

**PERTUMBUHAN DAN KANDUNGAN AGAR RUMPUT LAUT (*Gracilaria sp.*)
SEBAGAI BAHAN FITOREMEDIASI DALAM BUDIDAYA UDANG VANAME
(*Litopenaeus vannamei*)**

SKRIPSI

OLEH :

**VIDA KURNIAWATI
NIM. 135080501111094**



**PROGRAM STUDI BUDIDAYA PERAIRAN
JURUSAN MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
Juli 2018**

**PERTUMBUHAN DAN KANDUNGAN AGAR RUMPUT LAUT (*Gracilaria sp.*)
SEBAGAI BAHAN FITOREMEDIASI DALAM BUDIDAYA UDANG VANAME
(*Litopenaeus vannamei*)**

SKRIPSI

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Meraih Gelar Sarjana Perikanan
Di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan
Universitas Brawijaya**

OLEH :

**VIDA KURNIAWATI
NIM. 135080501111094**



**PROGRAM STUDI BUDIDAYA PERAIRAN
JURUSAN MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
Juli 2018**

SKRIPSI

**PERTUMBUHAN DAN KANDUNGAN AGAR RUMPUT LAUT (*Gracilaria.sp.*)
SEBAGAI BAHAN FITOREMEDIASI DALAM BUDIDAYA UDANG VANAME
(*Litopenaeus vannamei*)**

Oleh :

**VIDA KURNIAWATI
NIM. 135080501111094**

Telah dipertahankan didepan penguji
pada tanggal 04 Juli 2018
dan telah memenuhi syarat

Menyetujui,
Dosen Pembimbing I

**(Dr. Yunita Maimunah, S.Pi, M.Sc.)
NIP. 19780625 200501 2 002**

TANGGAL:

18 JUL 2018

Dosen Pembimbing II

**(Ir. Ellana Sanoesi, MP)
NIP. 19630924 199803 2 001**

TANGGAL: 18 JUL 2018

Mengetahui,
Ketua Jurusan Manajemen Sumberdaya Perairan



(Dr. Ir. Muhamad Firdaus, MP.)

NIP. 19680919 200501 1 001

TANGGAL: 18 JUL 2018



IDENTITAS TIM PENGUJI

Judul : **PERTUMBUHAN DAN KANDUNGAN AGAR RUMPUT LAUT (*Gracilaria* sp.) SEBAGAI BAHAN FITOREMEDIASI DALAM BUDIDAYA UDANG VANAME (*Litopenaeus vannamei*)**

Nama Mahasiswa : VIDA KURNIAWATI

NIM : 135080501111094

Program Studi : Budidaya Perairan

PENGUJI PEMBIMBING:

Pembimbing 1 : DR. YUNITA MAIMUNAH, S.Pi., MSc

Pembimbing 2 : IR. ELLANA SANOESI, MP

PENGUJI BUKAN PEMBIMBING:

Dosen Penguji 1 : SETO SUGIANTO PRABOWO RAHARDJO, ST., MT

Dosen Penguji 2 : WAHYU ENDRA KUSUMA, S.Pi., MP., DSc

Tanggal Ujian : 04 JULI 2018

RIWAYAT HIDUP



Penulis yang dilahirkan di Trenggalek, Jawa Timur pada tanggal 15 Maret 1995, merupakan anak tunggal dalam keluarga Bapak Sumadi dan Ibu Siti Ruqoyah. Pada tahun 2000, penulis memulai jenjang pendidikan di MIM Kamulan Durenan. Tahun 2006 sampai dengan tahun 2009, penulis menempuh pendidikan menengah pertama di SMP Semesta SMPN 1 Durenan. Kemudian pendidikan menengah atas ditempuh pada tahun 2009 hingga tahun 2012 di SMAN 1 Pakel Tulungagung dengan dasar bidang Ilmu Pengetahuan Alam (IPA). Pada tahun 2013, penulis terdaftar sebagai mahasiswi jurusan Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya, Malang. Untuk memenuhi gelar sarjana perikanan, penulis melakukan penelitian dengan judul **“Pertumbuhan dan Kandungan Agar Rumput Laut (*Gracilaria* sp.) Sebagai Bahan Fitoremediasi dalam Budidaya Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*)”** di bawah bimbingan Dr. Yunita Maimunah, S.Pi., MSc dan Ir. Ellana Sanoesi, MP.

UCAPAN TERIMAKASIH

Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan puja dan puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat, hidayah dan karuniaNya sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik. Tidak lupa pula penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Orang Tua penulis Siti ruqoyah dan Imam Sirajudin yang telah mendoakan dan memberi support, cinta dan kasih sayang, serta kerja kerasnya yang menjadikan sebuah motivasi terhadap penulis.
2. Ibu Dr. Yunita Maimunah, S.Pi., MSc dan Ir. Ellana Sanoesi, MP selaku dosen pembimbing yang telah membimbing penulis sampai penelitian dan skripsi ini selesai.
3. Bapak Seto Sugianto Prabowo Rahardjo, ST., MT dan Bapak Wahyu Endra Kusuma, S.Pi., MP., DSc selaku penguji yang dengan sabar membimbing, memotivasi, memberikan ilmu dan bersedia meluangkan waktunya untuk penulis.
4. Rekan Tim Fitoremediasi Gracilaria: Abdurrachman Faisal, Stepani Sitinjak dan Wiragia siin Aprilia yang telah menjadi penyemangat, pengingat dan membantu dalam penelitian dan pengerjaan skripsi.
5. Sahabat tercinta Alya Yusriyyah, Annisa nurvitasari, Iga puspa wardani, Lian Yupita Ria, Dedi mahadika, yang telah membantu dan selalu memberi semangat.
6. Teman-teman AQUA GT Budidaya Perairan 2013 yang telah ikut serta mendukung penyelesaian skripsi ini. Seluruh pihak yang sudah membantu penulis selama penelitian.

Malang, 04 Juli 2018

Penulis

RINGKASAN

VIDA KURNIAWATI. Skripsi tentang Pertumbuhan dan Kandungan Agar Rumput Laut (*Gracilaria* sp.) Sebagai Bahan Fitoremediasi Dalam Budidaya Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) (di bawah bimbingan **Dr. Yunita Maimunah, S.Pi, M.Sc dan Ir. Ellana Sanoesi, MP.**)

Rumput laut sebagai upaya untuk pemulihan kualitas air, akibat pencemaran ekosistem perairan, dapat dilakukan dengan berbagai jenis teknologi yang sederhana maupun teknologi yang kompleks. *Gracilaria* memiliki kemampuan dalam menyerap nitrogen (N) dan posfor (P). *Gracilaria* mampu dengan cepat mereduksi kandungan nutrisi terlarut dalam air buangan tambak budidaya salah satunya dengan cara fitoremediasi. Fitoremediasi merupakan salah satu metode yang menggunakan tumbuhan untuk menghilangkan, memindahkan, menstabilkan atau menghancurkan bahan pencemar baik berupa senyawa organik maupun anorganik.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui bagaimana pengaruh pertumbuhan dan kandungan agar *Gracilaria* sp. dengan bobot yang berbeda sebagaimana digunakan untuk bahan fitoremediasi terhadap udang vaname (*Litopenaeus vannamei*). Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Budidaya Ikan divisi Reproduksi UPT Perikanan Air Tawar Sumber Pasir. Fakultas Perikanan dan Ilmu Perikanan Universitas Brawijaya, Malang pada tanggal 15 Oktober 2017 – 17 November 2017.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental dan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari empat perlakuan dan tiga ulangan. Perlakuan yang digunakan yaitu bobot Rumput laut (*Gracilaria* sp) 100 g, 300 g, 450 g, 600 g. Padat tebar udang vaname dalam penelitian ini 90 ekor per akuarium. Masa pemeliharaan rumput laut (*Gracilaria* sp) dan udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) selama 30 hari. Parameter utama yang diukur adalah pertumbuhan dan kandungan agar. Parameter penunjang yang diukur adalah suhu, DO, pH, salinitas, orthophosfat, nitrat dan ammonia.

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilaksanakan, maka dapat disimpulkan bahwa penggunaan *Gracilaria* sp. Sebagai bahan fitoremediasi untuk budidaya udang vanname memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan dan kualitas air akan tetapi tidak memberikan pengaruh terhadap kandungan agar. Pertumbuhan terbaik diperoleh pada perlakuan B dengan nilai pertumbuhan rumput laut (*Gracilaria* sp.) sebesar 450 g dengan titik optimum 419 g.

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur kehadiran Tuhan yang Maha Esa, atas limpahan rahmat dan hadirat-Nya, penulis dapat menyajikan skripsi yang berjudul **“Pertumbuhan dan Kandungan Agar Rumput Laut (*Gracilaria* sp.) Sebagai Bahan Fitoremediasi dalam Budidaya Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*)”**.

Skripsi ini dilaksanakan guna memenuhi syarat untuk memperoleh gelas sarjana perikanan. Penulis berharap skripsi ini berguna bagi pihak yang memerlukan sebagai suatu referensi. Skripsi ini menjelaskan materi mengenai pertumbuhan rumput laut (*Gracilaria* sp.) sebagai agen fitoremediasi dari berbagai sumber literatur serta metode penelitian.

Sangat disadari bahwa dengan kekurangan dan keterbatasan yang dimiliki penulis, tetapi masih dirasakan banyak kekurangan, oleh karena itu penulis mengharapkan saran yang membangun agar skripsi ini bermanfaat bagi yang membutuhkan.

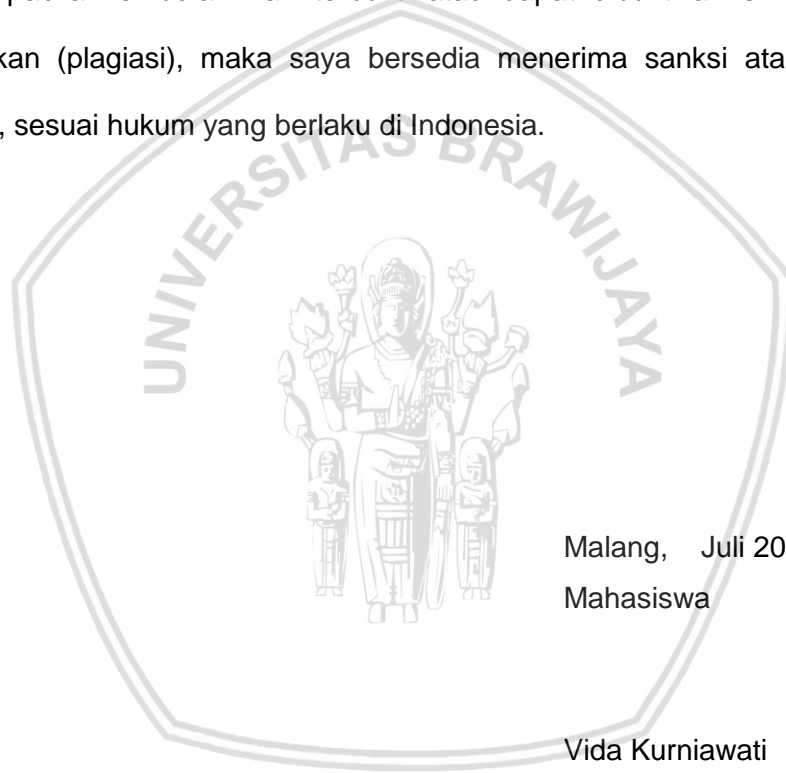
Malang, Juli 2018

Penulis

PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam usulan skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali yang tertulis dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil penjiplakan (plagiasi), maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut, sesuai hukum yang berlaku di Indonesia.



