

**KELULUSHIDUPAN, PERTUMBUHAN DAN FCR UDANG VANAME
(*Litopenaeus vannamei*) DALAM SISTEM AQUAPONIK MENGGUNAKAN
RUMPUT LAUT (*Gracilaria* sp.) SEBAGAI AGEN FITOREMEDIASI**

SKRIPSI

OLEH :

**ABDURRACHMAN FAIZAL
NIM. 135080501111102**



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

**KELULUSHIDUPAN, PERTUMBUHAN DAN FCR UDANG VANAME
(*Litopenaeus vannamei*) DALAM SISTEM AQUAPONIK MENGGUNAKAN
RUMPUT LAUT (*Gracilaria* sp.) SEBAGAI AGEN FITOREMEDIASI**

SKRIPSI

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

OLEH :

**ABDURRACHMAN FAIZAL
NIM. 135080501111102**



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

**MALANG
Juli 2018**

SKRIPSI

KELULUSHIDUPAN, PERTUMBUHAN DAN FCR UDANG VANAME
(*Litopenaeus vannamei*) DALAM SISTEM AQUAPONIK MENGGUNAKAN
RUMPUT LAUT (*Gracilaria* sp.) SEBAGAI AGEN FITOREMEDIASI

Oleh :
ABDURRACHMAN FAIZAL
NIM. 135080501111102

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

Dosen Pembimbing I

Menyetujui,
Dosen Pembimbing II

(Dr. Yunita Maimunah, S.Pi, M.Sc)
NIP. 19780625 200501 2 002
Tanggal: 17 JUL 2018

(Ir. Ellana Sanoesi, MP)
NIP. 19630924 199803 2 001
Tanggal: 17 JUL 2018

Mengetahui,
Ketua Jurusan
Manajemen Sumberdaya Perairan



Dr. Ir. M. Firdaus, MP)
NIP. 19680919 200501 1001
Tanggal: 17 JUL 2018



IDENTITAS TIM PENGUJI

Judul : **KELULUSHIDUPAN, PERTUMBUHAN DAN FCR UDANG VANAME (*Litopenaeus vannamei*) DALAM SISTEM AQUAPONIK MENGGUNAKAN RUMPUT LAUT (*Gracilaria sp.*) SEBAGAI AGEN FITOREMEDIASI**

NamaMahasiswa : ABDURRACHMAN FAIZAL

NIM : 135080501111102

Program Studi : Budidaya Perairan

PENGUJI PEMBIMBING:

