dan pH serta konsentrasi Nitrat dan Fosfat. Suhu optimal untuk pertumbuhan *Gracilaria* adalah 20-28°C dan pH optimal 6-8. Konsentrasi Nitrat yang optimal untuk rumput laut adalah 0,01 – 0,79 mg/L dan konsentrasi Fosfat yang sesuai adalah berkisar 0,005-0,20 mg/L (Susanto *et al.*, 2021). Pengelolaan limbah yang tepat perlu dilakukan untuk mencegah adanya pencemaran lingkungan yang akibat limbah sisa pemeliharaan yang masuk ke perairan. Penelitian ini perlu dilakukan untuk mengetahui apakah air limbah pemeliharaan udang intensif cocok untuk pertumbuhan *Gracilaria* sp. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh kepadatan yang berbeda terhadap pertumbuhan *Gracilaria* sp. yang dijadikan biofilter pada air limbah kolam pemeliharaan udang.

MATERI DAN METODE

Materi yang digunakan pada penelitian ini adalah rumput laut *Gracilaria* sp. yang diperoleh dari tambak Balai Besar Perikanan Budidaya Air Payau (BBPBAP) Jepara. Rumput laut diaklimatisasi selama 1 minggu kemudian dimasukkan ke dalam akuarium berisi air laut dengan salinitas 25 ppt dan diberikan aerasi. Berat rumput laut yang ditambahkan berbeda-beda untuk tiap media pemeliharaan yaitu A (0 g) untuk kontrol, B (100 g), C (200 g) dan D (300 g). Wadah uji yang digunakan adalah akuarium kaca dengan ukuran panjang 39 cm, tinggi 40 cm, dan lebar 30 cm yang sudah disterilisasi. Media air pemeliharaan yang digunakan adalah air laut perairan Jepara yang telah di sterilisasi. Masing - masing perlakuan dilakukan tiga kali ulangan sehingga jumlah total akuarium yang digunakan adalah 12 buah. Pakan sebagai sumber Nitrat ditambahkan ke dalam masing – masing akuarium dengan jumlah berat yang sama yaitu 17 g. Penelitian dilaksanakan pada bulan Mei - Juni 2021 di Laboratorium Basah Gedung E Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Diponegoro Semarang.

Penelitian menggunakan metode eksperimental laboratoris untuk mengetahui kemungkinan sebab akibat pada perlakuan. Pada penelitian ini, rumput laut dibagi menjadi beberapa kelompok berat yang berbeda dan diberikan perlakuan yang sama. Parameter yang diamati adalah pertumbuhan rumput laut yang ditentukan melalui penimbangan berat rumput laut selama periode waktu tertentu, konsentrasi Nitrat dan Fosfat. Parameter lain yang diamati adalah parameter pendukung seperti salinitas, suhu, pH dan MPT. Perbedaan padat tebar awal rumput laut dipergunakan sebagai perlakuan. Perlakuan yang dipergunakan adalah A kontrol (tanpa rumput laut), B rumput laut dengan padat tebar B 100 g, C 200 g, dan D 300 g. Penelitian dilakukan selama 30 hari dengan melakukan pengamatan pada pertumbuhan rumput laut dan kualitas air pada media pemeliharaan.

Pertumbuhan *Gracilaria* sp. selama 30 hari pemeliharaan dihitung dengan menggunakan rumus laju pertumbuhan relatif (Changbo *et al.*, 2004). Analisis varian dilakukan untuk melihat ada atau tidaknya respon pertumbuhan rumput laut sebagai akibat perbedaan masing-masing perlakuan. Ada atau tidaknya respon dapat dilihat dari nilai signifikansinya. Apabila nilai signifikansi < 0,01 dan atau 0,05 atau nilai probability ($p < 0,01$ dan atau 0,05) maka hal tersebut menunjukkan adanya perbedaan pada perlakuan yang diberikan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pertumbuhan *Gracilaria* sp. yang dipelihara pada media pemeliharaan mengalami penurunan atau mengalami pertumbuhan negatif. Penurunan berat rumput laut terjadi pada semua perlakuan. Penurunan ini terjadi karena sebagian rumput laut yang dipelihara pada media pemeliharaan mengalami kematian yang diduga terjadi kualitas air yang kurang sesuai. Penurunan berat rumput laut terjadi pada perlakuan B (100 g) yang mencapai 17 g, perlakuan C (200 g) penurunan beratnya mencapai 13 g pada dan pada perlakuan D (300 g) penurunan berat mencapai 51 g pada hari ke 30 (Gambar 1).