Malang, Juli 2018
Mahasiswa

Vida Kurniawati
135080501111094

DAFTAR ISI

	Halaman
IDENTITAS TIM PENGUJI	iii
PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iv
RIWAYAT HIDUP	v
UCAPAN TERIMA KASIH.....	vi
ABSTRAK	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
1. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Hipotesis.....	3
1.6 Tempat dan Waktu	4
2. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Rumput Laut <i>Gracilaria</i> sp.	5
2.1.1 Klasifikasi dan Morfologi	5
2.1.2 Penyebaran dan Habitat	6
2.1.3 Reproduksi	7
2.1.4 Faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhan <i>Gracilaria</i> sp.	7
2.2 Udang Vanname (<i>Litopenaeus vannamei</i>).....	8
2.2.1 Klasifikasi dan Morfologi	8
2.2.2 Penyebaran dan Habitat	9
2.2.3 Reproduksi	10
2.2.4 Faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhan Udang Vaname	10
2.3 Manfaat dan Kegunaan Rumput Laut	11

2.4	Fitoremediasi	12
2.5	Kualitas Air Rumput Laut <i>Gracilaria</i> sp.	12
2.5.1	Suhu.....	12
2.5.2	Salinitas.....	13
2.5.3	Nitrat (NO ₃).....	13
2.5.4	Derajat Keasaman (pH)	14
2.5.5	Oksigen Terlarut (DO)	14
2.5.6	Amonia	15
2.5.6	Orthofosfat.....	15
3.	MATERI DAN METODE PENELITIAN17
3.1	Materi Penelitian	17
3.1.1	Alat Penelitian	17
3.1.2	Bahan Penelitian	18
3.2	Metode Penelitian.....	19
3.3	Rancangan Penelitian.....	20
3.4	Prosedur Penelitian	21
3.4.1	Persiapan Penelitian.....	21
3.4.2	Pelaksanaan Penelitian	23
3.5	Parameter Uji.....	24
3.5.1	Parameter Utama	24
3.5.2	Parameter Penunjang.....	25
3.6	Analisis Data	26
4.	HASIL DAN PEMBAHASAN28
4.1	Pertumbuhan <i>Gracilaria</i> sp.	28
4.2	Kandungan Agar Rumput Laut (<i>Gracilaria</i> sp.)	30
4.3	Kualitas Air Selama Penelitian.....	32
5.	KESIMPULAN DAN SARAN35
5.1	Kesimpulan.....	35
5.2	Saran.....	35
	DAFTAR PUSTAKA.....	.36
	LAMPIRAN39

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Rumput laut <i>Gracilaria verrucosa</i>	6
2. Morfologi Udang vaname <i>Litopenaeus vannamei</i>	9
3. Denah Penelitian	20
4. Desain Konstruksi	22
5. Grafik Regresi Pertumbuhan Rumput Laut	28



DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Alat Penelitian.....	17
2. Bahan Penelitian.....	18
3. Rerata Pertumbuhan Rumput Laut (<i>Gracilaria sp.</i>)	27
4. Hasil Uji Sidik Ragam Pertumbuhan Rumput Laut (<i>Gracilaria sp.</i>)	27
5. Uji BNT Pertumbuhan Rumput Laut (<i>Gracilaria sp.</i>).....	28
6. Rerata Kandungan Agar Rumput Laut (<i>Gracilaria sp.</i>).....	30
7. Uji Sidik Ragam Kandungan Agar Rumput Laut (<i>Gracilaria sp.</i>).....	30
8. Hasil Kualitas Air Selama Penelitian	31



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Alat-alat Penelitian	38
2. Bahan-bahan Penelitian.....	42
3. Skema Kerja Penelitian.....	44
4. Perhitungan Pertumbuhan Rumput Laut (<i>Gracilaria sp.</i>).....	45
5. Perhitungan Kandungan Agar Rumput Laut (<i>Gracilaria sp.</i>).....	55
6. Data Kualitas Air Harian.....	58
7. Data Kualitas Air Mingguan.....	62



1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sebagai Negara yang dikelilingi oleh lautan, Indonesia mempunyai banyak potensi untuk mengembangkan dan memanfaatkan kekayaan lautnya terutama rumput laut. Indonesia merupakan salah satu Negara penghasil dan pengeksport rumput laut yang cukup penting di Asia. Pada daerah lain pengembangan budidaya rumput laut sudah cukup intensif, namun mengalami penurunan akhir-akhir ini (Atmadja, 1996).

Rumput laut merupakan salah satu sumber daya alam hayati laut yang sangat potensial di Indonesia khususnya di Kalimantan Barat yang memiliki luas laut dan panjang pantai yang luas. Terdapat 18.000 jenis rumput laut dan 25 jenis diantaranya mempunyai nilai ekonomis tinggi. Perairan pantai Indonesia memiliki 555 jenis rumput laut dan empat jenis diantaranya dikenal sebagai komoditas ekspor, yaitu *Euchema* sp., *Gracillaria* sp., *Gellidium* sp., dan *Sargassum* sp. Pemanfaatan rumput laut dewasa ini sedang dikembangkan, terutama rumput laut sebagai sumber pakan bagi ikan, sumber makanan suplemen bagi manusia, sumber bahan baku obat-obatan dan kosmetik, fitoremediasi pencemaran dan pupuk biologi (Utomo dan Asmawit, 2012).

Salah satu rumput laut yang banyak dibudidayakan yaitu *Gracilaria* sp. Untuk tumbuh dan berkembang, *Gracilaria* membutuhkan cahaya, karbondioksida, oksigen serta nutrisi. Cahaya dibutuhkan untuk proses fotosintesa, yaitu karbondioksida akan diubah menjadi karbohidrat (senyawa organik). Sebaliknya, oksigen dibutuhkan untuk respirasi atau merombak senyawa yang mempunyai molekul besar menjadi senyawa-senyawa dengan molekul yang lebih kecil dan energi. Seperti pernyataan Mubarak (1991) menyatakan bahwa pertumbuhan

rumpun laut dipengaruhi oleh beberapa faktor baik internal maupun eksternal. Faktor internal yang berpengaruh antara lain: jenis galur, bagian talus yang ditanam dan umur. Sedangkan faktor eksternal adalah keadaan lingkungan fisika, dan kimia yang dapat berubah menurut ruang dan waktu, penanganan bibit, perawatan tanaman dan metoda budidaya.

Rumput laut sebagai upaya untuk pemulihan kualitas air, akibat pencemaran ekosistem perairan, dapat dilakukan dengan berbagai jenis teknologi yang sederhana maupun teknologi yang kompleks. Namun, secara biologi, pengolahan limbah dengan memanfaatkan rumput laut spesies tertentu dari jenis *Gracilaria* dan *Eucheuma*, dipandang lebih sederhana dengan daya adaptasi yang tinggi, mudah pemeliharaannya dan memiliki nilai ekonomis. *Gracilaria* memiliki kemampuan dalam menyerap nitrogen (N) dan posfor (P). Kemampuan *Gracilaria* dalam menyerap Nitrogen dalam air yang tercemar bahan organik mencapai konsentrasi 0,4 gram N/m²/hari. Selain itu, *Gracilaria* mampu dengan cepat mereduksi kandungan nutrisi terlarut dalam air buangan tambak budidaya (Komarawidjaja, 2005).

Fitoremediasi adalah penggunaan tumbuhan untuk menghilangkan polutan dari tanah atau perairan yang terkontaminasi. Fitoremediator tersebut dapat berupa herba, semak bahkan pohon (Juhaeti *et al.*, 2005). Fitoremediasi merupakan salah satu metode yang menggunakan tumbuhan untuk menghilangkan, memindahkan, menstabilkan atau menghancurkan bahan pencemar baik berupa senyawa organik maupun anorganik. Perlakuan dengan menggunakan organisme hidup semakin mendapat perhatian karena merupakan alternatif yang efektif, murah dan aman secara ekologis. Dasar dari fitoremediasi adalah adanya kemampuan tumbuhan mengakumulasi logam atau senyawa organik (fitoakumulasi) sesuai dengan karakteristik tumbuhan yang digunakan (Arisusanti dan Purwani, 2013).

1.2 Rumusan Masalah

Gracilaria sp. merupakan jenis rumput laut yang mempunyai toleransi cukup luas terhadap faktor-faktor lingkungannya. Rumput laut (*Gracilaria* sp.) selain daya akumulasinya tinggi terhadap nitrogen juga mampu memanfaatkan limbah bahan organik sebagai sumber nutrisi untuk kebutuhan energi dan pertumbuhan. *Gracilaria* sp. dijadikan metode yang digunakan untuk menjaga kualitas air dalam budidaya Udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) dengan sistem fitoremediasi. Berdasarkan bahasan tersebut maka dapat dirumuskan permasalahan yaitu: Apakah rumput laut *Gracilaria* sp dapat tumbuh dengan baik apabila dijadikan sebagai bahan fitoremediasi oleh udang vaname (*Litopenaeus vannamei*)?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan pelaksanaan penelitian ini adalah untuk mengetahui bagaimana pengaruh pertumbuhan dan kandungan agar *Gracilaria* sp. dengan bobot yang berbeda sebagaimana digunakan untuk bahan fitoremediasi terhadap udang vaname (*Litopenaeus vannamei*).

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh pertumbuhan dan kandungan agar *Gracilaria* sp. dengan bobot yang berbeda yang digunakan sebagai bahan fitoremediasi untuk udang vaname (*Litopenaeus vannamei*).

