

Rumput Laut *Gracilaria* sp. Sebagai Bioremediasi Dalam Sistem Budidaya Polikultur Dengan Kepiting Bakau (*Scylla serrata*)

Ardiani Widya Wandira*, Sunaryo, Sri Sedjati

Departemen Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro
Jl.Prof.H.Soedarto S.H, Tembalang, Semarang, Jawa Tengah 50275 Indonesia

*Corresponding author, e-mail: ardianiww@gmail.com

ABSTRAK : Kendala dalam budidaya adalah menurunnya kualitas hasil produksi dan penurunan kualitas air. Dibutuhkan biofilter berupa rumput laut *Gracilaria* sp. untuk mengurangi keadaan tersebut. Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui pengaruh perbedaan kepadatan rumput laut sebagai bioremediasi dalam sistem budidaya polikultur dengan Kepiting Bakau terhadap kandungan amonia (NH_3), nitrit (NO_2^-), nitrat (NO_3^-), laju pertumbuhan kepiting bakau, dan rumput laut *Gracilaria* sp. Penelitian di dilaksanakan pada bulan Desember 2015 - Januari 2016 di Laboratorium Basah Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Diponegoro Semarang. Penelitian Menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan 3 kali pengulangan. Perbedaan pemberian kepadatan rumput laut *Gracilaria* sp. sebagai bioremediasi pada sistem budidaya polikultur Kepiting Bakau berpengaruh terhadap kandungan amonia (NH_3), nitrit (NO_2^-), nitrat (NO_3^-) dan. Kandungan amonia (NH_3) tertinggi pada perlakuan A (0 g rumput laut) berkisar 0,1 mg/L - 0,47 mg/L dan terendah pada perlakuan D (300 g rumput laut) berkisar 0,04 mg/L-0,37 mg/L. Kandungan nitrit (NO_2^-) tertinggi pada perlakuan A, berkisar 0,24 mg/L-0,4 mg/L, dan terendah perlakuan D sebesar 0,13 mg/L-0,26 mg/L. Kandungan nitrat (NO_3^-) tertinggi pada perlakuan A, berkisar antara 0,6 mg/L - 4,59 mg/L, dan terendah perlakuan D sebesar 0,16 mg/L-2,87 mg/L. Laju pertumbuhan spesifik bobot harian kepiting bakau pada perlakuan A 0,27 % per hari, B 0,31 % per hari, C 0,44 % per hari dan D 0,56 % per hari dan laju pertumbuhan spesifik berat harian rumput laut *Gracilaria* sp. pada perlakuan A 0 % (kontrol / tidak diberi rumput laut), B 0,49 % per hari, C 0,3 % per hari dan D 0,21 % per hari. Hal ini perbedaan pemberian kepadatan rumput laut *Gracilaria* sp. sebagai bioremediasi pada sistem budidaya polikultur kepiting bakau berpengaruh terhadap laju pertumbuhan spesifik harian Kepiting Bakau dan laju pertumbuhan spesifik harian rumput laut *Gracilaria* sp.

Kata kunci : Amonia, bioremediasi, *Gracilaria* sp., Kepiting Bakau, polikultur

Seaweed *Gracilaria* sp. As Bioremediasi in Polyculture Cultivation Systems with *Scylla serrata*

ABSTRACT : One of the obstacles faced in aquaculture is decreasing quality of production as a result of water qualities deterioration. To reduce and overcome this situation is addition of biofilter. Biofilter used is seaweed *Gracilaria* sp. The study was aimed to know the influence density of difference seaweed as bioremediasi in polyculture system with mud crab to ammonia (NH_3), nitrite (NO_2^-), nitrate (NO_3^-), and the specific growth rate of mud crab and *Gracilaria* sp. This research was conducted in December 2015 to January 2016 at wet laboratory of the Department of Marine Fisheries and Marine Sciences Faculty of the University of Diponegoro in Semarang. This study used completely randomized designed (RAL) with 4 treatments and 3 replications. The effect give difference of density *Gracilaria* sp. as bioremediasi on crab mud polyculture systems was affect the content of ammonia (NH_3), nitrite (NO_2^-), nitrate (NO_3^-). The highest content of ammonia (NH_3) in the treatment of A (0 g seaweed) ranged between 0,1 mg/L to 0,47 mg/L and the lowest content of ammonia (NH_3) in treatment D (300 g seaweed) ranged between 0,04 mg/L to 0,37 mg/L. The highest content of nitrite (NO_2^-) in the treatment of A, ranging from 0,24 mg/L to 0,4 mg/L, and the lowest in treatment D with 0,13 mg/L to 0,26 mg/L. The highest content of nitrate (NO_3^-) in the treatment of A with 0,6 mg/L to 4,59 mg/L, and the lowest in treatment D with a content of 0,16 mg/L to 2,87 mg/L. Specific growth rate mud crab in treatment A 0,27 % / day, B 0,31 % / day, C 0,44 % / day dan D 0,56 % / day and specific growth rate of the seaweed *Gracilaria* sp on

treatment A 0% (control / not given seaweed), B 0,49 % / day, C 0,3 % / day dan D 0,21 % / day. The difference of *Gracilaria sp.* density as bioremedian on mud crab polyculture systems affected the specific growth rate of mud crab and specific growth rate *Gracilaria sp.*

Keywords : *Ammonia*, *bioremediation*, *Gracilaria sp.*, *Mud Crab*, *polyculture*,

PENDAHULUAN

Akuakultur merupakan upaya manusia untuk meningkatkan produktivitas perairan melalui kegiatan budidaya. Kegiatan budidaya yang dimaksud adalah kegiatan pemeliharaan untuk memperbanyak (reproduksi), menumbuhkan (*growth*), serta meningkatkan mutu biota akuatik sehingga diperoleh keuntungan (Effendi, 2004). Kepiting bakau (*Scylla sp.*) merupakan salah satu potensi komoditas perikanan yang mempunyai nilai ekonomis tinggi (Larosa *et al.*, 2013). Salah satu kendala yang dihadapi dalam budidaya kepiting adalah menurunnya kualitas hasil produksi karena akibat penurunan kualitas air yang disebabkan oleh sisa pakan yang tidak dikonsumsi dan hasil metabolisme biota budidaya. Menurut Izzati (2011), *Gracilaria* merupakan biofilter yang paling efisien untuk digunakan dalam aplikasi rekayasa ekologi yang berfungsi memperbaiki kualitas air pada media pemeliharaan. Rumput laut mempunyai kemampuan fitoreaksi (mampu menyimpan dan mengakumulasi bahan organik di dalam selnya). Menurut Syahid *et al.* (2006), rumput laut dapat dibudidayakan bersama dengan kepiting bakau karena kedua biota tersebut saling menguntungkan.

Penggunaan sistem ini, dapat memperoleh manfaat yaitu tingkat produktivitas lahan yang tinggi karena dapat memanen beberapa produk dalam satu musim sehingga dapat menambah penghasilan. Selain itu rumput laut mendapatkan kelebihan nutrisi dalam tambak dan meningkatkan kualitas perairan terutama sebagai penyuplai oksigen yang dapat digunakan untuk sintasan.