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

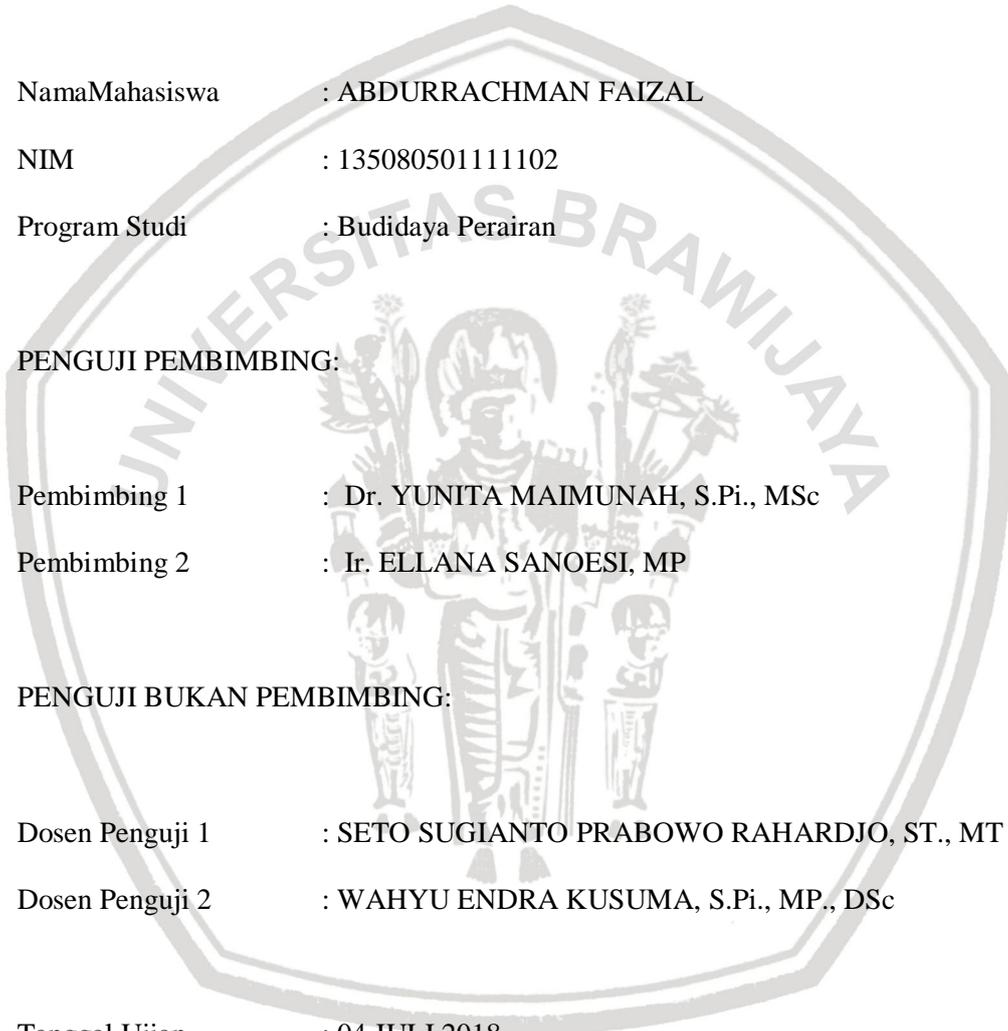
Pembimbing 2 : Ir. ELLANA SANOESI, MP

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



PERNYATAAN ORISINALITAS

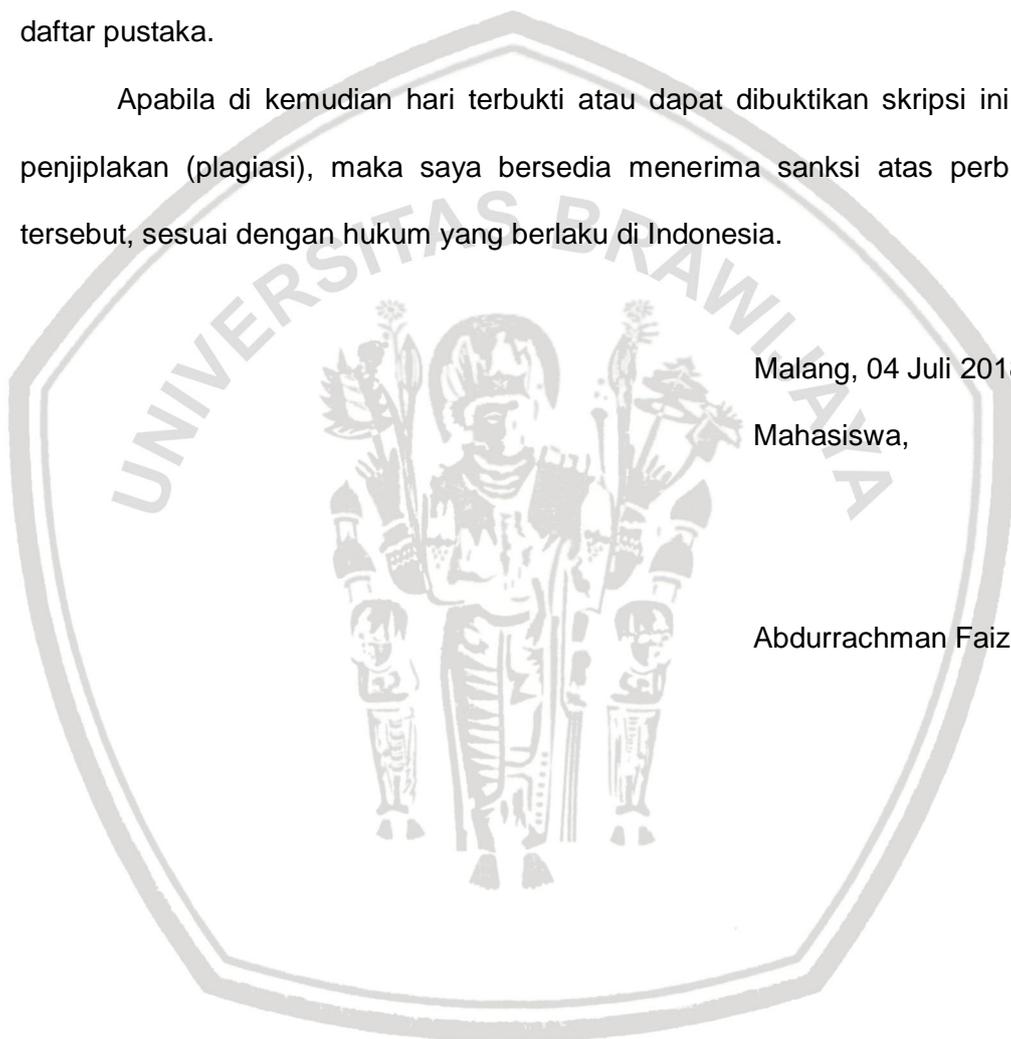
Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali yang tertulis dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar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

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

Malang, 04 Juli 2018

Mahasiswa,

Abdurrachman Faizal



RIWAYAT HIDUP



ABDURRACHMAN FAIZAL adalah nama penulis skripsi ini. Penulis merupakan anak ketiga dari lima bersaudara yang merupakan anak dari Herry Wijaya dan Ratu Silvia Yulianti. Orangtua penulis berasal dari Palembang, Sumatera Selatan, sedangkan penulis tinggal dan dilahirkan di Jakarta, Jawa Barat, pada tanggal 01 November 1995.

Pada tahun 2001, penulis memulai jenjang pendidikan di SD Negeri 03 PG Jakarta (lulus tahun 2007). Tahun 2007 sampai dengan tahun 2010, penulis menempuh pendidikan menengah pertama di SMP Negeri 177 Plus Jakarta. Kemudian pendidikan menengah atas ditempuh pada tahun 2010 hingga tahun 2013 di SMA Negeri 86 Jakarta dengan dasar bidang Ilmu Pengetahuan Alam (IPA). Pada tahun 2013 pula, penulis terdaftar sebagai mahasiswa jurusan Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya, Malang. Untuk memenuhi gelar sarjana perikanan, penulis melakukan penelitian dengan judul "**Kelulushidupan, Pertumbuhan dan FCR Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) dalam Sistem Aquaponik dengan Rumput Laut (*Gracilaria sp.*) Sebagai Agen Fitoremediasi**" di bawah bimbingan Ibu Dr. Yunita Maimunah, S.Pi., M.Sc dan Ibu 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 Herry Wijaya dan Ratu Silvia Yulianti 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: Stepani Sitinjak, Wiragia Siin Apriliyanti dan Vida Kurniawati yang telah kompak bersama, menjadi penyemangat, pengingat dan membantu dalam penelitian dan pengerjaan skripsi.
5. Sahabat-sahabatku Fira, Fanih, Sera, Hanifah, Bimo, Nevy dan Putri yang telah memberi semangat pada penulis untuk menyelesaikan skripsi ini.
6. Pak Udin yang selalu membimbing kami di laboratorium.
7. 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

ABDURRACHMAN FAIZAL. Skripsi tentang Kelulushidupan, Pertumbuhan dan FCR Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) dalam Sistem Aquaponik dengan Rumput Laut (*Gracilaria* sp.) Sebagai Agen Fitoremediasi (di bawah bimbingan **Dr. Yunita Maimunah, S.Pi.** dan **Ir. Ellana Sanoesi, MP.**)