1.5 Hipotesis

H₀: Bobot rumput laut (*Gracilaria* sp.) yang berbeda sebagai bahan fitoremediasi pada udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) diduga tidak memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan dan kandungan agar rumput laut.

H₁: Bobot rumput laut (*Gracilaria* sp.) yang berbeda sebagai bahan fitoremediasi pada udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) diduga memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan dan kandungan agar rumput laut.

1.6 Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Budidaya Ikan divisi Reproduksi Ikan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan dan UPT Perikanan Air Tawar Sumber Pasir Universitas Brawijaya, Malang pada bulan 15 Oktober 2017 – 17 November 2017.



2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Rumput Laut *Gracilaria sp.*

2.1.1 Klasifikasi dan Morfologi *Gracilaria sp.*

Menurut Dawes (1981), klasifikasi dari rumput laut (*Gracilaria sp.*) adalah sebagai berikut :

Divisio : Rhodophyta

Classis : Rhodophyceae

Ordo : Gigartinales

Familia : Gracilariaceae

Genus : *Gracilaria*

Species : *Gracilaria sp.*

Rumput laut marga *Gracilaria* memiliki ciri-ciri umum, yaitu bentuk thallus yang memipih atau silindris, tipe percabangan yang tidak teratur membentuk rumpun dan pada pangkal percabangan thallus menyempit. *Gracilaria sp.* adalah rumput laut yang termasuk golongan alga merah. Alga laut diklasifikasikan menjadi makroalga dan mikroalga. Makroalga secara umum digolongkan menjadi tiga, yaitu alga merah (Rhodophyceae), alga hijau (Chlorophyceae), dan alga coklat (Phaeophyceae) yang umumnya disebut sebagai rumput laut (Soegiarto et al., 1978).

Menurut Aslan (1993) *Gracilaria sp.* memiliki ciri sebagai berikut (Gambar 1):

- 1) Thalli berbentuk silindris atau gepeng dengan percabangan, mulai dari yang sederhana sampai pada yang rumit dan rimbun.
- 2) Diatas percabangan umumnya bentuk thalli agak mengecil.
- 3) Perbedaan bentuk, struktur dan asal usul pembentukan organ reproduksi sangat penting dalam perbedaan tiap spesies.

- 4) Warna thalli beragam mulai dari warna hijau cokelat, merah, pirang, merah-coklat, dan sebagainya.
- 5) Substansi thalli menyerupai gel atau lunak seperti tulang rawan.



Gambar 1. *Gracilaria* sp (Murdinah et al., 2012).

2.1.2 Penyebaran dan Habitat *Gracilaria* sp.

Rumput laut ini pada habitat aslinya mendiami wilayah 300 – 1000 m dari garis pantai. *Gracilaria* sp. termasuk rumput laut yang bersifat *euryhalin*, sifat tersebut dapat terlihat dari kemampuan hidupnya pada perairan bersalinitas 15-30 ppt. Pertumbuhan *Gracilaria* sp. diketahui lebih baik di tempat dangkal yang memiliki intensitas cahaya tinggi dari pada di tempat dalam. Suhu yang optimum untuk pertumbuhan adalah 20-28°C dan pH optimum antara 6-9. Pada umumnya *G.verrucosa* terdapat karang yang berarus sedang (Anggadiredja *et al.*, 2006)

Rumput laut *G.verrucosa* umumnya terdapat di daerah dengan kondisi tertentu. Kebanyakan tumbuh di daerah pasang surut (intertidal) atau pada daerah yang selalu terendam air (subtidal) melekat pada substrat di dasar perairan yang berupa karang batu mati, karang batu hidup, batu gamping atau cangkang molusca. Umumnya genus *Gracilaria* sp. tumbuh dengan baik di daerah pantai karang (*reef*). Hal ini dikarenakan pada tempat tersebut beberapa persyaratan untuk pertumbuhan rumput laut dapat terpenuhi, diantaranya adalah faktor kedalaman perairan, cahaya, substrat dan pergerakan air. Habitat khas rumput

laut adalah daerah yang memperoleh aliran air laut tetap. *Gracilaria* lebih menyukai variasi suhu harian yang kecil dan substrat batu karang yang mati. Rumput laut ini tumbuh mengelompok dengan berbagai jenis rumput laut lainnya (Alifiati, 2012).

2.1.3 Reproduksi *Gracilaria* sp.

Reproduksi rumput laut pada proses fertilisasi terjadi setelah spermatium mencapai trikogin dan karpogonium, meleburkan intinya dan bersatu dengan inti telur. Zygot yang dihasilkan mengalami pembelahan menjadi sel-sel yang bersifat diploid. Kelompok sel yang diploid tersebut dinamakan karposporofit. Karposporofit dapat dianggap sebagai gametofit betina karena mengambil makanan darinya. Inti-inti diploid tersebut dapat terbawa ke sel-sel lain dalam gametofit betina melalui filamen *coblast*. Akibatnya dalam satu kali fertilisasi dapat terbentuk karposporofit diploid yang akan tumbuh menjadi tetrasporofit (Iksan, 2005).

Rumput laut pada umumnya dapat bereproduksi dengan dua cara diantaranya secara generatif (seksual) dan vegetatif (aseksual), pernyataan ini sesuai dengan pendapat Meiyana *et al.* (2001) bahwa, reproduksi pada rumput laut dapat terjadi melalui dua cara diantaranya reproduksi dengan cara generatif dan vegetatif. Reproduksi *G.verrucosa* dalam kegiatan usaha budidaya rumput laut *G.verrucosa*, umumnya dilakukan dengan cara vegetatif melalui penyetekan (pemotongan *thallus*) yang nantinya digunakan sebagai bibit untuk dikembangkan secara produktif.

2.1.4 Faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhan *Gracilaria* sp.

Faktor yang mempengaruhi pertumbuhan rumput laut menurut Kadi dan Atmadja (1988), yang menyatakan bahwa berbagai faktor-faktor lingkungan

sangat berpengaruh dalam proses reproduksi rumput laut seperti suhu, salinitas, cahaya, gerakan air (arus) dan unsur hara (nitrat dan fosfat).

Menurut khasanah (2013), kondisi perairan sangat menentukan keberhasilan budidaya rumput laut. Pemilihan perairan yang tepat akan berdampak pada pertumbuhan rumput laut yang baik, begitupun sebaliknya. Faktor fisika kimia serta biologi harus diperhatikan dalam budidaya rumput laut. Faktor fisika diantaranya adalah gelombang, arus, suhu, kedalaman, kecerahan dan pasang surut, faktor kimia yang harus diperhatikan adalah salinitas, pH, DO dan nutrisi, sedangkan faktor biologi yang dapat mempengaruhi pertumbuhan rumput laut antara lain organisme yang menempel dan hewan herbivor.

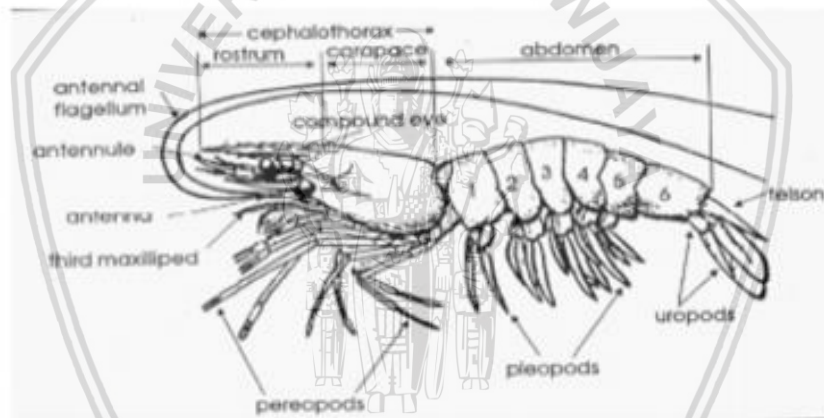
2.2 Udang Vanname (*Litopenaeus vannamei*)

2.2.1 Klasifikasi dan Morfologi Udang Vanname

Udang vaname memiliki nama latin *Litopenaeus vannamei*. Hal ini sesuai dengan pernyataan Boone (1931) bahwa klasifikasi udang vaname sebagai berikut:

Kingdom	: Animalia
Filum	: Arthropoda
Sub filum	: Crustacea
Kelas	: Malacostraca
Ordo	: Decapoda
Sub ordo	: Dendrobranchiata
Super family	: Penaeoidea
Family	: Penaeidea
Genus	: <i>Litopenaeus</i>
Spesies	: <i>Litopenaeus vannamei</i>

Menurut Haliman dan Adijaya (2006), udang vaname terdiri atas kepala dan perut (abdomen). Kepalanya dilengkapi oleh antenula, antenna, mandibula dan sepasang *maxilla*. Pada kepala terdapat 5 pasang kaki jalan (*periopod*), yang dilengkapi 2 pasang *maxillae* dan 3 pasang *maxilliped*. Sedangkan pada perut terdiri atas 6 ruas dan 5 pasang kaki renang (*pleopod*) serta sepasang uropod yang menyerupai kipas bersama-sama *telson*, yang berfungsi sebagai pengatur keseimbangan renang. Perbedaan antara udang vaname dengan udang yang lain adalah warna tubuhnya yang cenderung putih transparan, tidak seperti udang windu atau udang galah yang memiliki warna cerah dan mencolok. Gambar morfologi udang vaname ditampilkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Morfologi Udang Vaname (Haliman dan Adijaya,2005)

2.2.2 Habitat dan Penyebaran

Menurut Liao dan Chien (2011), udang vaname (*L. Vannamei*) adalah udang yang memiliki sifat *euryhaline* atau memiliki toleransi salinitas yang luas. Udang ini dapat bertahan pada salinitas rendah (1-2 ppt), dan pada salinitas tinggi (40 ppt). Benih dan juvenile udang menghuni dasar perairan yang berlumpur dengan suhu 25-32°C, salinitas 28-34 psu, dan kedalaman air 70 cm. Sedangkan pada udang dewasa menghuni perairan dengan salinitas 35-35 psu dan pada kedalaman air 30-50 m.

Udang vaname sebenarnya bukan udang lokal atau asli Indonesia. Udang ini berasal dari Meksiko yang kemudian mengalami kemajuan pesat dalam pembudidayanya dan menyebar ke Hawaii hingga Asia. Budidaya udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) di Asia pertama kali adalah di Taiwan pada akhir tahun 1990 dan pada akhir merambah ke berbagai negara di Asia diantaranya Indonesia dan mulai meningkat pada tahun 2001-2002 (Fegan, 2003).