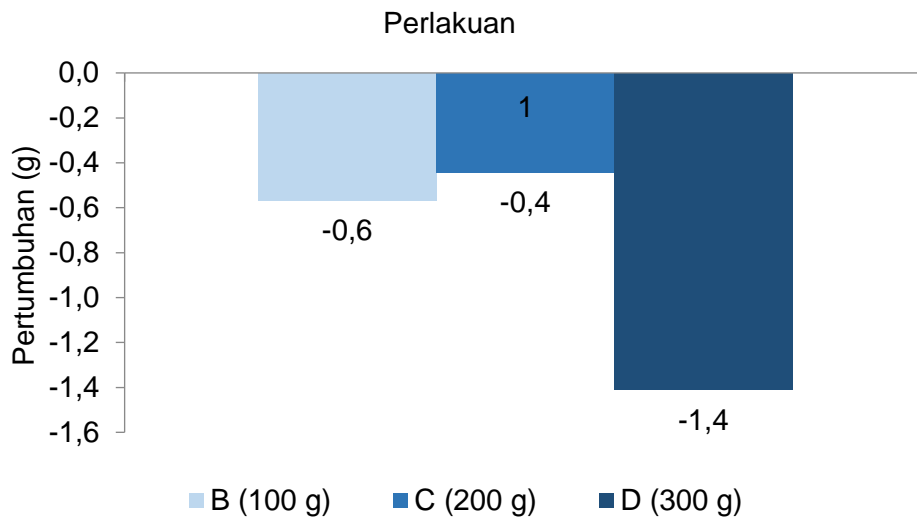
Hasil analisis varian data pertumbuhan rumput laut pada air pemeliharaan rumput laut hari ke-30 mendapatkan nilai signifikansi sebesar 0,257 dengan nilai probabilitas $p > 0,05$. Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan perbedaan berat rumput laut pada air media pemeliharaan tidak memberikan respon yang berbeda nyata terhadap pertumbuhan rumput laut yang dipelihara pada media pemeliharaan atau tidak ada perbedaan signifikan pada masing-masing perlakuan.

Hasil analisis korelasi kepadatan tebar rumput laut yang berbeda dengan pertumbuhan rumput laut pada air pemeliharaan menunjukkan adanya hubungan linear dengan persamaan $y = -0,0042x + 0,037$ $R^2 = 0,6434$ dengan nilai $r = 0,8$ (Gambar 2). Gambar 2 tersebut menunjukkan bahwa semakin tinggi kepadatan rumput laut yang dipergunakan sebagai perlakuan padat tebar, maka semakin turun juga pertumbuhan rumput laut yang diteliti pada media pemeliharaan.

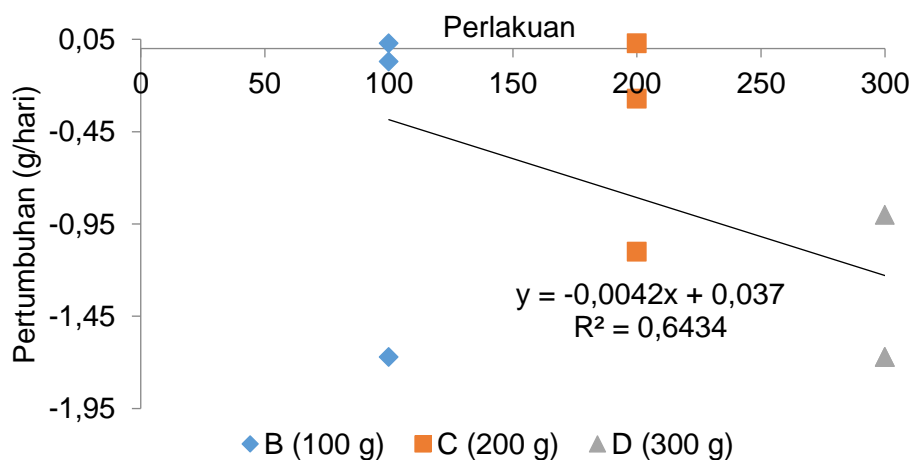
Kadar Nitrat pada media pemeliharaan memiliki rerata konsentrasi 0,85 mg/L pada awal penelitian, kemudian mengalami peningkatan konsentrasi 6,7–7,8 mg/L pada hari ke 15 dan 8,6–9,2 mg/L pada hari ke 30. Masing-masing perlakuan mengalami peningkatan konsentrasi selama