Salah satu kegiatan akuakultur yang biasa dilakukan dan memiliki nilai ekonomis tinggi adalah budidaya udang vaname (*Litopenaeus vannamei*). Di Indonesia udang vaname telah dibudidayakan di Lampung, Jawa Timur dan Sulawesi Selatan yang hasilnya sangat menggembirakan. Potensi udang vaname untuk menjadi pemasok kebutuhan protein pangan sangat besar dibanding udang jenis lain. Hal ini dikarenakan udang vaname memiliki beberapa keunggulan yang tidak dimiliki udang jenis lain. Akan tetapi ketersediaan lahan dan air untuk kegiatan budidaya perikanan dan pertanian semakin terbatas seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk dan perkembangan pembangunan (Hermawan, 2015). Budidaya udang vaname bisa dilakukan menggunakan rumput laut (*Gracilaria* sp.). Rumput laut (*Gracilaria* sp.) sendiri bisa dimanfaatkan untuk dijual atau dipasarkan. Menurut Ismail *et al.* (2015), rumput laut (*Gracilaria* sp.) merupakan bahan dasar penghasil agar, alginat dan karaginan rumput laut sangat laku di pasaran baik dalam negeri maupun ekspor.

Permasalahan yang terjadi dalam budidaya udang vaname (*L. vannamei*) seringkali terjadi pada kontrol kualitas air dikarenakan udang yang membutuhkan pakan protein tinggi menghasilkan limbah budidaya berupa amonia yang besar sehingga kualitas air semakin rendah dan berdampak pada menurunnya pertumbuhan udang vaname. Dengan bantuan rumput laut (*Gracilaria* sp.) diharapkan dapat mengeliminasi limbah budidaya udang sehingga mampu meningkatkan pertumbuhan dari udang vaname itu sendiri. Tujuan pelaksanaan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penggunaan rumput laut (*Gracilaria* sp.) sebagai agen fitoremediasi terhadap kelulushidupan, pertumbuhan bobot mutlak, *specific growth rate* dan *feed conversion ratio* udang vaname (*L. vannamei*).

Hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa pemberian rumput laut (*Gracilaria* sp.) dapat memberikan kualitas air yang baik pada perairan. Hal ini dikarenakan rumput laut mampu menyerap N terlarut di perairan sehingga berpengaruh terhadap pertumbuhan bobot mutlak, SGR dan FCR udang vaname (*L. vannamei*), akan tetapi tidak berpengaruh terhadap SR udang vaname (*L. vannamei*). Dari penelitian ini juga didapatkan pertumbuhan bobot mutlak dengan hasil sebesar 0,294 gram pada perlakuan C (bobot rumput laut 600 gram), SGR dengan hasil sebesar 6,77 %/hari pada perlakuan C (bobot rumput laut 600 gram) dan FCR dengan hasil sebesar 0,994 pada perlakuan C (bobot rumput laut 600 gram). Dari penelitian ini juga didapatkan hasil bahwa bobot rumput laut (*Gracilaria* sp.) yang paling baik untuk budidaya udang vaname (*L. vannamei*) adalah pada perlakuan C (bobot rumput laut 600 gram). Hal ini disebabkan pada perlakuan C memiliki bobot rumput laut yang paling tinggi sehingga memiliki penyerapan N terlarut paling tinggi, sehingga kualitas perairan lebih baik dibandingkan perlakuan dengan bobot rumput laut yang lebih rendah.

KATA PENGANTAR

Skripsi ini berjudul Kelulushidupan, Pertumbuhan dan FCR Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) dalam Sistem Aquaponik Menggunakan Rumput Laut (*Gracilaria* sp.) Sebagai Agen Fitoremediasi. Di dalam tulisan ini disajikan pokok-pokok bahasan yang meliputi latar belakang dilakukannya skripsi, tujuan dilakukannya skripsi, kegunaan skripsi, tinjauan pustaka penelitian, metodologi penelitian, hipotesis dilakukannya skripsi, metode, prosedur penelitian, hasil skripsi dan kesimpulan.

Sangat disadari bahwa dengan keterbatasan yang dimiliki, walaupun telah dikerahkan segala kemampuan untuk lebih teliti, penulis mengharapkan saran yang membangun agar tulisan ini bermanfaat bagi yang membutuhkan.