Kepiting bakau tergolong dalam kelas Crustacea, subkelas Malacostraca, ordo Decapoda, famili Portunidae dan genus *Scylla*. Saat ini ada empat spesies dari genus *Scylla*. Sebagaimana dikemukakan oleh Keenan (1999), yakni *Scylla serrata*, *Scylla tranquebarica*, *Scylla paramamosain*, dan *Scylla olivacea*. Menurut Siahainenia (2008), kriteria klasifikasi *S. serrata* dewasa adalah warna bervariasi dari ungu sampai hijau dan coklat kehitaman. Pola poligonal terlihat jelas pada hampir semua bagian tubuh. Terdapat duri pada bagian dahi karapas lebar, tinggi dan agak tumpul, berbentuk segitiga, empat duri yang di tengah berukuran panjang hampir sama sehingga terlihat rata. Terdapat juga dua duri yang tajam pada propodus dan dua duri yang tajam pada carpus. Menurut Gufron dan Kordi (2000), kepiting banyak ditemukan di daerah hutan bakau, sehingga di Indonesia lebih dikenal dengan sebutan kepiting bakau (*mangrove crab*). Septian *et al.* (2013), usaha ini pada umumnya menggunakan ikan runcah segar sebagai pakan utamanya.

Ciri-ciri khusus dari *Gracilaria* adalah *thallus* berbentuk silindris dan permukaannya licin. *Thallus* tersusun oleh jaringan yang kuat, bercabang-cabang dengan panjang kurang lebih 250 mm, dan garis tengah cabang antara 0,5-2,0 mm. Percabangan *pinnate alternate* yaitu posisi tegak percabangan berbeda tingginya, bersebelahan atau pada jarak tertentu berbeda satu dengan yang lain, kadang-kadang hampir *dichotomous* (percabangan dua terus menerus) dengan pertulangan lateral yang memanjang menyerupai rumput. Bentuk cabang silindris dan meruncing di ujung cabang (Rachmat, 1999). Menurut Izzati (2004), rumput laut merupakan salah satu komoditas perikanan yang juga berperan sebagai biofilter, karena dalam pertumbuhannya rumput laut menyerap nutrisi (amonia, nitrat, dan nitrit) dari media perairan secara difusi melalui dinding *thallus*nya. Fungsi biofilter pada kawasan tambak sangat diperlukan terutama yang sumber airnya sangat keruh karena lumpur atau partikel lainnya. Kegiatan budidaya yang menggunakan biofiltrasi, kandungan bahan organik dan amonia di dalam petak pemeliharaan relatif lebih rendah dibandingkan dengan tambak pemeliharaan yang tidak menggunakan sistem biofiltrasi.

Tujuan penelitian adalah mengetahui pengaruh perbedaan kepadatan rumput laut sebagai bioremedian dalam sistem budidaya polikultur dengan kepiting bakau (*S. serrata*) terhadap

kandungan amonia (NH_3), nitrit (NO_2^-), nitrat (NO_3^-), mengetahui laju pertumbuhan keping bakau (*S. serrata*) dan rumput laut *Gracilaria* sp. pada sistem budidaya polikultur.

MATERI DAN METODE

Menggunakan hewan uji keping bakau (*S. serrata*) yang didapatkan dari tambak di sekitar Balai Besar Pengembangan Budidaya Air Payau (BBPBAP) Jepara dengan total keseluruhan 60 ekor. Menurut Siahainenia (2004) keping terlebih dahulu dilakukan adaptasi terhadap kondisi yang ada di dalam bak pemeliharaan selama kurang lebih 5 hari. Wadah uji menggunakan akuarium kaca besar sebanyak 12 buah ukuran 60 cm x 30 cm x 35 cm dan ketebalan 0,5 cm dan akuarium kecil berukuran 11 cm x 11 cm x 11 cm sebanyak 60 buah. Masing-masing wadah uji dilengkapi peralatan filtrasi yang tersusun batu zeolit, kapas, batu zeolit dan *bio ball* (Yudha, 2009), *waterpump* dan lampu fluorescent 40 watt setara dengan ± 3000 lux sebagai sumber pencahayaan untuk kehidupan rumput laut (Ariyanti, 2012). Media air pemeliharaan berupa air laut yang diperoleh dari perairan Jepara kemudian difilter dan disterilkan. Air yang dibutuhkan saat penelitian yaitu sebanyak 21 liter untuk masing-masing akuarium (wadah uji). Sehingga apabila menggunakan 12 buah akuarium maka keseluruhan air yang digunakan sebanyak 252 liter. Pakan yang digunakan berupa ikan Lele segar diperoleh dari pasar dalam keadaan hidup (segar). Pemberian pakan dilakukan 2 kali sehari yaitu pagi dan sore hari sebanyak 3% dari berat biomassa keping.

Penelitian menggunakan metode eksperimental laboratoris menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) yaitu dengan 4 perlakuan yaitu A (0 g rumput laut)/(kontrol), B (100 g rumput laut), C (200 g rumput laut) dan D (300 g rumput laut) dengan 3 kali pengulangan. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Basah Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Diponegoro Semarang. Akuarium berukuran 60 cm x 30 cm x 35 cm dengan ketebalan 0,5 cm diisi air laut steril sebanyak 21 liter. Hewan uji keping bakau (*S. serrata*) dimasukkan ke dalam akuarium kecil berukuran 11 cm x 11 cm x 11 cm ditutup dengan jaring-jaring berukuran 25 cm x 25 cm dengan *mesh size* 3 mm. Masing-masing akuarium 60 cm x 30 cm x 35 cm diisi dengan 5 ekor keping bakau. Secara Keseluruhan dibutuhkan 60 ekor keping bakau untuk mengisi 12 akuarium

Hewan uji diberi pakan ikan Lele segar. Pemberian pakan dilakukan 2 kali sehari yaitu pagi dan sore hari sebanyak 3% dari berat biomassa. Rumput laut *Gracilaria* sp. di timbang seberat 100 g, 200 g, dan 300 g. Pada perlakuan A tidak diisi dengan rumput laut (kontrol), perlakuan B diisi rumput laut sebanyak 100 g, perlakuan C diisi rumput laut sebanyak 200 g dan perlakuan D diisi rumput laut sebanyak 300 g. Masing-masing perlakuan diulang sebanyak 3 kali pengulangan. Rumput laut diletakkan mengambang pada akuarium berukuran 60 cm x 30 cm x 35 cm dengan dibungkus jaring-jaring berukuran 60 cm dengan *mesh size* 1 cm. Tujuan dari dibungkusnya rumput laut dengan jaring-jaring tersebut adalah agar rumput laut tersebut tidak berceceran saat terkena arus.