masa pemeliharaan. Semakin tinggi padat tebar rumput laut konsentrasi Nitratnya juga semakin meningkat (Gambar 2). Hasil pengukuran yang dilakukan pada masing-masing perlakuan menunjukkan hasil konsentrasi nitrat pada perlakuan B (100 g rumput laut), C (200 g rumput laut), dan D (300 g rumput laut) memiliki konsentrasi yang lebih tinggi dibanding dengan perlakuan kontrol. Tingginya konsentrasi nitrat diduga karena adanya proses nitrifikasi dari pakan yang ditambahkan pada media pemeliharaan serta akibat dari rumput laut yang mati selama masa pemeliharaan. Anggorowati (2006), menyatakan adanya penambahan dari proses dekomposisi rumput laut yang telah mati akan mengakibatkan konsentrasi Nitrat yang tinggi pada perairan.

Konsentrasi Fosfat pada media pemeliharaan memiliki rerata 0,03 mg/L pada awal penelitian, kemudian mengalami peningkatan konsentrasi menjadi 1,93 – 3,00 mg/L pada hari ke 15 dan 2,23—2,80 mg/L pada hari ke 30. Konsentrasi Fosfat pada perlakuan A (kontrol) hari ke 15 memiliki konsentrasi yang paling tinggi. Konsentrasi Fosfat mengalami penurunan pada beberapa perlakuan seperti pada perlakuan B (100 g). Semakin tinggi padat tebar rumput laut kadar Fosfat semakin menurun. Penurunan konsentrasi Fosfat yang terjadi diduga karena rumput laut memanfaatkan fosfat untuk pertumbuhannya. Menurut Komarawidjaja (2005), *Gracilaria* dapat langsung menyerap ortoFosfat yang ada dalam air dan mengakumulasinya di dalam sel. *Gracilaria* melakukan penyerapan tersebut untuk digunakan dalam pembentukan sel.



Gambar 1. Histogram Pertumbuhan Rumput Laut Pada Media Pemeliharaan



Gambar 2. Grafik korelasi perbedaan padat tebar dengan pertumbuhan berat *Gracilaria* sp. pada media pemeliharaan.

Tabel 1. Kualitas Air Pendukung pada Air Limbah Kolam Pemeliharaan Udang

Kualitas Air	Perlakuan (g)			
	0	100	200	300
Salinitas (ppt)	25-28	29-30	29-31	28-30
Suhu°C	27-28	27-28	27-29	27-29
pH	6,9-7	7-8,0	6,9-7,2	6,9-7,1
MPT(mg/L)	150-161	144-161	142-161	141-161

Kualitas air pendukung yang diukur pada media pemeliharaan meliputi salinitas, suhu, pH dan MPT. Hasil pengukuran salinitas berkisar 25-31 ppt, suhu air berkisar 27,3-28 °C, pH air berkisar 6,9-8,0 dan muatan padatan tersuspensi berkisar 142-161 mg/L (Tabel 1). Kualitas air pada media pemeliharaan tersebut masih sesuai untuk pertumbuhan rumput laut.

Pertumbuhan rumput laut pada perlakuan B, C, dan D mengalami penurunan. Semakin lama waktu pemeliharaan semakin besar populasi rumput laut yang mengalami kematian, sehingga berdampak pada pertumbuhan. Pertumbuhan rumput laut dipengaruhi oleh faktor internal maupun eksternal. Faktor eksternal yang sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan rumput laut antara lain adalah ketersediaan nutrisi, suhu, salinitas, pH, muatan padatan tersuspensi dan kecerahan air. Apabila dilihat dari ketersediaan nutrisi seperti Nitrat menunjukkan semakin tinggi kepadatan populasi yang dipelihara pada media pemeliharaan, semakin tinggi juga kandungan Nitrat yang ada di dalam perairan. Konsentrasi Nitrat yang melebihi batas toleransi dapat berdampak pada pertumbuhan rumput laut.

Pertumbuhan rumput laut pada penelitian ini memiliki nilai yang rendah bahkan tidak mengalami pertumbuhan, dengan nilai paling rendah ada pada perlakuan D (300 g) yang memiliki nilai laju pertumbuhan relatif -1,4411g/hari. Nilai pertumbuhan tersebut sangat kecil atau bahkan tidak ada pertumbuhan karena beberapa rumput laut mengalami kematian. Penurunan populasi rumput laut *Gracilaria* sp. terjadi secara signifikan setelah masa pemeliharaan dalam 15 hari. Hal ini dapat dilihat dari nilai muatan padatan tersuspensi dari kecerahan air yang ada pada masing-masing perlakuan. Apabila dilihat dari muatan padatan tersuspensi dari air yang dipergunakan, rata-rata memiliki nilai 161 mg/L pada awal penelitian dan semakin menurun selama masa pemeliharaan dengan rata – rata berkisar 141-150 mg/L. Dengan demikian faktor lingkungan ini diduga menjadi salah satu faktor penyebab terjadinya kematian dari rumput laut yang berdampak pada terjadinya pertumbuhan negatif.