Malang, Juni 2018

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman

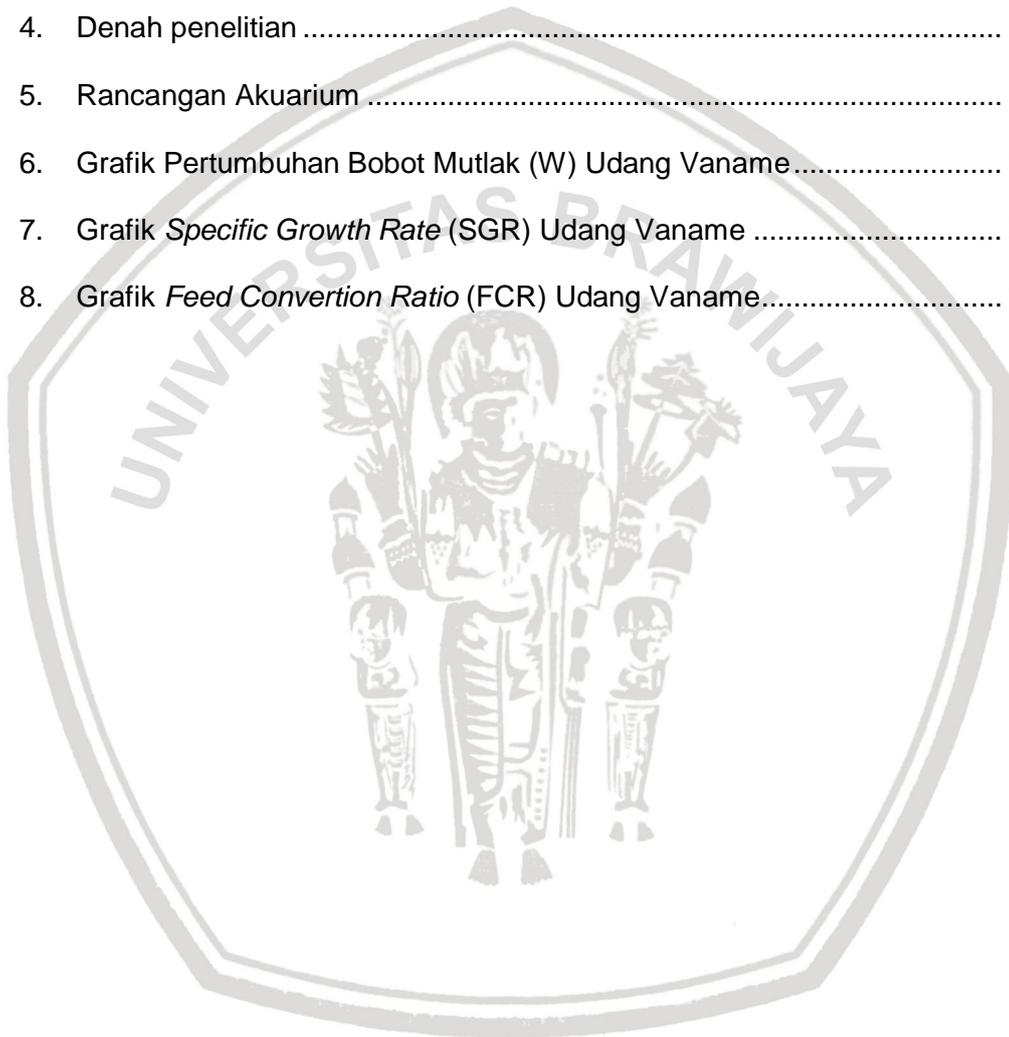
LEMBAR PENGESAHAN	iii
IDENTITAS TIM PENGUJI	iv
UCAPAN TERIMAKASIH.....	v
RINGKASAN.....	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
1. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Hipotesis.....	3
1.5 Tempat, Waktu Pelaksanaan.....	4
2. Tinjauan Pustaka	
2.1 Udang Vaname (<i>Litopenaeus vannamei</i>)	5
2.1.1 Klasifikasi dan Morfologi	5
2.1.2 Habitat	6
2.1.3 Reproduksi	7
2.1.4 Padat Penebaran	7
2.1.5 Pemberian Pakan.....	8
2.1.6 Kualitas Air	9
2.2 Rumput Laut (<i>Gracilaria sp.</i>).....	9
2.2.1 Klasifikasi dan Morfologi	9
2.2.2 Habitat	10
2.3 Manfaat dan Kegunaan Rumput Laut.....	11
2.4 Fitoremediasi	12
2.5 Aquaponik.....	13
3. MATERI DAN METODE PENELITIAN	
3.1 Materi Penelitian	14
3.1.1 Alat Penelitian	14
3.1.2 Bahan Penelitian	15
3.2 Metode Penelitian	15
3.3 Rancangan Penelitian.....	16
3.4 Prosedur Penelitian.....	17
3.4.1 Persiapan Penelitian	17
3.4.2 Penebaran Udang Vaname (<i>Litopenaeus vannamei</i>).....	18

3.4.3 Penanaman Rumput Laut (<i>Gracilaria</i> sp.)	18
3.4.4 Pelaksanaan Penelitian	19
3.5 Parameter Uji	19
3.5.1 Parameter Utama.....	19
3.5.2 Parameter Penunjang	21
3.6 Analisa Data.....	25
4. HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Kelulushidupan/ <i>Survival Rate</i> (SR) Udang Vaname.....	26
4.2 Pertumbuhan Bobot Mutlak (W) Udang Vaname.....	28
4.3 <i>Specific Growth Rate</i> (SGR) Udang Vaname	31
4.4 <i>Feed Conversion Ratio</i> (FCR) Udang Vaname	34
4.5 Kualitas Air Selama Pemeliharaan	38
5. KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan	41
5.2 Saran.....	41
DAFTAR PUSTAKA.....	42
LAMPIRAN	46



DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Udang vaname (<i>L. vannamei</i>)	6
2. Morfologi udang vaname (<i>L. vannamei</i>).....	6
3. Rumput laut <i>Gracilaria</i> sp.	10
4. Denah penelitian	16
5. Rancangan Akuarium	17
6. Grafik Pertumbuhan Bobot Mutlak (W) Udang Vaname.....	29
7. Grafik <i>Specific Growth Rate</i> (SGR) Udang Vaname	32
8. Grafik <i>Feed Conversion Ratio</i> (FCR) Udang Vaname.....	36



DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Alat penelitian.....	14
2. Bahan penelitian	15
3. Rerata Kelulushidupan (SR) (%)	26
4. Sidik Ragam Kelulushidupan (SR) Udang Vaname.....	26
5. Rerata Pertumbuhan Bobot Mutlak (W) Udang Vaname (gram).....	28
6. Sidik Ragam Pertumbuhan Bobot Mutlak (W) Udang Vaname	28
7. Uji BNT (Beda Nyata Terkecil) Pertumbuhan Bobot Mutlak (W) Udang Vaname.....	29
8. Rerata <i>Specific Growth Rate</i> (SGR) Udang Vaname (%).....	31
9. Sidik Ragam <i>Specific Growth Rate</i> (SGR) Udang Vaname	31
10. Uji BNT (Beda Nyata Terkecil) <i>Specific Growth Rate</i> (SGR) Udang Vaname.....	32
11. Rerata <i>Feed Conversion Ratio</i> (FCR) Udang Vaname	34
12. Sidik Ragam <i>Feed Conversion Ratio</i> (FCR) Udang Vaname.....	35
13. Uji BNT (Beda Nyata Terkecil) <i>Feed Conversion Ratio</i> (FCR) Udang Vaname.....	35
14. Hasil Pengamatan Kualitas Air Selama Penelitian.....	38