Masing-masing akuarium dipasang *waterpump* (berfungsi sebagai alat bantu pompa air dan sirkulasi air) yang dihubungkan ke filter fisik. Hal ini bertujuan untuk sistem sirkulasi dan menyaring kotoran yang berada di air akuarium. *Waterpump* dihidupkan sepanjang hari selama 30 hari masa penelitian. Sepanjang 12 akuarium (wadah uji) dipasang 3 buah lampu fluorescent 40 watt dengan ketinggian kurang lebih 20 cm sebagai sumber pencahayaan rumput laut (perlakuan uji) yang dinyalakan saat malam hari atau saat berkurangnya cahaya matahari.

Pertumbuhan Mutlak Keping Bakau (*S. serrata*) dan Rumput Laut *Gracilaria* sp.

Mengukur pertumbuhan bobot mutlak, panjang karapas mutlak, lebar karapas mutlak keping bakau dan berat mutlak rumput laut dapat dihitung dengan rumus :

$$\Delta W = \overline{W_t} - W_o$$

Dengan :

ΔW = Laju pertumbuhan berat rumput laut mutlak (g)

W_o = Rata-rata berat rumput laut awal (g)

W_t = Rata-rata berat rumput laut akhir (g) (Steffens, 1989)

$$\Delta CW = CW_1 - CW_0$$

Dimana :

ΔCW =Pertumbuhan bobot/panjang/lebar mutlak karapas

CW_1 =Bobot/panjang/lebar karapas pada akhir penelitian;

CW_0 =Bobot/panjang/lebar karapas pada awal penelitian(Steffens, 1989)

Laju Pertumbuhan Harian Kepiting Bakau

Penentuan laju pertumbuhan harian kepiting bakau dapat dihitung dengan rumus :

$$\text{Laju pertumbuhan harian} \\ \frac{W_1 - W_0}{\ln \frac{W_1 - W_0}{t}}$$

$$\text{Laju pertumbuhan harian (\%)} \ln \frac{W_1 - W_0}{t} \times 100\%$$

Dengan :

W_1 = bobot/panjang/lebar akhir (g)

W_0 = bobot/panjang/berat awal(g)

T = lamanya waktu penelitian (Changbo *et al.*, 2004)

Penentuan laju pertumbuhan harian *Gracilaria* sp. dapat menggunakan rumus :

Laju pertumbuhan harian

$$\ln \frac{W_n - W_0}{t}$$

$$\text{Laju pertumbuhan harian (\%)} \ln \frac{W_n - W_0}{t} \times 100\%$$

Dengan :

W_n =berat akhir (g)

W_0 =berat awal(g)

T =lamanya waktu penelitian (Anggadiredja *et al.*, 2008)

Pengukuran Panjang, Lebar Karapas, dan Berat Tubuh

Setiap individu kepiting diukur panjangnya mulai dari ujung depan (anterior) sampai ujung belakang (posterior) karapas. Lebar karapas mulai diukur mulai dari ujung kiri sampai ujung kanan duri ke -5, sedangkan bobot tubuhnya ditimbang dengan menggunakan Timbangan Analitik (Alimudin, 2000).

Parameter Lingkungan

Kualitas perairan suhu, salinitas, pH, dan oksigen terlarut (DO) diukur setiap 1 minggu sekali yaitu pada hari ke-0, 7, 14, 21, dan 30 dengan 3 kali pengulangan. Analisis amonia (NH_3), nitrit (NO_2^-), nitrat (NO_3^-) dilakukan pada hari ke-0, 15 dan 30 dengan menggunakan spektrofotometer dengan 3 kali pengulangan.

Analisis Data

Data yang didapatkan dianalisis dengan menggunakan aplikasi SPSS. Data hasil analisis pengukuran kandungan amonia (NH_3), nitrit (NO_2^-), nitrat (NO_3^-), dianalisis dengan menggunakan analisis covarian dengan uji lanjutan Tukey dan analisis regresi.

Data hasil pengukuran laju pertumbuhan spesifik harian bobot, panjang karapas dan lebar karapas kepiting bakau menggunakan Analisis Varian dengan uji lanjutan Tukey, dan data hasil pengukuran laju pertumbuhan spesifik harian berat rumput laut dianalisis dengan menggunakan Analisis Varian dengan uji lanjutan Tukey.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kandungan Amonia (NH₃) pada Media Pemeliharaan

Kandungan amonia (NH₃) tertinggi dihasilkan pada perlakuan A yaitu sebesar 0,47 mg/L dan D dengan kandungan sebesar 0,37 mg/L. Hasil analisis covariate menunjukkan bahwa di antara perlakuan perbedaan kepadatan rumput laut yang diberikan dapat memberikan pengaruh yang sangat berbeda nyata terhadap kandungan amonia (NH₃) dalam media pemeliharaan kepiting bakau ($p < 0,05$).

Hasil analisis hubungan antara perlakuan A, B, C dan D dengan kandungan amonia (NH₃) pada media pemeliharaan menunjukkan adanya hubungan yang cukup erat. Hal ini dibuktikan oleh adanya persamaan linear dengan nilai r sebesar 0,7004. Berdasarkan persamaan tersebut menunjukkan semakin besar pemberian perlakuan rumput laut pada media pemeliharaan kepiting bakau sebagai agen bioremediasi menyebabkan kandungan amonia (NH₃) semakin menurun (Gambar 1).

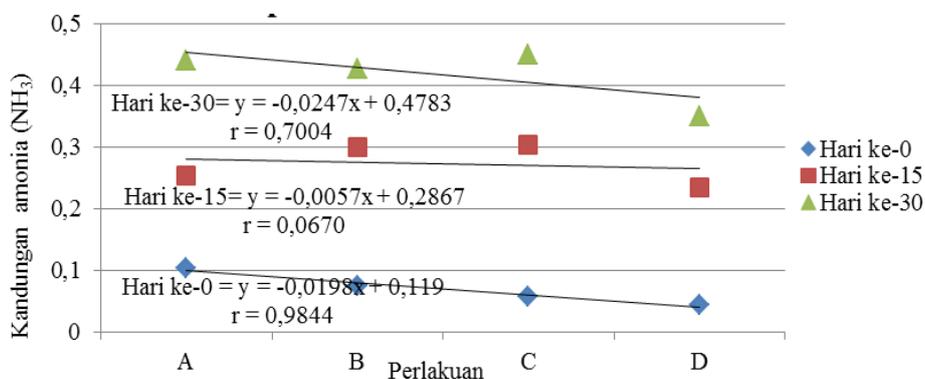
Menurut Markus dan Burhanuddin (2014), petakan yang memproduksi rumput laut lebih banyak kandungan amoniannya lebih rendah bila dibandingkan dengan petakan yang memproduksi rumput laut yang lebih sedikit karena semakin padat rumput laut dalam tambak akan semakin besar dalam pemanfaatan nutrisi amonia yang terkandung di dalamnya. Menurut Izzati (2004), bahwa pada kegiatan budidaya yang menggunakan biofiltrasi, kandungan bahan organik dan amonia di dalam petak pemeliharaan relatif lebih rendah dibandingkan dengan tambak pemeliharaan yang tidak menggunakan sistem biofiltrasi. Hal ini disebabkan karena rumput laut mampu menyerap ion-ion amonia, nitrat dan fosfat. Menurut Begon *et al.* (1990), *Gracilaria* lebih menyukai amonia dan nitrat dibandingkan dengan nitrit.