2.2.3 Reproduksi Udang Vanname

Organ reproduksi udang vannamei betina dari sepasang ovarium, oviduk, lubang genital, dan *thelycum*. Oogonia diproduksi secara mitosis dari epitelium germinal selama kehidupan reproduktif dari udang betina. Oogonia mengalami meiosis, berdiferensiasi menjadi oosit, dan di kelilingi oleh sel-sel folikel. Oosit yang dihasilkan akan menyerap material kuning telur (*yolk*) dari darah induk melalui sel-sel folikel (Wyban *et al.*, 1991).

Organ reproduksi utama dari udang jantan adalah testes, vasa deferens, petasma, dan apendiks maskulina. Sperma udang memiliki flagella. Selama perjalanan melalui vas deferens, sperma yang berdiferensiasi dikumpulkan dalam cairan fluid dan melingkupinya dalam sebuah *chitinous spermatophore* (Wyban *et al.*, 1991).

2.2.4 Faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhan Udang Vaname

Kualitas atau mutu air sangat berpengaruh terhadap kelangsungan hidup hewan air, termasuk udang. Pada air yang berkualitas baik, udang dapat hidup dengan baik, tumbuh dengan cepat, dan tidak mudah terserang penyakit. Sementara itu kualitas air yang kurang baik dapat menyebabkan nafsu makan udang menurun, mudah terserang penyakit dan stres, bahkan dapat menyebabkan kematian. Oleh karena itu kualitas air harus dijaga dengan baik agar tidak kendala dalam pemeliharaan (Sarifin *et al.* 2014)

Menurut Prapaiwong (2011), udang vaname (*L. vannamei*) merupakan udang yang memiliki toleransi terhadap salinitas yang luas dari 0 hingga 45 ppt. Salinitas optimum pada kegiatan budidaya udang vaname berkisar 0,5-28,3 ppt. Udang vaname (*L. vannamei*) dapat hidup pada salinitas yang rendah apabila pada perairan tersebut terkandung ion utama yang cukup. Adapun nilai pH optimum pada pemeliharaan udang vaname (*L. vannamei*) berkisar antara 7,5 hingga 8,0. Udang vaname akan mengkonsumsi oksigen lebih tinggi jika salinitas air dibawah 25 ppt dan pada suhu lebih rendah dari 20 °C. Oksigen yang dikonsumsi oleh udang vaname (*L. vannamei*) akan lebih stabil jika suhu pada media air sebesar suhu 25–30 °C.

2.3 Manfaat dan Kegunaan Rumput Laut

Rumput laut *Gracilaria* banyak digunakan sebagai bahan baku pembuatan agar. Agar sudah dikenal oleh masyarakat hampir di seluruh Indonesia sebagai bahan makanan, bahan industri farmasi atau industri lainnya. Pemakaian dalam makanan antara lain adalah sebagai bahan pengental, stabilitor dan pengemulsi. Di bidang kosmetika, agar berguna untuk pembuatan salep, krem, sabun dan pembersih muka. Pemakaian dalam industri lainnya yaitu sebagai bahan aditive dalam prosesnya antara lain industri kertas, tekstil, fotografi odol (Itung dan Marthen, 2003)

Secara biologi, pengelolaan limbah dengan memanfaatkan rumput laut jenis *Gracilaria* dipandang lebih berpeluang, mengingat metode aplikasi sangat sederhana. *Gracilaria* memiliki kemampuan dalam menyerap nitrogen (N) dan pospor (P). Kemampuan *Gracilaria* dalam menyerap Nitrogen dalam air yang tercemar bahan organik mencapai konsentrasi 0,4 gram N per m² per hari. Rumput laut tersebut dengan cepat mampu mereduksi kandungan nutrisi terlarut dalam air buangan tambak budidaya (Jones, 2003).

2.4 Fitoremediasi

Fitoremediasi adalah suatu teknologi pemanfaatan tumbuhan untuk mengurangi bahkan menghilangkan kehadiran bahan pencemar didalam tanah dan air. Fitoremediasi menjadi pilihan yang menjanjikan, mengingat tidak membutuhkan biaya yang besar dan secara estetik mendukung upaya penghijauan lingkungan. Untuk mengantisipasi kegiatan pembangunan di badan air, khususnya di perairan tambak, teknologi fitoremediasi dilakukan dengan memanfaatkan tanaman yang memiliki kemampuan menyimpan atau mengakumulasi didalam selnya (fitoekstraksi) (Black, 1995).

Sebagai bahan fitoremediasi *Gracilaria* sp. Memiliki kemampuan yang sesuai untuk dimanfaatkan sebagai tanaman penyaring (Biofilter), Penyimpanan (Bioakumulator), dan biomonitoring. Pemanfaatan *Gracilaria* sp. Sebagai agen fitoremediasi tidak terbatas pada pengelolaan pencemaran dikawasan budidaya tambak, tetapi dapat diterapkan dengan memanfaatkan lahan kurang produktif untuk dijadikan salah satu tempat proses pengelolaan perairan tercemar, sehingga lahan dimana tanaman agen fitoremediasi tumbuh menjadi produktif dan ekonomis (Komarawidjaja, 2005).

2.5 Kualitas Air Rumput Laut *Gracilaria* sp.

Kualitas air yang baik sangat diperlukan untuk pertumbuhan rumput laut, dengan adanya kualitas air yang bagus pastinya rumput laut akan bisa tumbuh dan berkembang dengan baik. Berikut kualitas air untuk pertumbuhan rumput laut *Gracilaria* sp. yaitu:

2.5.1 Suhu

Faktor suhu air dalam permukaan perairan di Indonesia umumnya berkisar antara 28-31⁰ C. Suhu air di permukaan dipengaruhi oleh kondisi meteorologi

seperti curah hujan, penguapan, kelembaban udara, kecepatan angin dan intensitas cahaya matahari. Oleh karena itu suhu di permukaan biasanya mengikuti pola arus musiman (Nontji, 1993).

Gracilaria sp. dapat tumbuh diberbagai kedalaman, namun pada umumnya pertumbuhan jenis ini lebih baik di tempat dangkal dari pada di tempat yang dalam. Di samping itu, sebagian besar *Gracilaria* sp. lebih menyukai intensitas cahaya yang tinggi dan suhu merupakan faktor penting untuk pertumbuhan serta perkembangbiakannya. Suhu optimum untuk pertumbuhan adalah antara 20-28°C (Mustofa, 2013).

2.5.2 Salinitas

Rumput laut juga mempunyai kisaran yang optimum untuk pertumbuhan. Menurut Atmadja *et al.* (1996), salinitas merupakan salah satu parameter fisika yang berpengaruh terhadap pertumbuhan rumput laut. Setiap jenis rumput laut memiliki toleransi yang berbeda terhadap salinitas. Kisaran salinitas untuk budidaya *Gracilaria* sp.

Menurut Mustofa (2013), salinitas yang baik untuk pertumbuhan rumput laut *G. verrucosa* berkisar antara (23 –30) ppt dan yang optimum adalah berkisar antara (27–30) ppt, sedangkan salinitas pada saat pemeliharaan rumput laut *Gracilaria* sp. pada kultur pemeliharaan sebesar 30 ppt. Penurunan dan peningkatan salinitas di atas batas optimum tidak menyebabkan kematian, tetapi mengakibatkan rumput laut kurang elastis mudah patah dan pertumbuhannya akan terhambat.

2.5.3 Nitrat (NO₃)

Nitrifikasi yang merupakan proses oksidasi ammonia menjadi nitrit dan nitrat adalah proses yang penting dalam siklus nitrogen dan berlangsung pada kondisi aerob. Nitrat dapat digunakan untuk mengelompokkan tingkat kesuburan

perairan. Perairan oligotrofik memiliki kadar nitrat antara 0–5 mg/l, perairan mesotrofik memiliki kadar nitrat antara 1–5 mg/l, dan perairan eutrofik memiliki kadar nitrat yang berkisar antara 5–50 mg/l (Effendi, 2003).

Kadar nitrat dan fosfat mempengaruhi reproduksi alga bila zat tersebut melimpah di perairan. Menurut Aslan (1991), kadar nitrat dan fosfat di perairan akan berpengaruh terhadap kesuburan gametofit alga. Setiap jenis alga, untuk keperluan pertumbuhannya memerlukan kandungan nitrat yang berbeda-beda. Agar fitoplankton dapat tumbuh optimal diperlukan kandungan nitrat antara 0,9-3,5 ppm, tetapi apabila kandungan nitrat di bawah 0,1 atau di atas 4,5 ppm maka nitrat menjadi faktor pembatas.

2.5.4 Derajat Keasaman (pH)

Pertumbuhan dan aktivitas biologi rumput laut juga dipengaruhi oleh pH, dimana kisaran pH yang baik untuk budidaya *Gracilaria* adalah 6-9 dengan pH optimum 8,2–8,7 dan kisaran pH yang baik di Indonesia untuk budidaya *Gracilaria* antara 8–8,5 (Mustofa, 2013). Hal ini sesuai dengan pernyataan WWF (2014), pastikan pH air tambak pada kisaran 6,2–8,2 dan usahakan mencapai pH optimal untuk pertumbuhan *Gracilaria* antara 6,5–8.

Kisaran pH pada budidaya rumput laut sangat diperlukan untuk pertumbuhan. Menurut Aslan (1991), kisaran pH yang sesuai untuk budidaya rumput laut adalah yang cenderung basah, pH yang sangat sesuai untuk budidaya rumput laut adalah berkisar antara 7,0–8,5.

2.5.5 Oksigen Terlarut (DO)

Menurut Widiastuti (2011), oksigen terlarut dengan kisaran antara 6,0-7,0 ppm tersebut masih layak untuk pertumbuhan dan perkembangan *G. verrucosa*. Hal ini disebabkan karena rumput laut dapat tumbuh dan berkembang secara

optimal pada perairan yang memiliki oksigen terlarut pada kisaran lebih dari 6,5 ppm dan belum tercemar.

Oksigen terlarut (*Dissolved Oxygen=DO*) dibutuhkan oleh semua jasad hidup untuk pernapasan, proses metabolisme atau pertukaran zat yang kemudian menghasilkan energi untuk pertumbuhan dan pembiakan. Disamping itu, oksigen juga dibutuhkan untuk oksidasi bahan-bahan organik dan anorganik dalam proses aerobik. Oksigen dalam suatu perairan berasal dari suatu proses difusi dari udara bebas dan hasil fotosintesis organisme yang hidup dalam perairan tersebut (Salmin, 2005).