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Alat-alat Penelitian	46
2. Bahan-bahan Penelitian	50
3. Data Kualitas Air Selama Penelitian (Amonia, Nitrat, Ortofosfat, Suhu, Oksigen Terlarut)	52
4. Analisa Data Hasil Penelitian.....	58



1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Salah satu kegiatan akuakultur yang biasa dilakukan dan memiliki nilai ekonomis tinggi adalah budidaya udang vaname (*Litopenaeus vannamei*). Menurut Kordi (2008), budidaya udang vaname (*L. vannamei*) atau biasa disebut dengan udang putih yang berasal dari Hawaii dan kini telah banyak dikembangkan di Taiwan, China, Thailand dan Vietnam. Sedangkan di Indonesia udang vaname telah dibudidayakan di Lampung, Jawa Timur dan Sulawesi Selatan yang hasilnya sangat menggembirakan. Karena itu udang vaname dapat dipilih sebagai salah satu spesies yang diharapkan dapat memacu produksi udang nasional.

Potensi udang vaname untuk menjadi pemasok kebutuhan protein pangan sangat besar dibanding udang jenis lain. Hal ini dikarenakan udang vaname memiliki beberapa keunggulan yang tidak dimiliki udang jenis lain. Menurut Hudi dan Shahab (2005), *L. vannamei* atau dikenal dengan nama udang vaname merupakan udang yang memiliki sejumlah keunggulan, antara lain lebih resisten/tahan terhadap penyakit dan kualitas lingkungan yang rendah, padat tebar cukup tinggi, waktu pemeliharaan lebih pendek yakni sekitar 90 - 100 hari per-siklus

Akan tetapi ketersediaan lahan dan air untuk kegiatan budidaya perikanan dan pertanian semakin terbatas seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk dan perkembangan pembangunan. Pertambahan penduduk yang diikuti dengan meningkatnya kegiatan di bidang industri dan perumahan telah mengkonversi lahan budidaya, sehingga setiap waktu luasnya semakin berkurang. Situasi ini menyebabkan perlunya perkembangan teknologi dan inovasi baru sehingga industri akuakultur dapat terus berlanjut (Hermawan, 2015).

Maka dari itu dibutuhkan pemanfaatan lahan untuk kegiatan budidaya yang optimal. Salah satu cara yang dapat digunakan adalah dengan budidaya intensif menggunakan sistem resirkulasi. Menurut Apriyanti dan Rahimah (2016), dalam sistem resirkulasi konvensional sebenarnya tidak mengeliminasi limbah nutrisi dari sistem akuakultur karena nutrisi tersebut hanya tertahan sesaat di media filter yang kemudian kembali lagi ke dalam media akuakultur. Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk mengeliminasi limbah nutrisi adalah dengan sistem fitoremediasi. Menurut Juhaeti *et al.* (2005), fitoremediasi adalah penggunaan tumbuhan untuk menghilangkan polutan dari tanah atau perairan yang terkontaminasi.

Budidaya udang vaname bisa dilakukan dengan sistem fitoremediasi menggunakan rumput laut (*Gracilaria* sp.) yang dijadikan sebagai agen pengeliminasi limbah nutrisi yang dihasilkan oleh udang itu sendiri. Selain itu rumput laut (*Gracilaria* sp.) sendiri bisa dimanfaatkan untuk dijual atau dipasarkan. Menurut Ismail *et al.* (2015), rumput laut (*Gracilaria* sp.) merupakan salah satu komoditas perikanan yang diandalkan dalam program revitalisasi perikanan. Sebagai bahan dasar penghasil agar, alginat dan karaginan rumput laut sangat laku di pasaran baik dalam negeri maupun ekspor. Pada 2007 produksi rumput laut Indonesia mencapai 94 ribu ton. Pada akhir tahun 2008, permintaan pasar dunia terhadap alga laut ke Indonesia yang setiap tahunnya mencapai rata-rata 21,8 % dari kebutuhan dunia. Pada kenyataannya Indonesia hanya mampu memenuhi permintaan alga laut dunia sekitar 13,1 %.

1.2 Rumusan Masalah

Permasalahan yang terjadi dalam budidaya udang vaname (*L. vannamei*) seringkali terjadi pada kontrol kualitas air dikarenakan udang yang membutuhkan pakan protein tinggi menghasilkan limbah budidaya berupa ammonia dari feses

dan urin maupun sisa pakan yang tidak dimakan. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Syah *et al.* (2014), didapatkan retensi nutrisi N dari pakan pada budidaya udang vaname sebesar 38,71 % yang artinya lebih dari 60 % limbah dari pakan yang terlepas di perairan baik dalam bentuk feses maupun sisa pakan yang tidak dimakan. Sehingga kualitas air semakin rendah dan berdampak pada menurunnya pertumbuhan udang vaname. Dengan bantuan rumput laut (*Gracilaria* sp.) diharapkan dapat mengeliminasi limbah budidaya udang sehingga mampu meningkatkan pertumbuhan dari udang vaname itu sendiri. Berdasarkan bahasan tersebut maka dapat dirumuskan masalah sebagai berikut:

Apakah penggunaan rumput laut (*Gracilaria* sp.) sebagai agen fitoremediasi pada budidaya udang vaname (*L. vannamei*) berpengaruh pada kelulushidupan, pertumbuhan bobot mutlak, *specific growth rate* dan *feed conversion ratio* udang vaname?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan pelaksanaan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penggunaan rumput laut (*Gracilaria* sp.) sebagai agen fitoremediasi terhadap kelulushidupan, pertumbuhan bobot mutlak, *specific growth rate* dan *feed conversion ratio* udang vaname (*L. vannamei*).