Air yang digunakan pada media pemeliharaan tidak diganti karena dikhawatirkan dapat menghilangkan kandungan Nitrat dan Fosfat sebagai sumber nutrisi utama. Kondisi ini diduga juga menjadi salah satu penyebab terjadinya penurunan kualitas air pemeliharaan. Kematian rumput laut yang terjadi selama masa pemeliharaan dapat diakibatkan karena konsentrasi Nitrat yang terlalu tinggi, konsentrasi Nitrat yang terlalu tinggi akan menyebabkan kerusakan pada rumput laut. Rumput laut dapat menyerap Nitrat sesuai dengan kebutuhannya, jika konsentrasi Nitrat yang diserap sudah melebihi batas yang dibutuhkan, maka Nitrat akan menjadi racun pada tubuh rumput laut. Anggorowati (2006) menyatakan pertumbuhan dan perkembangan tanaman dapat terhambat jika tidak mendapat hara yang cukup dan sebaliknya, perkembangan dan pertumbuhan juga terhambat jika tanaman mendapat zat hara yang berlebihan. Konsentrasi Nitrat pada saat pemeliharaan menyebabkan sebagian dari rumput laut tidak dapat tumbuh dengan optimal, di mana hal ini terlihat dari talus yang memutih kemudian hancur (Budiyani *et al.*, 2012).

Hasil pengukuran kualitas air yang dilakukan seperti suhu, salinitas dan pH menunjukkan masih dalam kondisi batas yang dapat ditoleransi oleh rumput laut untuk menopang kehidupannya. Berdasarkan hasil pengukuran yang dilakukan, rata – rata suhu pada masing-masing perlakuan berkisar antara 27-28°C, salinitas berkisar antara 26–32 ppt dan pH rata – rata berkisar 6,6-8,2. Parameter air mengalami kenaikan selama masa pemeliharaan. Apabila parameter kualitas air

seperti salinitas, suhu dan pH ini dikaitkan dengan parameter kualitas air lainnya seperti Nitrat, dapat menjadi kemungkinan sebagai penyebab terjadinya penurunan populasi rumput laut yang dipelihara, sehingga berdampak pada terjadinya pertumbuhan negatif. Tingkat toksisitas Ammonia dan Nitrat yang bersumber dari penguraian bahan organik dipengaruhi oleh terjadinya peningkatan suhu dan pH. Demikian juga daya racun Nitrat sangat terkait dengan kandungan salinitas air. Semakin rendah salinitas semakin tinggi daya racun Nitrit. Apabila dilihat dari hasil pengukuran suhu dan pH menunjukkan terjadinya peningkatan suhu dan pH yang cukup signifikan, demikian juga terakumulasinya pakan protein tinggi pada media pemeliharaan pada budidaya sebagai sumber Ammonia dan Nitrat cukup tinggi sehingga memungkinkan terjadinya penyebab kematian rumput laut yang berdampak pada pertumbuhan. Media yang dengan kandungan nutrisi yang tinggi dapat mengganggu fotosintesis Ihsan *et al.*, (2018). Kadar pH pada perlakuan 200 dan 300 mengalami penurunan, hal ini diduga disebabkan oleh proses dekomposisi bahan organik. Bahan organik atau biota mengandung unsur C, dan pada proses dekomposisi banyak karbon yang dilepaskan ke air. Ketika karbon masuk ke air maka pH akan berubah, dimana karbon anorganik terlarut dapat meningkatkan hidrogen sehingga pH akan menurun.

KESIMPULAN

Rumput laut yang digunakan sebagai biofilter pada air limbah pakan media pemeliharaan udang secara intensif mengalami pertumbuhan negatif selama masa pemeliharaan. Penerapan perlakuan kepadatan rumput laut yang berbeda berdampak pada pertumbuhan yang berbeda. Semakin tinggi perlakuan kepadatan berdampak pada pertumbuhan yang semakin kecil. Kematian rumput laut yang terjadi selama masa penelitian mengakibatkan *Gracilaria* yang dimanfaatkan sebagai biofilter pada air limbah media pemeliharaan tidak dapat menyerap limbah dengan baik. Parameter kualitas air pada media pemeliharaan juga mempengaruhi pertumbuhan *Gracilaria*. Kadar Nitrat dan Fosfat yang tinggi menyebabkan kematian *Gracilaria* selama masa pemeliharaan. *Gracilaria* dapat memanfaatkan unsur hara dalam pertumbuhannya, namun jika konsentrasinya sangat tinggi dapat mengganggu pertumbuhannya.