Semakin lamanya waktu percobaan akan tetap menyebabkan kandungan amonia semakin meningkat. Hal ini menurut Boyd (1990), diperkirakan, disebabkan oleh meningkatnya jumlah sisa pakan yang tidak dikonsumsi akibat pemberian pakan yang semakin meningkat jumlahnya berlangsung secara terus menerus setiap hari. Choo dan Tanaka, (2000), sisa pakan yang terlarut dalam air yang mengandung protein, akan terhidrolisis menjadi asam amino dan kemudian terjadi proses *deaminasi oksidatif* (suatu reaksi kimiawi pada metabolisme yang melepaskan gugus amina dari molekul senyawa asam amino, gugus amina yang terlepas akan terkonversi menjadi amonia) akan menghasilkan amonia.

Kandungan Nitrit (NO₂⁻) pada Media Pemeliharaan

Kandungan nitrit (NO₂⁻) tertinggi dihasilkan pada perlakuan A (0 g rumput laut) yaitu sebesar 0,24 mg/L hingga 0,4 mg/L, kandungan nitrit terendah dihasilkan pada perlakuan D (300 g rumput laut) sebesar 0,13 mg/L hingga 0,26 mg/L.

Hasil analisis covariate menunjukkan bahwa diantara perlakuan perbedaan kepadatan rumput laut yang diberikan dapat memberikan pengaruh yang sangat berbeda nyata terhadap kandungan nitrit (NO₂⁻) dalam media pemeliharaan kepiting bakau ($p < 0,05$).



Gambar 1. Hubungan Pemberian Perlakuan dengan Kandungan Amonia (NH₃) pada Media Pemeliharaan

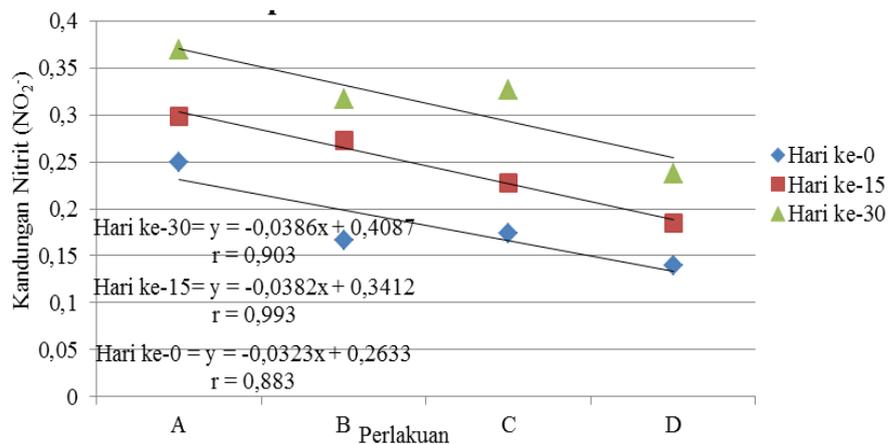
Hasil analisis hubungan antara perlakuan A, B, C dan D dengan kandungan nitrit (NO_2^-) pada media pemeliharaan menunjukkan adanya hubungan yang erat. Hal ini dibuktikan oleh adanya persamaan linear dengan nilai r sebesar 0,903. Berdasarkan persamaan tersebut menunjukkan semakin besar pemberian perlakuan rumput laut pada media pemeliharaan kepiting bakau sebagai agen bioremediasi menyebabkan kandungan nitrit (NO_2^-) semakin menurun (Gambar 2).

Hal ini dapat dijelaskan oleh pendapat Markus dan Burhanuddin (2014), bahwa semakin padat rumput laut yang ditebarkan pada tambak, maka pemanfaatan nutrisi yang terkandung di dalamnya akan semakin besar.

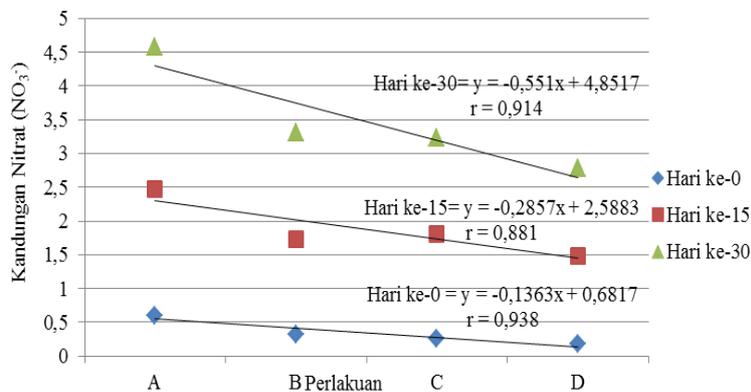
Semakin lamanya waktu percobaan akan tetap menyebabkan kandungan nitrit semakin meningkat. Hal ini karena kandungan nitrit tergantung pada jumlah amonia. Semakin tinggi jumlah amonia, maka kandungan nitrit dalam perairan semakin meningkat (Wetzel, 1983). pH pada perlakuan A, B, C dan D termasuk rendah, sehingga mengganggu proses lanjutan dari nitrifikasi yang menyebabkan penumpukan nitrit. Bakteri nitrifikasi dapat bekerja secara optimum pada pH 8 dan berkurang secara nyata pada $\text{pH} < 7$ (Handersend-Seller, 1987). Selain itu Menurut Begon *et al.* (1990), untuk pertumbuhan *thallusnya* rumput laut *Gracilaria* lebih menyukai amonia dan nitrat dibandingkan dengan nitrit.

Kandungan Nitrat (NO_3^-) pada Media Pemeliharaan

Kandungan nitrat (NO_3^-) tertinggi dihasilkan oleh perlakuan A (0 g rumput laut) yaitu sebesar 0,6 mg/L hingga 4,59 mg/L dan kandungan nitrat (NO_3^-) terendah dihasilkan oleh perlakuan D (300 g rumput laut) sebesar 0,16 mg/L hingga 2,87 mg/L.



Gambar 2. Hubungan Pemberian Perlakuan dengan Kandungan Nitrit (NO_2^-) pada Media Pemeliharaan



Gambar 3. Hubungan Pemberian Perlakuan dengan Kandungan Nitrat (NO_3^-) pada Media Pemeliharaan

Hasil analisis kovarian, pemberian masing-masing perlakuan rumput laut yang berbeda pada media pemeliharaan menunjukkan pengaruh yang berbeda sangat nyata terhadap kandungan nitrat (NO_3^-).