1.4 Hipotesis

H_0 : Budidaya udang vaname dengan sistem fitoremediasi menggunakan bobot rumput laut (*Gracilaria* sp.) yang berbeda diduga tidak mempengaruhi pertumbuhan udang vaname (*L. vannamei*)

H_1 : Budidaya udang vaname dengan sistem fitoremediasi menggunakan bobot rumput laut (*Gracilaria* sp.) yang berbeda diduga mempengaruhi pertumbuhan udang vaname (*L. vannamei*)

1.5 Tempat dan Waktu Penelitian

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



2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*)

2.1.1 Klasifikasi dan Morfologi

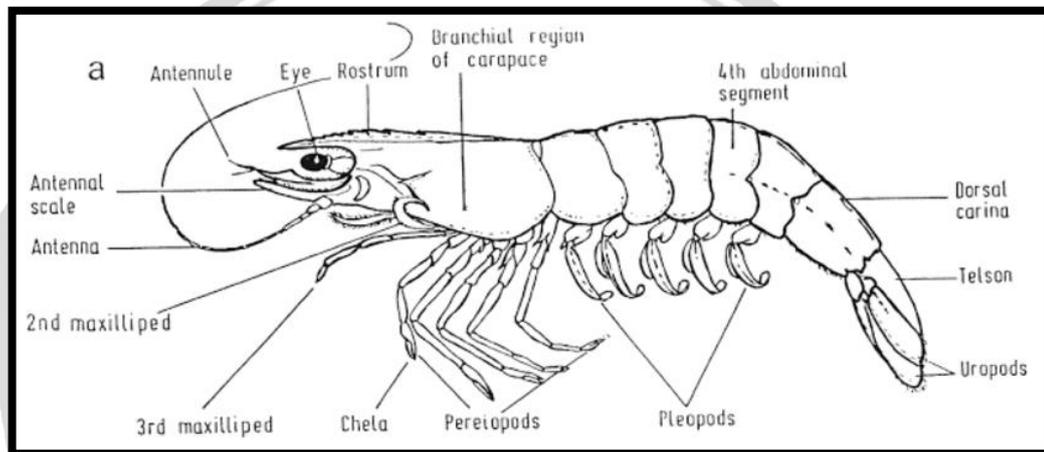
Udang vaname memiliki nama latin *Litopenaeus vannamei*. Hal ini sesuai dengan pernyataan Boone (1931) bahwa klasifikasi udang vaname sebagai berikut:

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

Udang vaname juga biasa disebut dengan nama *white shrimp* (udang putih) dikarenakan memiliki warna tubuh yang putih atau sedikit transparan. Menurut Sudradjat (2015), tubuh udang vaname terdiri dari kepala, dada, dan perut yang ketiganya tergabung menjadi satu. Lima pasang kaki jalan (dua pasang maxillae dan tiga pasang maxiliped) terdapat pada kepala udang vaname. Pada bagian abdomen terdapat enam ruas. Selain itu, terdapat enam pasang kaki renang dan sepasang uropod yang membentuk kipas. Dapat dilihat pada Gambar 1 dan Gambar 2.



Gambar 1. Udang vaname (Briggs *et al.*, 2004)



Gambar 2. Morfologi Udang Vaname (Wickins dan Lee, 2002)

2.1.2 Habitat

Menurut Panjaitan (2012), udang penaeid dewasa hidup dan bertelur di laut, kemudian setelah telur menetas jadi larva tingkat pertama yang disebut “*nauplius*” akan berkembang menjadi *mysis* setelah 5 hari. *Mysis* berkembang menjadi *post larva* setelah 4 – 5 hari. *Post larva* udang vaname bergerak mendekati pantai dan menetap didasar perairan payau (*estuary*) sampai berkembang menjadi udang muda (*juvenile*). Maka dari itu umumnya *post larva* ditemukan disepanjang pantai dan paling banyak didaerah hutan bakau (*mangrove*).

Udang vaname (*L. vannamei*) merupakan udang yang dapat dibudidayakan pada perairan laut, payau, hingga perairan tawar. Ini disebabkan karena udang vaname (*L. vannamei*) memiliki toleransi salinitas yang luas. Menurut Briggs *et al.* (2005), *L. vannamei* memiliki rentang toleransi terhadap salinitas yang luas. Terutama pada salinitas yang sangat rendah. Ini artinya budidaya udang vaname saat ini dapat dilakukan pada dua macam lokasi yaitu daerah pesisir dan perairan darat (air tawar).

2.1.3 Reproduksi

Udang vaname melakukan pembuahan secara eksternal. Menurut Sudradjat (2015), proses perkawinan udang vaname ditandai dengan adanya loncatan yang terjadi secara tiba-tiba pada betinanya. Ketika betinanya meloncat, sel telur akan dikeluarkan. Pada saat yang bersamaan, udang vaname jantan mengeluarkan sperma sehingga sel telur dari betina dapat bertemu dengan sperma jantan.

Menurut Robertson *et al.* (1993), dalam kegiatan reproduksi udang vaname idealnya padat penebaran sekitar 4,5 ekor per meter persegi dan dilakukan dengan rasio jantan dan betina 1:1 dengan udang jantan harus memiliki bobot lebih besar dari 40 gram dan betina memiliki bobot berukuran lebih dari 45 gram. Ukuran induk yang lebih besar akan memberikan hasil reproduksi yang lebih baik selama umur udang tidak terlalu tua.

2.1.4 Padat Penebaran

Padat penebaran yang dilakukan dalam kegiatan budidaya apabila tidak sesuai dengan luasan tempat budidaya akan memiliki resiko karena akan terjadi persaingan antara individu satu dengan individu yang lainnya. Persaingan tidak terbatas hanya persaingan makanan saja, tetapi dapat juga berupa persaingan ruang gerak dan persaingan untuk mendapatkan oksigen terlarut. Selain itu padat penebaran yang semakin tinggi juga akan mengakibatkan menurunnya

kualitas air dikarenakan terjadinya akumulasi limbah pada tempat budidaya (Mulyadi *et al.*, 2014).

Padat penebaran yang ditentukan harus disesuaikan dengan sistem budidaya yang digunakan baik itu ekstensif, semi intensif, intensif dan superintensif. Dikarenakan sistem budidaya yang digunakan juga mempengaruhi pemenuhan kebutuhan oksigen maupun kebutuhan pakan yang diberikan. Menurut Syah *et al.* (2014), budidaya udang vaname superintensif bisa mencapai kepadatan 500 ekor/m² dan masih memiliki pertumbuhan yang baik.