2.5.6 Ammonia

Ammonia yang terukur di perairan berupa ammonia total (NH_3 dan NH_4^+). Ammonia bebas tidak dapat terionisasi (ammonia) sedangkan amonium (NH_4^+) dapat terionisasi. Persentase ammonia meningkat dengan meningkatnya nilai pH dan suhu perairan. Pada pH 7 atau kurang, sebagian besar ammoniak akan mengalami ionisasi. Sebaliknya pada pH lebih besar dari 7 ammonia tak terionisasi yang bersifat toksik terdapat dalam jumlah yang lebih banyak. Ammonia bebas yang tak terionisasi bersifat toksik terhadap organisme akuatik. Toksisitas ammonia terhadap organisme akuatik akan meningkat jika terjadi penurunan kadar oksigen terlarut, pH, dan suhu (Effendi, 2003).

2.5.6 Ortofosfat

Pengujian orthofosfat di suatu perairan dilakukan untuk mengetahui tingkat produktivitas suatu perairan dalam pertumbuhan rumput laut yang dipengaruhi oleh zat-zat organik. Air kolam mengandung fosfor organik terlarut dan partikel fosfor. Fosfor organik terlarut dan fosfor yang terkandung dalam partikel bahan organik mati dimineralisasi oleh bakteri menjadi ortofosfat terlarut. Fosfor yang terkandung dalam partikel hidup mungkin memiliki laju *turnover* (pengembalian)

yang tinggi karena singkatnya umur plankton. Kecuali segera setelah pemupukan, konsentrasi ortofosfat hanya merupakan sebagian kecil (biasanya kurang dari 10%) dari konsentrasi fosfor total. Ikan dan organisme makroskopik lain mengandung fosfor dengan konsentrasi cukup tinggi, dan biomas gabungan mereka mengandung fosfor dengan jumlah agak tinggi (Boyd, 1982).



3. MATERI DAN METODE PENELITIAN

3.1 Materi Penelitian

3.1.1 Alat Penelitian

Peralatan yang digunakan dalam penelitian tentang pertumbuhan rumput laut *Gracilaria* sp. sebagai bahan fitoremediasi dalam budidaya udang vaname (*L. vannamei*). Alat yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Alat yang Digunakan dalam Penelitian

No.	Alat Penelitian	Fungsi
1.	Akuarium 60 x 30 x 30 cm ³ untuk udang dengan 90 ekor per akuarium (500/m ²) (12 buah) dan ukuran 30 x 30 x 30 cm ³ untuk gracilaria (12 buah)	Untuk media pemeliharaan
2.	Kabel roll	Untuk sumber listrik
3.	DO meter (Lovibond)	Untuk pengukuran DO
4.	pH meter (Lovibond)	Untuk pengukuran Ph
5.	Refraktometer (Lovibond)	Untuk pengukuran salinitas
6.	Timbangan digital ketelitian 10 ⁻² gram	Untuk menimbang rumput laut dan media pemeliharaan
7.	Kamera	Untuk mendokumentasikan
8.	Pompa air	Untuk memompa air
9.	Thermometer	Untuk mengukur suhu air
10.	Nampan	Untuk meletakkan alat bahan
11.	Seser	Untuk mengambil ikan dan rumput laut
12.	Rak akuarium	Untuk tempat meletakkan akuarium
13.	Water heater	Untuk menghangatkan suhu air

Tabel 1. (Lanjutan)

No.	Alat Penelitian	Fungsi
14.	Saringan	Untuk menyaring sampel
15.	Oven	Untuk mengoven sampel
16.	Blender	Untuk menghaluskan sampel
17.	Water bath	Untuk mendinginkan sampel
18.	Alat tulis menulis	Untuk mencatat hasil penelitian
19.	Spektrofotometer	Untuk pengukuran nitri, nitrat dan amoniak
20.	Erlenmeyer	Untuk wadah saat penghomogenan
21.	Pipet	Untuk pengambilan sampel cair
22.	Beaker glass	Untuk wadah penguji agar pada saat dicampur dengan H_2SO_4

3.1.2 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian pertumbuhan rumput laut *Gracilaria* sp. sebagai bahan fitoremediasi dalam budidaya udang vaname (*L. vannamei*). Bahan yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Bahan yang digunakan dalam penelitian.

No.	Bahan Penelitian	Fungsi
1.	Bibit <i>Gracilaria</i> sp.	Sebagai sampel penelitian
2.	Udang vanname ukuran PI 15	Sebagai sampel penelitian
3.	Air laut	Sebagai media penelitian
4.	Air tawar	Sebagai campuran

Tabel 2. (Lanjutan)

5.	Pakan	Sebagai makanan udang vaname
6.	Aquades	Untuk mensterilisasi alat penelitian
7.	Larutan Kaporit	Sebagai larutan perendaman sampel pada uji kandungan agar
8.	H ₂ SO ₄	Sebagai larutan perendaman sampel pada uji kandungan agar
9.	Pereaksi nessler	Sebagai pengikat ammonia dan indicator warna kuning pada uji amonia
10.	Tissu	Sebagai pembersih alat dan bahan
11.	Kertas saring	Sebagai penyaring sampel saat uji kualitas air
12.	Kertas label	Sebagai penanda sampel agar tidak tertukar
13.	Kerak nitrat	Sebagai sampel yang akan diukur kadar nitratnya
14.	Asamfenol disulfonik	Sebagai bahan melarutkan kerak nitrat
15.	NH ₄ OH	Untuk indicator warna kuning
16.	Amonium molybdat	Untuk mengikat fosfat
17.	SnCl ₂	Sebagai indikator warna biru

3.2 Metode Penelitian

Pada penelitian ini metode yang digunakan adalah metode eksperimen, yaitu mengadakan percobaan untuk melihat suatu hasil atau hubungan kausal antara variable-variabel yang diselidiki. Tujuan eksperimen adalah untuk menentukan sebab akibat antara variabel. Biasanya sebuah hipotesis baru dapat dirumuskan pada waktu penelitian di lapangan atau laboratorium dimana hipotesis tersebut langsung dapat diperiksa dan dibuktikan. Setiap penelitian eksperimental

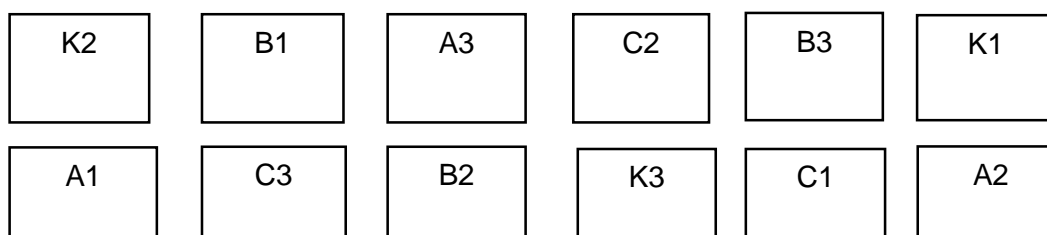
harus dijelaskan secara keseluruhan sehingga orang lain dapat mengulang penelitian tersebut (Frick, 2008).

Teknik pengambilan data dilakukan dengan cara observasi. Metode observasi adalah metode pengumpulan data dengan pengamatan secara langsung dengan mengenal fenomena-fenomena dan gejala psikis maupun psikologis dengan pencatatan. Format yang disusun berisi item-item tentang kejadian atau tingkah laku yang digambarkan akan terjadi (Arikunto, 2006).

3.3 Rancangan Penelitian

Rancangan percobaan yang digunakan pada penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL), dimana Rancangan Acak Lengkap (RAL) digunakan untuk percobaan yang mempunyai media atau tempat percobaan yang seragam atau homogen, sehingga RAL banyak digunakan untuk percobaan laboratorium, rumah kaca, dan peternakan, karena tempat percobaan yang homogen tidak memberikan pengaruh pada respon yang diamati (Sastrosupadi, 2000).

Perlakuan yang digunakan dalam penelitian ini adalah laju pertumbuhan rumput laut *Gracilaria* sp. sebagai bahan fitoremediasi dalam budidaya udang vaname (*L. vannamei*). Dalam penelitian ini, masing-masing perlakuan diberi ulangan sebanyak 3 kali yang ditempatkan secara acak dengan cara melakukan undian untuk menentukan letak akuarium perlakuan seperti pada denah penelitian Gambar 2 berikut:



Gambar 3. Denah Penelitian

Keterangan :

Perlakuan K : *Gracilaria* sp. tanpa udang dengan bobot 100 gram (kontrol)

Perlakuan A : Rumput laut dengan bobot 300 gram dengan udang vaname 90 ekor

Perlakuan B : Rumput laut dengan bobot 450 gram dengan udang vaname 90 ekor

Perlakuan C : Rumput laut dengan bobot 600 gram dengan udang vaname 90 ekor

1,2,3 : Ulangan

- Pada perlakuan kontrol dengan bobot 100 gram didapat dari penelitian sebelumnya yang sudah dilakukan oleh widiajanti, (2012).
- Untuk pada penebaran udang digunakan 500 ekor/m² yang didapatkan dari penelitian sebelumnya oleh (Supriyono et al.,2006)
- Untuk perlakuannya menggunakan bobot 300 gram, 450, dan 600 gram didapat dari penelitian pendahuluan yang sudah kami lakukan selama dua minggu pada bulan Agustus 2017 dengan bobot 100-700 g. Dengan hasil terbaik 300 gram, 400 gram, 500 gram dan 600 gram