Hasil analisis hubungan antara perlakuan A, B, C dan D dengan kandungan nitrat (NO_3^-) pada media pemeliharaan menunjukkan adanya hubungan yang erat. Hal ini dibuktikan oleh adanya persamaan linear dengan nilai r sebesar 0,914. Berdasarkan persamaan tersebut menunjukkan semakin besar pemberian perlakuan rumput laut pada media pemeliharaan kepiting bakau sebagai agen bioremediasi menyebabkan kandungan nitrat (NO_3^-) semakin menurun (Gambar 3).

Hal ini dapat dijelaskan oleh Izzati (2004), yang menyatakan rumput laut mampu menyerap ion-ion amonia, nitrat dan fosfat. Rumput laut memanfaatkan nitrat sebagai nutrisi yang dibutuhkan untuk pertumbuhannya. Menurut Rheinheimer *et al.* (1988) dalam Barus (2004), nitrat merupakan zat nutrisi yang dibutuhkan tumbuhan untuk dapat tumbuh dan berkembang. Menurut Yusuf *et al.* (2001), nitrat diserap oleh akar tumbuh-tumbuhan dan diolah menjadi protein yang nantinya merupakan sumber makanan bagi hewan air. Menurut penelitian Markus dan Burhanuddin (2014), semakin padat penebaran rumput laut pada tambak maka akan menyebabkan pemanfaatan nutrisi yang terkandung di dalamnya semakin besar. Begon *et al.* (1990), amonia dan nitrat lebih disukai *Gracilaria* dibandingkan dengan nitrit. Nitrat penting untuk pertumbuhan *thallus* rumput laut, begitu juga halnya dengan fosfat yang memiliki peranan penting untuk mempercepat dan memperkuat pertumbuhan tanaman muda menjadi tanaman dewasa. Menurut Komarawidjaya (2006), *Gracilaria* mempunyai kemampuan untuk mengurangi substansi organik melalui penyerapan nitrat dalam air sebesar 0,1219-0,1806 mg/L per hari.

Semakin lamanya waktu percobaan akan tetap menyebabkan kandungan nitrit semakin meningkat. Keadaan jumlah nitrat dalam perairan ditentukan oleh jumlah amonia dan nitrit (Wetzel, 1983). Nitrat merupakan zat hara yang penting bagi pertumbuhan dan metabolisme fitoplankton yang merupakan indikator untuk mengevaluasi kualitas dan tingkat kesuburan perairan. Namun bila kedua zat ini konsentrasinya sangat besar di perairan dan melebihi nilai ambang batas maka terjadi eutrofikasi (pengayaan zat hara) yang ditandai dengan terjadinya *blooming* fitoplankton yang dapat lebih lanjut menyebabkan kematian berbagai jenis biota laut. Sumber utama nitrat berasal dari perairan itu sendiri yaitu melalui proses-proses penguraian pelapukan ataupun dekomposisi tumbuh-tumbuhan dan sisa-sisa organisme mati (Feriaita dan Fachrul *et al.*, 2005).

Parameter Lingkungan Media Pemeliharaan

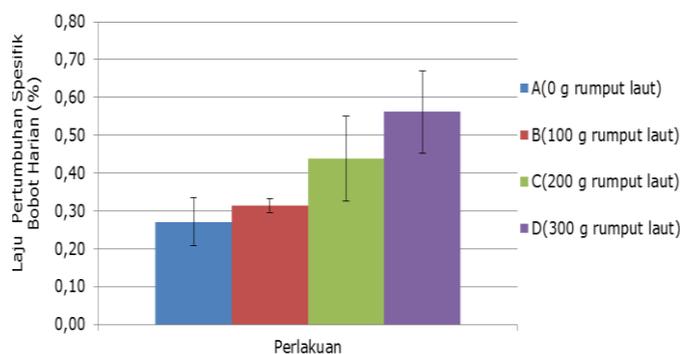
Hasil pengukuran kualitas lingkungan seperti suhu, pH, salinitas dan oksigen terlarut menunjukkan bahwa media pemeliharaan A, B, C dan D masih layak untuk kehidupan

Tabel 1. Parameter Lingkungan pada Media Pemeliharaan

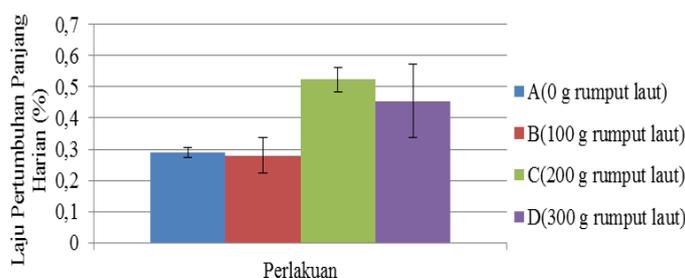
Akuarium	Parameter Lingkungan			
	Suhu ($^{\circ}\text{C}$)	pH	Salinitas (g/L)	Oksigen terlarut (mg/L)
A	26-29	6-7	28-33	4,06-4,90
B	26-29	6-7	28-29,33	4,43-4,75
C	26-29	6-7	28-29	4,63-4,82
D	26-28	6-7	28-29	4,67-5,09
Baku Mutu untuk kehidupan Kepiting Bakau	23-32 $^{\circ}\text{C}$ (Rukmini, 2009)	7,5-8,5 (Sulaeman <i>et al.</i> 2010)	15 g/L - 26 g/L (Iskandar, 2002) dan (Susanto, 2008)	> 4,0 mg/L (Murwani, 2006)

Laju Pertumbuhan Spesifik Harian Kepiting Bakau

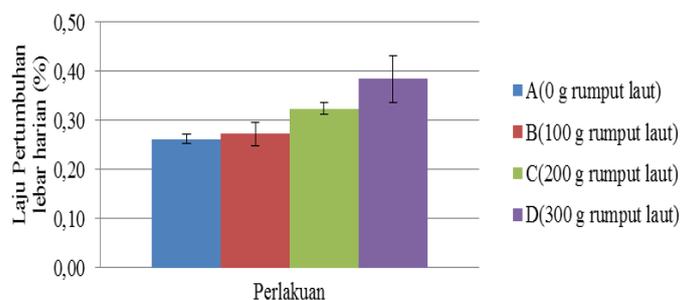
Laju pertumbuhan spesifik harian kepiting bakau dapat dilihat pada Gambar 5, Gambar 6 dan Gambar 7. Laju pertumbuhan spesifik bobot harian kepiting bakau tertinggi pada perlakuan D yaitu 0,56 % per hari dan terendah pada perlakuan A yaitu 0,30 %. Hasil analisis varian menunjukkan bahwa pemberian perlakuan rumput laut memiliki pengaruh yang nyata terhadap laju pertumbuhan bobot spesifik harian kepiting bakau, ditunjukkan oleh nilai $p < 0,05$ (Gambar 5)



Gambar 5. Histogram Laju Pertumbuhan Spesifik Bobot Harian Kepiting Bakau (*S. serrata*)



Gambar 6. Histogram Laju Pertumbuhan Spesifik Panjang Harian Kepiting Bakau (*S. serrata*)



Gambar 7. Histogram Laju Pertumbuhan Spesifik Lebar Harian Kepiting Bakau (*S. serrata*)

Laju pertumbuhan spesifik panjang harian kepiting bakau tertinggi pada perlakuan C yaitu 0,52 % per hari dan terendah pada perlakuan B yaitu 0,28 %. Hasil analisis varian menunjukkan bahwa pemberian perlakuan rumput laut memiliki pengaruh yang sangat nyata terhadap laju pertumbuhan spesifik panjang harian kepiting bakau, ditunjukkan oleh nilai $p < 0,05$.