2.1.5 Pemberian Pakan

Udang vaname bisa diberikan pakan menggunakan pakan alami ataupun pakan buatan, dengan *feeding rate* yang cukup tinggi. Menurut Hermawan (2015), pemberian pakan udang vaname bisa menggunakan Artemia yang diberikan secara *ad-libitum* dengan jumlah sekitar 300 ind/PL dan pakan buatan berbentuk pelet dengan *feeding rate* sebanyak 10 %. Frekuensi pemberian pakan 5 kali dalam sehari yang diberikan pada pukul 06.00, 10.00, 14.00, 19.00, 22.00.

Dalam pemberian pakan, benih udang vaname membutuhkan pakan dengan bobot protein yang cukup tinggi. Tentunya hal ini dilakukan untuk mengoptimalkan pertumbuhan dari benih udang vaname itu sendiri. Menurut Subyakto *et al.* (2008), benih udang yang sudah ditebar pada petakan tambak selang 6 jam diberi pakan pellet. Pakan (pellet) dengan kadar protein 35 – 40 % diberikan dengan cara ditebar merata pada pinggir tambak dan bobot pakan 3 – 10 % dari berat tubuh per hari dengan frekuensi pemberian 4 kali. Untuk mengetahui nafsu makan udang dilakukan kontrol pakan melalui anco yang diberi pakan sebanyak 1 % dari total pakan yang diberikan.

2.1.6 Kualitas Air

Kualitas air merupakan hal yang sangat penting diperhatikan dalam kegiatan budidaya, dikarenakan kualitas air sangat mempengaruhi pertumbuhan bahkan kelangsungan hidup organisme budidaya. Menurut Sarifin *et al.* (2014), 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 mengalami kendala dalam pemeliharaan.

Setiap organisme budidaya memiliki kondisi optimal kualitas air yang berbeda. Udang vaname merupakan organisme yang memiliki toleransi yang cukup tinggi terhadap salinitas atau biasa disebut *euryhaline*. Menurut Hermawan (2015), sifat dari udang vaname banyak beraktivitas pada kondisi gelap dan mampu hidup pada salinitas 15 – 35 ppt. Untuk dapat bertahan hidup suhu di tambak harus dijaga antara 24°C – 32°C. Habitat udang vaname di tambak dengan pH air 7,5 – 8,5. Akan tetapi tempat lokasi budidaya juga harus bebas dari polusi.

2.2 Rumput Laut (*Gracilaria* sp.)

2.2.1 Klasifikasi dan Morfologi

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

Divisio	: Rhodophyta
Classis	: Rhodophyceae
Ordo	: Gigartinales

Familia : Gracilariaceae
Genus : Gracilaria
Species : *Gracilaria* sp.

Seperti pada alga kelas lainnya, morfologi rumput laut *Gracilaria* sp. Tidak memiliki perbedaan antara akar, batang yang disebut dengan *thallus* dengan berbagai bentuk percabangannya. Secara alami, *Gracilaria* sp. hidup dengan melekatkan (sifat bentik) thallusnya pada substrat yang berupa pasir, lumpur, karang, kulit kerang, kerang mati, batu maupun kayu, pada kedalaman sekitar 10 sampai 15 meter di bawah permukaan air yang salinitasnya pada konsentrasi 12 - 30 per mil. Sifat-sifat oseanografi, seperti sifat kimia-fisika air dan substrat, macamnya substrat serta dinamika/pergerakan air, merupakan faktor-faktor yang sangat menentukan pertumbuhan *Gracilaria* sp. (Murdinah *et al.*, 2012).



Gambar 3. *Gracilaria* sp. (Murdinah *et al.*, 2012).

2.2.2 Habitat

Rumput laut ini pada habitat aslinya mendiami wilayah 300 – 1000 m dari garis pantai. *Gracilaria* termasuk rumput laut yang bersifat *euryhalin*, sifat tersebut dapat terlihat dari kemampuan hidupnya pada perairan bersalinitas 15 – 30 ppt. Pertumbuhan *Gracilaria* diketahui lebih baik di tempat dangkal yang memiliki intensitas cahaya tinggi daripada di tempat dalam. Suhu yang optimum untuk pertumbuhan adalah 20 – 28°C dan pH optimum antara 6 – 9. Pada

umumnya *Gracilaria* terdapat karang yang berarus sedang (Anggadiredja *et al.*, 2006).

Rumput laut *Gracilaria* 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* 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. Rumput laut (*Gracilaria* sp.) lebih menyukai variasi suhu harian yang kecil dan substrat batu karang yang mati. Rumput laut ini tumbuh mengelompok dengan berbagai jenis rumput laut lainnya (Alifatri, 2012).

2.3 Manfaat dan Kegunaan Rumput Laut

Rumput laut atau lebih dikenal dengan sebutan *seaweed* merupakan salah satu sumber daya hayati yang sangat melimpah di perairan Indonesia. Keanekaragaman rumput laut di Indonesia merupakan yang terbesar dibandingkan dengan negara lain. Namun demikian, pemanfaatan rumput laut di Indonesia, terutama untuk keperluan industri dan kesehatan masih belum optimal. Dibalik peran ekologis dan biologisnya dalam menjaga kestabilan ekosistem laut serta sebagai tempat hidup sekaligus perlindungan bagi biota lain, golongan makroalga ini memiliki potensi ekonomis yaitu sebagai bahan baku dalam industri dan kesehatan. Pemanfaatan rumput laut secara ekonomis sudah dilakukan oleh beberapa negara. Cina dan Jepang sudah dimulai sejak tahun 1670 sebagai bahan obat-obatan, makanan tambahan, kosmetika, pakan ternak,

dan pupuk organik (Suparmi, 2009).