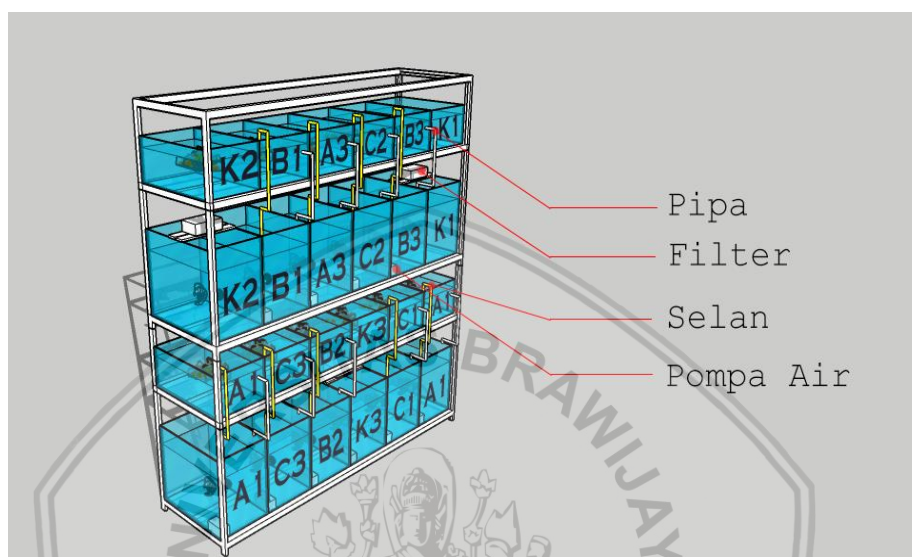
3.4 Prosedur Penelitian

3.4.1 Persiapan Penelitian

- **Persiapan Wadah**

Prosedur penelitian dalam persiapan wadah dan peralatan penelitian. Pertama, disiapkan akuarium berukuran 60x30x30 cm³ untuk akuarium udang dan ukuran 30x30x30 cm³ untuk akuarium *Gracilaria*, sebanyak 24 buah. Akuarium terlebih dahulu dibersihkan dengan cara dicuci dengan sabun dan dikeringkan di bawah sinar matahari. Akuarium kemudian diletakkan pada tempat yang telah ditentukan dan selanjutnya diisi dengan air dengan salinitas yang optimal 20-25 ppt dengan dengan volume air 27 liter pada akuarium *Gracilaria* dan pada akuarium udang vaname diisi air dengan ketinggian 25 cm volume air 45 liter

dengan kepadatan udang 90 ekor dalam satu akuarium. Penentuan kepadatan ini mengacu pada penelitian yang telah dilakukan oleh supriyono et al., (2006). Berikut adalah desain konstruksi pada penelitian yang disajikan pada Gambar 4 berikut :



Gambar 4. Desain Konstruksi

Pada masing-masing akuarium rumput laut *Gracilaria* sp. perlakuan A, B, C diberikan pipa untuk mengalirkan air untuk mengalirkan air ke dalam akuarium udang. Pada akuarium udang terdapat pompa untuk mengalirkan air naik ke akuarium *Gracilaria* sp. Sehingga air pada akuarium udang yang terdapat berbagai macam polutan perairan dapat dikurangi oleh rumput laut saat proses penyerapan oleh thalus. Selanjutnya air dialirkan turun ke bawah akuarium udang. Untuk perlakuan kontrol masing-masing akuarium *gracilaria* maupun udang tidak menggunakan pompa dan pipa melainkan hanya menggunakan filter air busa untuk menyaring kotoran yang masuk kedalam air untuk udang. Pada perlakuan kontrol *gracilaria* tidak terdapat apa-apa melainkan hanya rumput laut saja.

- **Persiapan penanaman Rumput laut**

Pada penanaman *Gracilaria* sp., setelah akuarium sebagai wadah siap serta *Gracilaria* sp. yang didapat dari petani asal Sidoarjo telah siap, kemudian akuarium diisi dengan menggunakan air laut bersalinitas 20-25 ppt sebanyak 4 liter air pada masing-masing akuarium. Selanjutnya *Gracilaria* ditimbang dan dipindahkan ke akuarium dengan dosis yang sudah ditentukan dan diberi tanda menggunakan kertas label agar bobot tidak tertukar saat pendataan hasil.

- **Persiapan Udang Vaname**

Untuk persiapan udang, udang uji yang akan digunakan adalah udang vaname (*L. vanname*) yang diperoleh dari pembudidaya ikan di Lamongan, Jawa Timur. Udang yang dipilih adalah udang yang sehat. Cara menentukan udang yang sehat yakni dengan cara melihat pergerakannya lincah, anggota tubuh tidak cacat, warna kulit cerah serta insang berwarna cerah. Selanjutnya dilakukan aklimatisasi di dalam akuarium selama 15 hari. Selama aklimatisasi udang diberi pakan komersil sebanyak 3 kali sehari (pukul 07.00 WIB, 12.00 dan 17.00 WIB). Pada saat akan dilakukan penelitian udang vaname dipuasakan selama satu hari bertujuan untuk pengosongan lambung. Kemudian dilakukan penimbangan bobot awal (W_0) dan diusahakan ukuran tiap udang dalam akuarium seragam sehingga nantinya tidak terjadi kanibalisme. Pada penelitian ini ukuran udang yang dipilih yaitu PL 15.

3.4.2 Pelaksanaan Penelitian

Dalam pelaksanaannya, penelitian ini dilakukan dengan tahap berupa pemeliharaan *Gracilaria* sp. dengan bobot yang berbeda pada masing-masing akuarium. Pada tahap pemeliharaan ini pertumbuhan *gracilaria* yang diamati dengan menggunakan rumus yang dijelaskan pada sub bab 3.5.1. Pemeliharaan

dilakukan selama 30 hari, serta dilakukan uji kandungan agar rumput laut *Gracilaria sp.* pada awal, tengah dan akhir pemeliharaan.

3.5 Parameter Uji

3.5.1 Parameter Utama

Parameter utama pada saat penelitian yang diamati yaitu pertumbuhan rumput laut *Gracilaria sp.* yang diamati setiap 15 hari sekali selama 30 hari penelitian. Selain pertumbuhan, dilakukan juga pengujian kandungan agar *Gracilaria sp.* yang dilakukan pada awal, tengah dan akhir penelitian. Parameter utama merupakan inti yang diamati dalam penelitian.

a) Pertumbuhan *Gracilaria sp.*

Pertumbuhan pada *Gracilaria sp.* adalah berat yang dihasilkan *Gracilaria sp.* selama masa pemeliharaan. Pertumbuhan *Gracilaria sp.* diukur secara periodik setiap 15 hari sekali dari persiapan hingga masa pemeliharaan selama 30 hari. Dengan menimbang bobot basah dari rumput laut yang telah ditebar per 300 g, 450 g, 600 g pada awal penanaman. Pertumbuhan dihitung dengan menggunakan rumus dari Effendi (1979) yaitu:

$$\text{Growth Rate (GR)} = W_t - W_0$$

Keterangan :

GR = pertumbuhan (g)

W_t = Bobot rata-rata pada akhir penelitian (g)

W_0 = Bobot rata-rata pada awal penelitian (g)

b) Kandungan Agar

Uji kandungan agar dilakukan sesuai dengan prosedur yang dikemukakan oleh Rosyida dan Nasmia (2015), agar diekstraksi dengan prosedur sebagai

berikut: 10 gram rumput laut kering direndam dalam larutan kaporit 0,25% selama 3x24 jam. Kemudian dibilas dan dibersihkan, lalu direndam air tawar selama 3 jam. Sesudah itu, rumput laut direndam H₂SO₄ 0,1% selama 15 menit dan dicuci sampai bersih, lalu direndam air tawar kembali selama 15 menit. Selanjutnya, rumput laut dimasak dengan aquadest sebanyak 500 ml, disaring dan dituang ke dalam baki dan dikeringkan. Agar yang telah kering kemudian ditimbang. Kandungan agar dalam rumput laut kering (*rendemen/yield*) dihitung setelah di ekstraksi dengan menggunakan rumus untuk mengetahui presentase kandungan agar dalam rumput laut. Hal ini sesuai dengan Rosyida dan Nasmia (2015), yaitu:

$$\text{Kandungan agar} = \frac{\text{Berat Serat Agar (g)}}{\text{Berat Sampel (g)}} \times 100 \%$$

3.5.2 Parameter Penunjang

Parameter penunjang penelitian (kualitas air) ini terdiri dari DO, pH, ammonia, nitrat, dan orthopospat. Parameter penunjang merupakan parameter yang mendukung terlaksananya kegiatan budidaya. Pada pertumbuhan rumput laut, parameter penunjang yang diuji adalah kualitas air karena air merupakan media bagi kehidupan rumput laut *Gracilaria* sp.

a) DO

Pengukuran DO pada penelitian ini dilakukan sebanyak 2 kali sehari. Pada pagi hari dilakukan pengukuran pada jam 08.00 WIB sedangkan pada sore hari dilakukan pengukuran pada jam 03.00 WIB. Alat yang digunakan untuk mengukur DO pada penelitian yaitu DO meter.

b) pH

Pengukuran pH pada penelitian ini dilakukan sebanyak 2 kali sehari. Pada pagi hari dilakukan pengukuran pada jam 08.00 WIB sedangkan pada sore hari

dilakukan pengukuran pada jam 03.00 WIB. Alat yang digunakan untuk mengukur pH pada penelitian yaitu pH pen.

c) Ammonia

Pengukuran amonia pada penelitian ini dilakukan sebanyak 3 kali uji yaitu pada awal penelitian, pertengahan penelitian, dan waktu akhir penelitian. Pengujian dilakukan di Laboratorium Sumberpasir dengan menggunakan alat spektrofotometer.

d) Nitrat

Pengukuran nitrat pada penelitian ini dilakukan sebanyak 3 kali uji yaitu pada awal penelitian, pertengahan penelitian, dan waktu akhir penelitian. Pengujian dilakukan di Laboratorium Sumberpasir dengan menggunakan alat spektrofotometer.

e) Orthopospat

Pengukuran Orthopospat pada penelitian ini dilakukan sebanyak 3 kali uji yaitu pada awal penelitian, pertengahan penelitian, dan waktu akhir penelitian. Pengujian dilakukan di Laboratorium Sumberpasir dengan menggunakan alat spektrofotometer.

3.6 Analisis Data

Setelah dilakukan pemeliharaan serta uji, data yang diperoleh dari penelitian selanjutnya dianalisis secara statistik dengan *Analysis of Variance* (ANOVA) sesuai rancangan yang digunakan yaitu Rancangan Acak Lengkap (RAL). Apabila setelah diperoleh data sidik ragam diketahui bahwa pengaruh dari perbedaan perlakuan yang diberikan berbeda nyata (*significant*) atau berbeda sangat nyata (*highly significant*), maka dalam membandingkan hasil dari tiap perlakuan dilakukan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) dan regresi dengan selang kepercayaan 95% yang dilakukan dengan menggunakan *Statistical Product and*

Service Solutions (SPSS) 16.0. Kemudian dilakukan perhitungan uji polinomial orthogonal untuk mengetahui bentuk hubungan (regresi) antara perlakuan dengan parameter yang diuji. Hasil regresi dari perhitungan uji polinomial orthogonal untuk mengetahui uji respon pemberian bobot yang berbeda terhadap pertumbuhan rumput laut (*Gracilaria* sp.)



4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pertumbuhan *Gracilaria* sp.

Berdasarkan hasil penelitian dan perhitungan diperoleh rerata pertumbuhan *Gracilaria* sp. seperti yang ditunjukkan pada Tabel 3 dan dapat dilihat pada Lampiran 4.