Laju pertumbuhan spesifik lebar harian kepiting bakau tertinggi pada perlakuan D yaitu 0,38 % per hari dan terendah pada perlakuan A yaitu 0,26 %.

Hasil analisis varian menunjukkan bahwa pemberian perlakuan rumput laut memiliki pengaruh yang sangat nyata terhadap laju pertumbuhan spesifik lebar harian kepiting bakau, ditunjukkan oleh nilai $p < 0,05$.

Adanya perbedaan nyata laju pertumbuhan spesifik harian kepiting bakau karena adanya perbedaan padat pemberian perlakuan rumput laut yang diberikan pada media pemeliharaan, sehingga dari perbedaan pemberian kepadatan rumput laut juga akan mempengaruhi kualitas air pada media pemeliharaan yang akan berdampak langsung pada pertumbuhan kepiting bakau.

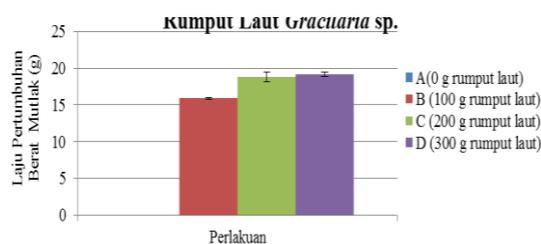
Kandungan amonia (NH_3) pada seluruh media pemeliharaan melebihi ambang batas untuk kehidupan keping bakau yaitu dengan kandungan amonia (NH_3) > 0,3 mg/L. Menurut Lailiyul dan Diana (2008) nilai amonia yang didapatkan selama penelitian berkisar antara 0-0,3 mg/L. Kisaran nilai amonia tersebut masih dalam kondisi yang layak untuk pertumbuhan keping soka. Hal ini dijelaskan oleh Kuntiyo *et al.* (1994) dalam Sulaeman *et al.* (2010) bahwa kondisi amonia yang tinggi dapat menyebabkan meningkatnya konsumsi oksigen oleh jaringan, merusak insang, dan mengurangi kemampuan darah untuk mengangkut oksigen. Menurut Boyd (1990) peningkatan konsentrasi amonia dalam perairan akan menurunkan ekskresi amonia oleh hewan akuatik. Akibatnya, tingkat amonia dalam darah dan jaringan lain akan mengalami peningkatan. Hal ini akan mengakibatkan perubahan pH darah dan akan mempengaruhi reaksi enzimatik serta stabilitas membran pada hewan. Amonia juga menyebabkan meningkatnya konsumsi oksigen oleh jaringan, menimbulkan kerusakan pada insang dan menurunkan kemampuan transportasi oksigen.

Menurut Wortman dan Wheatson (1991) dalam Fauzzia *et al.* (2013), akumulasi amonia yang tinggi dalam hemolimfe mengindikasikan peningkatan aminogenesis yang berhubungan dengan tingkat kelangsungan hidup yang rendah, peningkatan konsumsi oksigen, penurunan pertumbuhan yang berpengaruh pada hemolimfe dan asam amino bebas serta dapat menyebabkan mortalitas tinggi. Oleh sebab itu media pemeliharaan keping bakau konsentrasi amonianya tidak boleh melebihi dari 0,3 mg/L yang dapat menyebabkan penurunan pertumbuhan dan menyebabkan mortalitas tinggi.

Kandungan nitrit pada seluruh media pemeliharaan masih dalam batas aman untuk kehidupan keping bakau, sehingga akan mempengaruhi pertumbuhan keping bakau itu sendiri. Menurut penelitian Soelkifli (2013), kandungan nitrit pada perairan dengan kisaran antara 0,015-4,72 mg/L merupakan kandungan yang tinggi bagi keping bakau. Karena apabila nitrit melebihi batas toleransinya akan menyebabkan keracunan pada keping bakau. Menurut Boyd (1990) hewan Crustaceae mengandung hemocyanin. Van Wyk dan Scarpa (1999), pada crustaceae mekanisme toksisitas nitrit tidak sepenuhnya dipahami, karena crustaceae mempunyai pigmen darah (haemocyanin) yang berbeda dibandingkan ikan. Walaupun demikian diduga mekanisme toksisitas nitrit pada crustaceae tidak berbeda jauh, karena nitrit yang tinggi menurunkan toleransi crustaceae terhadap oksigen. Menurut Prihadi (2003) dalam Darmawan (2008), nitrit sangat toksik terhadap ikan namun kurang toksik terhadap udang. Pigmen darah pada udang adalah haemocyanin yang masih dapat mengangkut oksigen walaupun ada nitrit sebagai agen oksidasi. Walaupun demikian, kadar nitrit yang banyak (lebih dari 0,1 ppm) juga berbahaya bagi udang.

Perlakuan A, B, C menghasilkan kandungan nitrat melebihi ambang batas untuk kehidupan keping, sehingga akan mempengaruhi pertumbuhannya. Kandungan nitrat (NO_3^-) > 3 mg/L pada media pemeliharaan berarti sangat membahayakan bagi pertumbuhan organisme budidaya seperti keping bakau. Menurut Wardoyo (1982), dinyatakan bahwa konsentrasi nitrat 0,3 – 0,9 mg/L cukup baik untuk mendukung pertumbuhan organisme, konsentrasi nitrat 0,9 – 3,5 mg/L merupakan konsentrasi optimum bagi pertumbuhan organisme, dan konsentrasi > 3,5 mg/L sangat membahayakan perairan sehingga mempengaruhi pertumbuhan organisme. Laju pertumbuhan spesifik harian *Gracilaria* sp. tertinggi pada perlakuan B 0,48 % per hari dan terendah pada D 0,21 % per hari (Gambar 8). Hasil analisis varian menunjukkan bahwa laju pertumbuhan berat spesifik rumput laut pada masing-masing perlakuan berbeda sangat nyata ($p < 0,05$).

Laju Pertumbuhan Spesifik Harian Rumput Laut *Gracilaria* sp.



Gambar 8. Histogram Laju Pertumbuhan Spesifik Berat Harian Rumput Laut (*Gracilaria* sp.)