DAFTAR PUSTAKA

- Afriansyah., Dewiyanti, I., & Hasri, I. 2016. Keragaan nitrogen dan T-Phosfat pemanfaatan limbah budidaya Ikan Lele (*Clarias gariepinus*) oleh Ikan Peres (*Osteochilus kappenii*) dengan sistem resirkulasi. *Jurnal Ilmiah mahasiswa Kelautan dan Perikanan Unsyiah*, 1(2):252-261.
- Arfiati, D., Dayuti, S., Widi, S.A.P. & Cokrowati, N. 2019. Penurunan bahan organik sisa aktifitas budidaya organisme air. *Jurnal Pengabdian Magister Pendidikan IPA*, 1(2):80-8. DOI: 10.29303/jpmpi.v1i2.292
- Anggorowati, D.A. 2006. Bioeliminasi Nitrat oleh *Gracillaria salicornia* pada kegiatan marikultur. *Widya Riset*, 9(1):29 – 301.
- Bara'padang, B., Fahrudin, A., & Effendi, I. 2019. Analisis spasial beban limbah budidaya tambak terhadap lingkungan perairan pesisir Holtekamp Kota Jayapura, Provinsi Papua. *Jurnal Ilmu Kelautan dan Perikanan Papua*, 2(2):75-81. DOI: 10.31957/acr.v2i2.1069
- Budiyani, F.B., Suwartimah, K., & Sunaryo, S. 2012. Pengaruh penambahan Nitrogen dengan konsentrasi yang berbeda terhadap laju pertumbuhan Rumput Laut *Caulerpa racemosa* var *uvifera*. *Journal of Marine Research*, 1(1):10-18.
- Changbo, Z., Shuanglin, D., Fang, W., & Guoqiang, H. 2004. Effects of Na/K ratio in seawater on growth and energy budget of juvenile *Litopenaeus vannamei*. *Aquaculture*, 234: 485-496. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2003.11.027
- Ihsan, Y.N., Bangsa, R.K., Fellatami, K., & Pribadi, T.D.K. 2018. The ability of *Gracilaria* sp. to absorb ammonia (NH₃-N) and its effect on chlorophyll content and growth. *Omni-Akuatika*, 14(3):96-105. DOI: 10.20884/1.oa.2018.14.3.608
- Izzati, M. 2011. Perubahan konsentrasi Ammonia, Nitrit dan Nitrat dalam air tambak pada model budidaya Udang Windu dengan Rumput Laut *Sargassum plagyophyllum* dan ekstraknya. *Bioma: Berkah Ilmiah Biologi*, 13(1):80–84.

- Komarawidjaja, W. 2005. Rumpit Laut *Gracilaria* sp. sebagai fitoremediasi bahan organik perairan tambak budidaya. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 6(2):410-415.
- Mawi, S., Krishnan, S., Din, M.F.M., Arumugam, N., & Chelliapan, S. 2019. Bioremediation potential of macroalgae *Gracilaria edulis* and *Gracilaria changii* co-cultured with Shrimp wastewater in an outdoor water recirculation system. *Journal of Environmental Technology and Innovation*, 17: 1-21. DOI: 10.1016/j.eti.2019.100571.
- Putri, W.A.E., Purwiyanto, A.I.S., & Fauziah. 2019. Kondisi Nitrat, Nitrit, Amonia, Fosfat dan BOD di Muara Sungai Banyuasin, Sumatera Selatan. *Jurnal Ilmu Teknologi Kelautan Tropis*, 11(1):65-74. DOI: 10.29244/jitkt.v11i1.18861
- Susanto, A.B., Siregar, R., Hanisah., Faisal, T.M., & Antoni. 2021. Analisis kesesuaian kualitas perairan lahan tambak untuk budidaya Rumpit Laut (*Gracilaria* sp.) di Kecamatan Langsa Barat, Kota Langsa. *Journal of Fisheries and Marine Research*, 5(3):655-667. DOI: 10.21776/ub.jfmr.2021.005.03.18
- Tanaka, Y., Ashaari, A., Mohamad, F.S., & Lamit, N. 2020. Bioremediation potential of tropical Seaweed in aquaculture: low-salinity tolerance, phosphorus content, and production of UV-absorbing compounds. *Aquaculture*, 518: p.734853. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2019.734853