Tabel 2. Rerata Pertumbuhan Rumput Laut (*Gracilaria* sp.) (g)

Perlakuan	Ulangan			Total	Rerata \pm Sd
	1	2	3		
A	97	92	87	276	92 \pm 0,165
B	110	104	114	328	109,33 \pm 0,166
C	81	54	71	206	68,67 \pm 0,455
TOTAL				810	

Berdasarkan hasil pada Tabel 3, diketahui rerata pertumbuhan rumput laut (*Gracilaria* sp.) yang tertinggi terdapat pada perlakuan B. Sedangkan pertumbuhan rumput laut (*Gracilaria* sp.) yang terendah terdapat pada perlakuan C. Langkah selanjutnya dilakukan uji sidik ragam laju pertumbuhan rumput laut (*Gracilaria* sp.) yang disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Uji Sidik Ragam Pertumbuhan Rumput Laut (*Gracilaria* sp.)

Sumber Keragaman	DB	JK	KT	F Hitung	F5%	F 1%
Perlakuan	2	2498,67	1249,33	15,837**	5,14	10,92
Acak	6	473,33	78,89			
Total	8	2972				

Keterangan: ** = Berbeda sangat nyata

Uji sidik ragam pertumbuhan rumput laut (*Gracilaria* sp.) pada Tabel 4 menunjukkan bahwa F hitung memiliki nilai yang lebih besar dari F tabel 5% dan

F tabel 1%, hal ini menunjukkan pemberian perlakuan yang berbeda memberikan pengaruh berbeda sangat nyata terhadap pertumbuhan rumput laut (*Gracilaria* sp.). Sehingga perhitungan dilanjutkan dengan uji BNT untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan. Hasil uji BNT ditunjukkan pada Tabel 5.

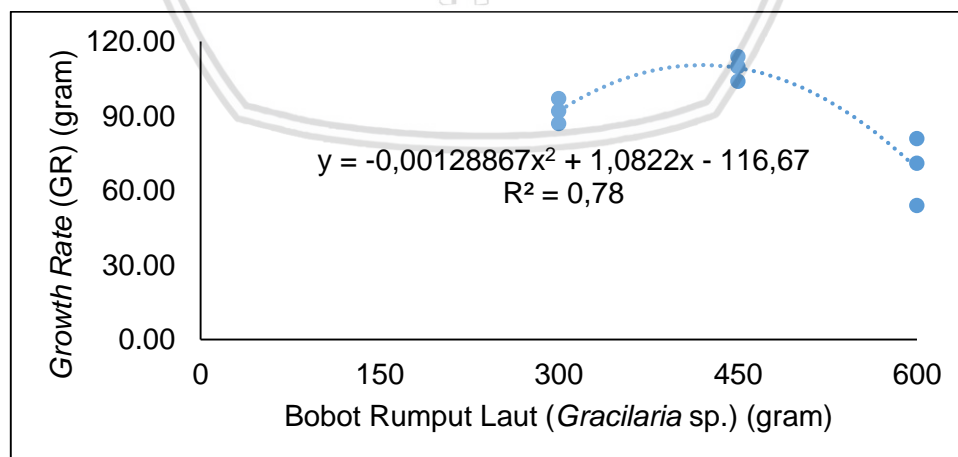
Tabel 5. Uji BNT Pertumbuhan Rumput Laut (*Gracilaria* sp.)

Rata-Rata Perlakuan	C			A	B	Notasi
	68,87	92	109,33			
C	68,87	-	-	-	-	a
A	92	23,13*	-	-	-	bc
B	109,33	40,46**	17,33 ^{ns}	-	-	c

Keterangan:

- ns = Tidak berbeda nyata
- ** = Berbeda sangat nyata
- * = Berbeda nyata

Berdasarkan uji BNT pada tabel 5 dapat diketahui bahwa perlakuan C berbeda nyata dengan perlakuan A. Pada perlakuan B berbeda sangat nyata dengan perlakuan C namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan A. Kemudian untuk mengetahui bentuk hubungan (regresi) antara perlakuan maka dilakukan perhitungan uji polinomial orthogonal. grafik regresi disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik Regresi Laju Pertumbuhan Rumput Laut (*Gracilaria* sp.)

Grafik pada Gambar 4 menunjukkan bahwa grafik yang dihasilkan berbentuk kuadratik yaitu terdapat titik optimal pada perlakuan B. Antara bobot yang berbeda

dalam perlakuan dengan pertumbuhan memiliki hubungan yang nyata, dengan persamaan $y = -0,00128867x^2 + 1,0822x - 116,67$ dengan R^2 (Koefisien determinasi) 0,78 yang artinya 78% hasil dipengaruhi oleh perlakuan sedangkan sisanya dipengaruhi oleh faktor lain dengan titik optimum 419 g.

Perlakuan B merupakan perlakuan terbaik dengan ditunjukkan grafik naik. Pertumbuhan rumput laut (*Gracilaria* sp.) ini disebabkan kemampuan rumput laut (*Gracilaria* sp.) dalam menyerap ion-ion yang didapatkan dari limbah pemeliharaan udang vaname (*L. vannamei*). Hal ini sesuai dengan pernyataan Pantjara *et al.* (2008) bahwa rumput laut dapat menyerap ion Fe^{2+} sangat tinggi (>1.000 mg/L) sehingga sangat cocok bila sebagai biofilter untuk budidaya udang. Keberadaan rumput laut *Gracilaria* sp. yang menyerap berbagai ion-ion yang ada di dalam air termasuk fosfat. Nutrien yang terserap tersebut digunakan untuk pertumbuhannya.

Pada perlakuan C laju pertumbuhan rumput laut rendah dengan ditunjukkan grafik mengalami penurunan. Hal ini diduga disebabkan oleh bobot rumput laut yang dimasukkan terlalu banyak sehingga berpengaruh terhadap lingkungan rumput laut (*Gracilaria* sp.) itu sendiri dalam memanfaatkan nutrien dan berfotosintesis. Menurut Putra (2014), penurunan laju pertumbuhan rumput laut juga disebabkan perbedaan laju fotosintesis dalam satu rumpun rumput laut. Pertumbuhan *thallus* yang semakin tinggi mengakibatkan terjadinya kompetisi antar *thallus* dalam satu rumpunnya terhadap dalam mendapatkan cahaya matahari dan penyerapan unsur hara semakin besar. Hal ini mengakibatkan pertumbuhan *thallus* mengalami stres karena adanya kompetisi antar *thallus* lebih besar dalam satu rumpun.

4.2 Kandungan Agar Rumput Laut (*Gracilaria* sp.)

Kandungan agar dari rumput laut *Gracilaria* sp. diukur sebanyak tiga kali pada awal penanaman, pertengahan dan akhir pada hari ke-30 saat rumput laut

siap untuk di panen. Hasil perhitungan rata-rata kandungan agar *Gracilaria* sp. selama penelitian dapat dilihat pada Tabel 6 dan Lampiran 4.

Tabel 6. Rerata Kandungan Agar *Gracilaria* sp. Selama Pemeliharaan

Perlakuan	Kandungan Agar (%)			Total (%)	Rerata \pm Sd
	1	2	3		
A	0,82	0,88	0,54	2,24	0,75 \pm 0,18
B	0,62	0,71	0,37	1,70	0,57 \pm 0,18
C	0,52	0,51	0,25	1,28	0,43 \pm 0,15
TOTAL				5,22	

Data hasil perhitungan rerata kandungan agar *Gracilaria* sp. kemudian dilanjutkan dengan uji sidik ragam untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap kandungan agar. Perhitungan lebih lengkap dapat dilihat pada Tabel 7 dan Lampiran 4 .

Tabel 7. Uji Sidik Ragam Kandungan Agar *Gracilaria* sp.

Sumber Keragaman	Db	JK	KT	F Hitung	F 5 %	F 1 %
Perlakuan	2	0,154400	0,077200	2,65 ^{ns}	5,14	10,92
Acak	6	0,174800	0,029133			
Total	8					

Keterangan: ns = Tidak Berbeda Nyata

Berdasarkan uji sidik ragam didapatkan nilai F hitung lebih kecil dari F 5% dan F 1% tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap pemeliharaan *Gracilaria* sp. Pada setiap perlakuan dihasilkan kandungan agar yang berbeda. Rerata pertumbuhan mingguan *Gracilaria* sp. didapat hasil pada minggu pertama sebesar 2,93 g, minggu kedua sebesar 3,04 g sedangkan minggu ketiga sebesar 1,53 g. Hasil yang didapat masing-masing perlakuan pada minggu terakhir mengalami penurunan. Hal ini dikarenakan banyak faktor yang mempengaruhi kandungan agar mengalami penurunan dari minggu kedua. Hal ini sesuai dengan

pernyataan Santika et al. (2014), tinggi rendahnya rendemen agar-agar dipengaruhi oleh spesies rumput laut, iklim, dan usia panen. Agar merupakan polisakarida yang terakumulasi dalam dinding sel rumput laut penghasil agar atau agarofit, oleh karenanya kandungan agar yang terdapat dalam rumput laut dipengaruhi oleh musim.

4.3 Kualitas Air Selama Penelitian

Kualitas air yang bagus maka pertumbuhan alga atau rumput laut akan tumbuh secara baik. Oleh karena itu kualitas air yang baik sangat penting untuk proses pertumbuhannya. Berikut hasil kualitas air yang di peroleh selama penelitian yang dapat dilihat pada Tabel 8 dan Lampiran 5.

Tabel 8. Hasil Kualitas Air Selama Penelitian

No.	Kualitas Air yang Diamati	Hasil	Keterangan
1.	DO	4,46 – 6,46 ppm	> 4mg/L (Aslan, 1998).
2.	pH	6,9 – 8,9 ppm	6,8 -9,0 ppm (Aslan,1998).
3.	Ammonia	0,015 – 0,188 ppm	tidak melebihi 1,2 mg/L (Boyd, 1982).
4.	Suhu	20 – 30°C	20 – 30°C (Kordi, 2010)
5.	Nitrat	0,022 – 0,032 ppm	0,02 – 0,04 mg/L (Effendi, 2003).
6.	Orthofosfat	0,022 – 0,086 ppm	0,02 – 1 ppm (Sulisty, 1996).

Untuk menunjang pertumbuhan rumput laut yang baik kualitas air harus tetap terjaga agar hasilnya dapat bagus. Hasil pengamatan DO yang diukur selama penelitian masih baik dengan hasil 4,46 – 6,46 ppm untuk pertumbuhan *Gracilaria* sp. hal ini sesuai dengan pernyataan Aslan (1998), batas optimum untuk oksigen terlarut pada budidaya rumput laut adalah >4 mg/L.