Adanya perbedaan laju pertumbuhan spesifik rumput laut dikarenakan menurut Yulina dan Susilowati (2013), pertumbuhan harian rumput laut juga dipengaruhi berat bibit yang digunakan dalam budidaya. Berat bibit yang lebih kecil akan memberikan pertumbuhan yang lebih cepat. Pengaruh tersebut dikarenakan berat bibit yang kecil mempunyai ruang tumbuh yang lebih luas. Hal ini disebabkan karena pada padat penebaran yang lebih sedikit rumput laut dapat menyerap nutrisi lebih banyak. Pada padat tebar yang tinggi akan menghambat masuknya cahaya akibat penutupan bayangan dari populasi rumput laut itu sendiri dan menyebabkan proses fotosintesis kurang optimal sehingga menyebabkan penyerapan nutrisi pada *Gracilaria* sp. berkurang dan kurang terpenuhi kebutuhan nutrisi rumput laut untuk tumbuh dengan baik.

Soelistyowati *et al.* (2014) menyatakan rata-rata laju pengambilan N and P oleh *thallus* rumput laut ini diperkirakan sebesar 10,64 dan 0,38 $\mu\text{mol/g}$ bobot kering per hari. Doty dan Glenn (1981) komposisi N dan P di perairan juga mempengaruhi pertumbuhan rumput laut. Unsur hara diperlukan dalam proses fotosintesis dalam menunjang pertumbuhan.

KESIMPULAN

Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini adalah Perbedaan pemberian kepadatan rumput laut *Gracilaria* sp. sebagai bioremediasi pada sistem budidaya polikultur kepiting bakau (*S. serrata*) berpengaruh terhadap kandungan amonia (NH_3), nitrit (NO_2^-), nitrat (NO_3^-). Kandungan amonia (NH_3) tertinggi pada perlakuan A yaitu berkisar 0,1 mg/L hingga 0,47 mg/L dan kandungan amonia terendah pada perlakuan D yaitu berkisar 0,04 mg/L hingga 0,37 mg/L. Kandungan nitrit (NO_2^-) tertinggi pada perlakuan A, yaitu berkisar 0,24 mg/L - 0,4 mg/L, dan terendah pada perlakuan D dengan kandungan sebesar 0,13 mg/L - 0,26 mg/L. Kandungan nitrat (NO_3^-) tertinggi pada perlakuan A yaitu berkisar antara 0,6 mg/L hingga 4,59 mg/L, dan terendah pada perlakuan D dengan kandungan sebesar 0,16 mg/L hingga 2,87 mg/L. Laju pertumbuhan spesifik bobot harian kepiting bakau (*S. serrata*) pada perlakuan A 0,27 % per hari, B 0,31 % per hari, C 0,44 % per hari dan D 0,56 % per hari. Laju pertumbuhan spesifik panjang karapas harian kepiting bakau (*S. serrata*) pada perlakuan A 0,29 % per hari, B 0,28 % per hari, C 0,52 % per hari dan D 0,45 % per hari. Laju pertumbuhan spesifik lebar karapas harian kepiting bakau (*S. serrata*) pada perlakuan A 0,26 % per hari, B 0,27 % per hari, C 0,32 % per hari dan D 0,38 % per hari. Laju pertumbuhan spesifik berat harian rumput laut *Gracilaria* sp. pada perlakuan A 0 % (kontrol / tidak diberi rumput laut), B 0,49 % per hari, C 0,3 % per hari dan D 0,21 % per hari. Perbedaan pemberian kepadatan rumput laut *Gracilaria* sp. sebagai bioremediasi pada sistem budidaya polikultur kepiting bakau (*S. serrata*) berpengaruh terhadap laju pertumbuhan spesifik harian kepiting bakau (*S. serrata*) dan laju pertumbuhan spesifik harian rumput laut *Gracilaria* sp.

DAFTAR PUSTAKA

- Alimudin.2000. Analisis Morfometrik dan Tingkat Kematangan Gonad Kepiting Bakau (*Scylla serrata*) di Perairan Teluk Lawele Kabupaten Buton Sulawesi Tenggara.[Skripsi]. Jurusan Perikanan Universitas Haluoleo Kendari, Kendari.
- Anggadiredja, J. T., Zalnika, A., Purwanto, H. dan Istini, S. 2008. Rumput Laut Pembudidayaan, Pengolahan dan Pemasaran Komoditas Perikanan Potensial. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Ariyanti, D. dan Nurcahyani, I. 2012. Studi Karakteristik Biopolimer *Gracilaria verrucosa* sebagai Bahan Penjerap. J. Ilmu Lingkungan., 10(2): 85-88.
- Barus, T. A. 2004. Pengantar Limnologi Studi Tentang Ekosistem Air Daratan. USU Press, Medan.
- Begon, M. J., Harper, C. R., dan Townsend. 1990. Ecology, Populations and Communities, Blackwell Scientific Publications, London.
- Boyd, C. E. 1990. Water Quality in Ponds Aquaculture. Alabama Agriculture Experimental Station. Auburn University, Alabama.
- Changbo, Z., Shuanglin, D., Fang, W. dan Guoqiang, H.. 2004. Effects of Na/K ratio in seawater on growth and energy budget of juvenile *Litopenaeus vannamei*. Aquaculture, 234: 485-496.
- Choo, P. S. dan Tanaka, K. 2000. Nutrient Levels in Ponds During the Grow-Out and Harvest Phase of *Penaeus monodon* Under Semi Intensif or Intensive Culture. Journal of JIRCAS., 8:13-20.