Nilai kisaran pH yang didapat selama penelitian yaitu 6,9 – 8,9 ppm. Dengan demikian kadar pH selama penelitian masih dalam kadar yang normal untuk perairan. Hal ini sesuai dengan pernyataan Aslan (1998), hampir seluruh alga mempunyai kisaran daya penyesuaian terhadap pH antara 6.8–9.0. pH

merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi produktifitas perairan dan nilai pH pada suatu perairan mempunyai pengaruh yang besar terhadap organisme perairan, sehingga seringkali dijadikan petunjuk untuk menyatakan baik buruknya suatu perairan.

Kadar ammonia selama penelitian masih dalam kadar yang normal untuk perairan, baik plankton maupun rumput laut. Hal ini sesuai dengan pernyataan Boyd (1982) bahwa kandungan amoniak dalam air sebaiknya tidak melebihi 1,2 mg/l. Ammonia juga saling berhubungan dengan suhu, pH dan Oksigen terlarut. Semakin tinggi pH dan suhu maka konsentrasi amoniak juga akan semakin meningkat.

Kadar nitrat yang didapat selama penelitian yaitu 0,022 – 0,032 ppm. Pada penelitian ini sudah termasuk kadar nitrat yang baik bagi pertumbuhan rumput laut, hal ini sesuai dengan pernyataan Effendi (2003) kandungan nitrat yang baik untuk pertumbuhan rumput laut berkisar antara 0,02-0,04 mg/l.

Orthofosfat di perairan digunakan rumput laut (*Gracilaria* sp.) sebagai sumber unsur hara. Sehingga salah satu faktor yang penting dalam pertumbuhan rumput laut adalah kadar orthofosfat di perairan. Dari hasil penelitian kadar orthofosfat berkisar 0,022–0,086 ppm. Kadar tersebut menunjukkan masih tergolong layak digunakan untuk budidaya rumput laut tersebut. Hal ini sesuai dengan pernyataan Sulistiyo (1996), bahwa kandungan fosfat yang cocok untuk budidaya rumput laut berkisar 0.02 – 1 ppm.

Dalam proses fitoremediasi *Gracilaria* berperan dalam proses memperbaiki kualitas air khususnya budidaya udang akan menimbulkan sejumlah limbah nitrogen (N) dan posfor (P). Dengan sifat fitoekstraksi dinding thalus gracilaria mengabsorsi dan menyimpan bahan organik seperti Nitrogen dan Posfor di dalam sel-sel thalus. Selanjutnya, limbah bahn organik yang tersimpan dalam sel rumput laut, pada saatnya akan didegradasi dengan bantuan fotosintesis sinar matahari

akan diasimilasi sehingga berbentuk energi dan sel sebagai refleksi dari pertumbuhan rumput laut tersebut (Komarawidjaja, 2005)



5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilaksanakan, maka dapat disimpulkan bahwa penggunaan *Gracilaria* sp. Sebagai bahan fitoremediasi untuk budidaya udang vanname memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan dan kualitas air akan tetapi tidak memberikan pengaruh terhadap kandungan agar. Pertumbuhan terbaik diperoleh pada perlakuan B dengan nilai pertumbuhan optimum 419 gram

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilaksanakan, untuk fitoremediasi dalam budidaya udang vanname menggunakan rumput laut *Gracilaria* sp. disarankan dalam pertumbuhan rumput laut sebaiknya menggunakan bobot rumput laut sebesar 419 gram karena pada bobot sebesar 419 gram didapatkan hasil yang baik untuk rumput laut tumbuh.

DAFTAR PUSTAKA

- Alifiati, L.O. 2012. Metode Budidaya Rumput Laut *G. verrucosa*. Makalah Akuakultur. IPB. Bogor.
- Anggadiredja, J.T., H. Purwanto., dan S.Istini. 2006. Rumput Laut . Penebar Swadaya. Jakarta. 46 hlm.
- Arisusanti, R. J dan Purwani, K. I. 2013. Pengaruh Mikoriza *Glomus fasciculatum* terhadap Akumulasi Logam Timbal (Pb) pada Tanaman *Dahlia pinnata*. *Jurnal Sains dan Seni Pomits*. **2** (2): 69-73.
- Aslan, L, M. 1991. Budidaya Rumput Laut. Kanisius. Yogyakarta.
- Boone. 1931. Taksonomi *Litopenaeus vannamei*. <http://www.itis.gov/>. Diakses pada 26 Februari 2017.
- Boyd, E. C. 1982. Water quality management for pond fish culture. Elsevier Scientific Publishing Company. Auburn University. Auburn, Alabama, 318 p.
- Briggs, M., S. F. Smith., R. P. Subasinghe and M. Philips. 2005. Introductions and Movement of Two Penaeid Shrimp Species in Asia and the Pacific. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome. 78 pp
- Effendi, H. 2003. Telaah Kualitas Air Bagi Pengolahan Sumberdaya Hayati Lingkungan Perairan. Kanisius. Yogyakarta.
- Effendi, H. 2003. Telaah Kualitas Air. Kanisius. Yogyakarta hal 155.
- Haliman, R.W dan Adijaya, D. 2006. Udang *Vannamei*. Jakarta: Penebar Swadaya. 61 hlm.
- Juhaeti, T., F. Syarif dan N. Hidayati. 2005. Inventarisasi Tumbuhan Potensial Untuk Fitoremediasi Lahan dan Air Terdegradasi Penambangan Emas. *BIODIVERSITAS*. **6** (1): 31-33.
- Khasanah, U. 2013. Analisis Kesesuaian Perairan Untuk Lokasi Budidaya Rumput Laut *Euचेuma cottonii* di Perairan Kecamatan Sajoanging Kabupaten Wajo. Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Hasanuddin Makassar.
- Komarawidjaja, W. 2005. Rumput Laut *Gracilaria* sp. Sebagai Fitoremediasi Bahan Organik Perairan di Tambak Budidaya. *Jurnal Teknik Lingkungan P3TL-BPPT*. **6**(2):410-415.
- Liao, I. C. and Y. Chien. 2011. The Pacific White Shrimp, *Litopenaeus vaname*, in Asia: The World's Most Widely Cultured Alien Crustacean. In: B. S. Galil., P. F. Clark and J. T. Carlton (Eds.). *In the Wrong Place-Alien Marine Crustacean: Distribution, Biology and Impacts*. Springer Science and Business Media. London. p 489-520.

- Mamang, N. 2008. Laju Pertumbuhan Bibit Rumput Laut *Euचेuma cattonii* Dengan Perlakuan Asal *Thallus* Terhadap Bobot Bibit Di Perairan Lakeba, Kota Bau-Bau, Sulawesi Tenggara. Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor.
- Meiyana, M., Evalawati, dan Prihaningrum, A. 2001. Biologi Rumput Laut. Teknologi Budidaya Rumput Laut (*Kappaphicus alvarezii*). Dirjenkandub Bbl. Lampung.
- Mubarak, H. 1981. Percobaan Budidaya Rumput Laut *Euचेuma spinosum* di Perairan Lorok, Pacitan dan Kemungkinan Pengembangannya. Balai Penelitian Perikanan Laut. Jakarta.
- Murdinah., S. N. K. Apriani., Nurhayati dan Subaryono. 2012. Membuat Agar dari Rumput Laut *Gracilaria* sp. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Nontji, A. 1993. Laut Nusantara. Penerbit Djambatan. Jakarta.
- Nybakken, J.W. 1992. Biologi Laut Suatu Pendekatan Ekologis. Alih Bahasa H.M. Eidman, Koesoebiono, D.G. Bengen, M. Hutomo dan S. Sukardjo. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Pantjara, B., S. Tahe, A. Mustafa, dan E. A. Hendrajat. 2008. Pemanfaatan Tambak Marginal Tanah Sulfat Masam Untuk Budidaya Bandeng (*Chanos-chanos*), Nila Merah (*Oreochromis niloticus*) dan Rumput Laut (*Gracilaria verrucosa*). *Prosiding Aquaculture Indonesia*, MAI. 295-302.
- Prapaiwong, N. 2011. Water Quality In Inland Ponds For Low-Salinity Culture Of Pacific White Shrimp *Litopenaeus vannamei*. *Disertasi. Auburn University*. 116 pp.
- Putra, B.D., R. Aryawati dan Isnaini. 2011. Laju Pertumbuhan Rumput Laut *Gracilaria* sp. dengan Metode Penanaman yang Berbeda di Perairan Kalianda, Lampung Selatan. *Maspuri Journal*03. 36-41.
- Sarifin, H., Wibowo, K. T., Rohmana, D., dan Rosellia, S. 2014. Untung 100% dari Budidaya Udang Galah. Jakarta. Agromedia Pustaka. 134 hlm.
- Subroto, M. A. 1996. Fitoremediasi. *Prosiding Pelatihan dan Lokakarya Peranan Bioremediasi Dalam Pengelolaan Lingkungan, Cibinong*. 24-25.
- Utomo, P. P dan Asmawit. 2012. Pupuk Organik dari Rumput Laut Pesisir Kalimantan Barat dan Aplikasinya pada Tanaman Uji di Tanah Aluvial. *BIOPROPAL INDUSTRI*. 3(2): 57-62.
- Wickins, J. F. and D. O'C. Lee. 2002. Crustacean Farming; Ranching and Culture. Blackwell Science Ltd. Berlin. 435 pp
- WWF. 2014. Budidaya Udang Vannamei Tambak Semi Intensif dengan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL). Jakarta. WWF-Indonesia. 38 hlm.
- Wyban, J. A dan Sweeney, J. 1991 Intensif Shrimp Production Technology. Honolulu, Hawaii. 55 hlm.

- Itung, M dan Marthen DP. 2003. Pengolahan Pasca Panen Rumput Laut Jenis *Euheuma* dan *Gracilaria* untuk Tujuan Ekspor. *J. Marina Chimica Acta*. Vol 4, No 1.
- Black, H. 1995. Absorbing Possibilities Phytoremediation. *Environmental Heat Perspective*. Volume 103. No. 12.
- Jones, A. Preston. Dennison. 2003. The Efficiency and Condition of Oysters and Macroalgal Used as Biological Filters of Shrimp Pond Effluent. *Aquaculture Research*. 33 : 1-19.
- Iksan, K. H. 2005. Kajian Pertumbuhan, Produksi Rumput Laut (*Eucheuma cattonii*), dan kandungan Karaginan pada berbagai Bobot Bibit dan Asal *Thallus* di perairan desa Guraping Oba Maluku Utara. Thesis. Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Soegiarto, A., Sulisty., W.A Atmadja dan M. Mubarak. 1978. Rumput Laut (Algae) Manfaat, Potensi dan Usaha Budidaya. LON – LIPI Jakarta.