- Darmawan, D. B. 2008. Pengaruh Pemupukan Susulan terhadap Kualitas Media dan Proses Budidaya Udang Vannamei (*Litopenaeus vannamei*) pada Tambak Tradisional Plus. Jurnal Sumberdaya Perairan.,4(2):1-5.
- Effendi, E. 2004. Pengantar Akuakultur. Penebar Swadya, Jakarta.
- Effendi, H. 2003. Telaah Kualitas Air bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan. Cetakan Kelima. Kanisius, Yogyakarta.
- Fauzzia, M., Izza, R. dan Widiasta, N. 2013. Penyisihan Amoniak dan Kekeruhan pada Sistem Resirkulasi Budidaya Kepiting dengan Teknologi Membran Biofilter. Jurnal Teknologi Kimia dan Industri., 2(2):155-161.
- Ferianita., Fachrul, M., Haeruman., dan Sitepu, L. C. 2005. Komunitas Fitoplankton sebagai BioIndikator Kualitas Perairan Teluk Jakarta. Dalam: Seminar Nasional MIPA di Jakarta Tanggal 24-26 November 2005. FMIPA Universitas Indonesia.
- Gufron, M., dan Kordi, H. 2000. Budidaya kepiting dan Ikan Bandeng di tambak system polikultur, Semarang, Dahara Prize.
- Hendersend-Seller, B. dan Markland, H. R. 1987. Decaying Lakes, The Origin and Control of Cultural Eutrophication. John Wiley and Sons, Britain.
- Izzati, M. 2004. Pertumbuhan Rumput Laut *Gracillaria verrucosa* dan *Sargassum polycistum* yang Ditanam di Perairan Tambak, SELLULA, ISSN: 0854-5367.
- Izzati, M. 2011. Perubahan Kandungan Ammonia, Nitrit dan Nitrat dalam Air Tambak pada Model Budidaya Udang Windu Dengan Rumput Laut *Sargassum plagyophyllum* dan Ekstraknya. Laboratorium Biologi dan Struktur Fungsi Tumbuhan FMIPA Undip., 13(2):80-84.
- Kanna dan Iskandar. 2002. Budidaya Kepiting Bakau Pembenihan dan Pembesaran. Kanisius, Yogyakarta.
- Keenan, C. P., Davie, P. J. F. dan Mann D. L. 1998. A Revision Of The Genus *Scylla* De Haan, 1833 (Crustacea : Decapoda : Brachyura : Portunidae). National University of Singapore, The Raffles Bulletin Of Zoology 46 (1) : 217 – 245.
- Komarawidjaya, W. 2006. Manfaat Rumput Laut (*Gracilaria* sp.) sebagai Biofilter Pencemaran Limbah Organik Nitrogen. Jurnal Hidrosfir Indonesia., 1(3):116-119.
- Larosa, R., Hendrarto, B. dan Nitisupardjo, M. 2013. Identifikasi sumberdaya kepiting bakau (*scylla* sp) yang didaratkan di TPI Kabupaten Tapanuli Tengah. Journal of Management of Aquatic Resources, 2(3):180-189.
- Lailiyul, Q. S., Istiyanto, S. dan Diana, R. 2014. Pengaruh Persentase Jumlah Pakan Buatan yang Berbeda terhadap Pertumbuhan dan Kelulushidupan Kepiting Bakau (*Scylla paramamosain*). Journal of Aquaculture Management and Technology, 3(4) : 18-25.
- Markus, M. dan Burhanuddin. 2014. Uji Lapang Teknologi Polikultur Udang Windu (*Penaeus Monodon Fab.*), Ikan Bandeng (*Chanos Chanos forskal*) dan Rumput Laut (*Gracilaria Verrucosa*) di Tambak Desa Borimasunggu Kabupaten Maros. Journal of Fisheries Science and Technology (IJFST) Jurnal Saintek Perikanan., 10 (1) : 30-36.
- Rachmat, R. 1999. Potensi Algae Coklat di Indonesia dan Prospek Pemanfaatannya. Pra Kipnas VII Forum Komunikasi Ikatan Fikologi Indonesia (IFI) , Serpong, Gedung DRN, Puspitek, 8 September 1999:31-35.
- Rukmini, Siti, A dan Noor A. F. 2009. Rekrayasa Teknologi Pembesaran Kepiting Bakau (*Scylla* spp.) di Tambak untuk Meningkatkan Taraf Hidup Masyarakat. [Laporan Penelitian Hibah Kompetitif Sesuai Prioritas Nasional Batch II Tahun 2009 Tema Pengentasan Kemiskinan]. Universitas Lambung Mangkurat Banjarmasin. 1-52 hlm.
- Santoso, A. D., Komarawidjaya, W., Darmawan, R. A., dan Arman, E. 2007. Studi Kemampuan Rumput Laut dalam Penyerapan Nutrien. Jurnal Hidrosfir Indonesia., 2(1):32-36.
- Septian, R., Samidjan, I. dan Rachmawati, D. 2013. Pengaruh Pemberian Kombinasi Pakan Ikan Rucah dan Buatan yang Diperkaya Vitamin E terhadap Pertumbuhan dan Kelulushidupan Kepiting Bakau (*Scylla paramamosain*). Journal of Aquaculture Management and Technology, 2:1.
- Siahainenia, L. 2008. Bioekologi Kepiting bakau (*Scylla* spp.) di Ekosistem Mangrove Kabupaten Subang Jawa Barat. [Disertasi]. Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor, Bogor.

- Soelkifli, S., Ibrahim M. H. dan Yusnaini. 2013. Sintasan dan Pertumbuhan Larva Kepiting Bakau (*Scylla paramamosain*) Zoea 2 sampai Zoea 5 Melalui Pemberian Jenis Bakteri Probiotik yang Berbeda. *Jurnal Mina Laut Indonesia*, 03 (12) : 81-93. September 2013 ISSN : 2303-3959.
- Steffans. 1989. *Principles of Fish Nutrition*. Elis Howard Limited, England. 384 pp.
- Sulaeman, Widodo A. F, dan Herlinah, J. 2010. Polikultur Kepiting Bakau (*Scylla serrata*) dan Rumput Laut (*Gracilaria verrucosa*) dengan Metode Tebar yang Berbeda. *Dalam: Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur 2010*. Balai Riset Perikanan Budidaya Air Payau, hlm.211-219.
- Susanto, G. N dan Murani, S. 2006. Analisis secara Ekologis Tambak Alih Lahan pada Kawasan Potensial untuk Habitat Kepiting Bakau (*Scylla spp.*). *Dalam : Prosiding Seminar Nasional Limnologi 2006*. Puslit Limnologi-LIPI, hlm.28-292.
- Syahid, M., Subhan, A., dan Armando, R. A. 2006. *Budidaya Udang Organik Secara Polikultur*. Penebar Swadaya, Jakarta, 75 hlm.
- Van, W. P., dan Scarpa, J.. 1999. *Water Quality Reuirements and management*. Chapter 8 in. *Farming Marine Shrimp in Recirculating Freshwater Systems*. Prepared by Peter Van Wyk, Megan Davis-Hodgkins, Rolland Laramore, Kevan L., Main, JoeMaountain, Jhon Scarpa. Florida Departement of Agriculture and Consumers Services. Harbor Branch Oceanographic Institution.
- Wardoyo, S. T. H. 1982. *Kriteria Kualitas Air untuk Keperluan Pertanian dan Perikanan*. *Dalam: Prosiding Training Analisis Dampak Lingkungan.*, PPLH-UNDP-PSL.
- Wetzel, R. G. 1983. *Limnology*, Second edition. Saunders College Publishing, Toronto.
- Yudha, P. A. 2009. *Efektifitas Penambahan Zeolit terhadap Kinerja Filter Air dalam Sistem Resirkulasi pada Pemeliharaan Ikan Arwana *Sceleropages formosus* di Akuarium*. [Skripsi]. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Institut Pertanian Bogor, Bogor, 45 hlm.
- Yulina, S. P dan Susilowati. 2013. Pengaruh Padat Penebaran Terhadap Kelulushidupan dan Pertumbuhan Udang Vanname (*Litopenaeus Vannamei*) serta Produksi Biomassa Rumput Laut (*Gracilaria sp.*) pada Budidaya Polikultur. *Journal of Aquaculture Management and Technology.*, 2(3): 12-19.
- Yusuf, M., Handoyo, G., Suryosaputro, A. dan Subardjo, P. 2001. *Kondisi Kualitas Air dan Struktur Hewan Makrozoobenthos di Muara Sungai Tapak*. [Laporan Penelitian Lembaga Penelitian]. Universitas Diponegoro Semarang, Semarang. 64 hlm.