Menurut Sjafrie (1990), rumput laut *Gracilaria* memiliki potensi yang tinggi sebagai sumber utama pemasok agar-agar. Agar-agar merupakan ekstrak dari rumput laut, yang salah satunya berasal dari jenis *Gracilaria*. Sedangkan *Gracilaria* sendiri merupakan rumput laut yang termasuk dalam golongan Rhodophyceae (algae merah). Masyarakat pesisir di Indonesia mengenal *Gracilaria* dengan sebutan janggut dayung (Bangka), agar-agar karang (Indonesia), dongi-dongi (Sulawesi), bulung embulung (Jawa, Bali), bulung sanga (Bali), bulung tombong putih (Labuhanhaji, Lombok), atau lotu-otu putih (Ambon). Dalam kehidupan sehari-hari, agar-agar dimanfaatkan sebagai bahan makanan seperti puding, jely (makanan ringan) dan sebagainya. Sedangkan dalam industri, agar-agar digunakan sebagai bahan tambahan pada pabrik pengalengan makanan, farmasi, kosmetik, cat tekstil dan lain-lain.

2.4 Fitoremediasi

Menurut Abdurahman (2008), fitoremediasi adalah metode yang dapat digunakan untuk membersihkan atau mengangkut pencemaran dengan memperkerjakan tanaman. Tanaman yang digunakan adalah tanaman yang memiliki kemampuan untuk menyerap limbah atau bahan pencemar, baik itu logam berat ataupun limbah organik pada tanah maupun perairan. Konsep penggunaan tanaman untuk penanganan limbah dan sebagai indikator pencemaran air sudah lama ada dengan metode fitoremediasi menggunakan tanaman yang mampu menyerap bahan pencemar dengan baik.

Salah satu upaya untuk mengurangi kandungan amoniak antara lain secara proses biologi dengan menggunakan tanaman yang dikenal sebagai proses *phytoremediation*, sebuah kata yang berasal dari bahasa Yunani, kata *phyto* berarti "tanaman" dan kata *remediare* yang berarti "untuk memperbaiki".

Penerapan fitoremediasi untuk mengatasi berbagai pencemaran air dan tanah. Keunggulannya antara lain proses ramah lingkungan, aman, murah dan bahkan dapat diterapkan untuk pengolahan limbah radioaktif. Keterbatasan dari fitoremediasi antara lain, memakan waktu yang relatif lama, polutan yang terkandung di dalam tanah atau air harus berada dalam jangkauan akar tanaman, oleh karenanya memerlukan area pengolahan yang luas (Fariez, 2014).

2.5 Aquaponik

Teknologi aquaponik pada prinsipnya ikan dan tanaman dipelihara tidak dalam satu wadah. Keduanya ditempatkan dalam bak terpisah. Air dari bak ikan dialirkan melalui filter dan bak penampung sebelum diserap oleh tanaman. Filter mengandung jasad renik dan mikroba untuk menguraikan bahan organik dalam air. Setelah dipergunakan oleh tanaman, air yang kaya oksigen itu dialirkan kembali ke dalam bak ikan (Apriyanti dan Rahimah, 2016).

Menurut Sungkar dan Riawan (2015), akuaponik adalah sistem produksi pangan revolusioner dengan membudidayakan ikan dan tanaman secara terpadu. Dalam sistem aquaponik nutrisi tanaman didapat dari kotoran ikan atau udang yang diubah oleh mikroba *Nitrosomonas* yang mengurai Ammonia menjadi nitrit. Kemudian *Nitrobacter* melanjutkan mengubah nitrit menjadi nitrat yang merupakan nutrisi untuk tanaman. Dengan sistem aquaponik, budidaya bisa dilakukan dalam lahan sempit maupun luas, padat tebar ikan atau udang lebih tinggi, penggunaan sumber daya air yang lebih sedikit serta limbah buangan yang sangat sedikit.

3. MATERI DAN METODE PENELITIAN

3.1 Materi Penelitian

3.1.1 Alat Penelitian

Persiapan alat – alat yang digunakan sebelum penelitian sangat penting dilakukan. Peralatan yang digunakan dalam penelitian mengenai laju pertumbuhan udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) dalam sistem aquaponik menggunakan rumput laut (*Gracilaria* sp.) dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Alat yang digunakan dalam penelitian

No.	Alat Penelitian	Fungsi
1.	Akuarium 60 x 30 x 30 cm sebanyak 12 buah	Untuk media pemeliharaan udang
2.	Akuarium 30 x 30 x 30 cm sebanyak 9 buah	Untuk media pemeliharaan rumput laut
3.	Kabel roll	Untuk sumber listrik
4.	DO meter (Lovibond)	Untuk pengukuran DO
5.	pH meter (Lovibond)	Untuk pengukuran pH
6.	Refraktometer (Lovibond)	Untuk pengukuran salinitas
7.	Timbangan digital ketelitian 10^{-2} gram	Untuk menimbang rumput laut dan media pemeliharaan
8.	Kamera	Untuk mendokumentasikan
9.	Pompa air	Untuk memompa air
10.	Selang	Untuk mengalirkan air dari pompa
11.	Thermometer	Untuk mengukur suhu air
12.	Penggaris	Untuk mengukur panjang ikan
13.	Water heater	Untuk menghangatkan perairan
14.	Nampan	Untuk meletakkan alat dan bahan
15.	Seser	Untuk mengambil udang
16.	Rak akuarium	Untuk tempat meletaknya akuarium
17.	Saringan	Untuk menyaring sampel
18.	Oven	Untuk memanaskan sampel
19.	Water bath	Untuk mendinginkan sampel
20.	Alat tulis	Untuk mencatat hasil penelitian
21.	Alat destilasi	Untuk mendestilasi
22.	Spektrofotometer	Untuk mengukur ammonia, orthophospat dan nitrit
23.	Erlenmeyer	Untuk wadah saat penghomogenan
24.	Pipet	Untuk mengambil sampel
25.	Beakerglass	Untuk wadah penguji saat dicampur H_2SO_4

3.1.2 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian tentang laju pertumbuhan udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) dalam sistem aquaponik menggunakan rumput laut (*Gracilaria* sp.). Bahan yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Bahan yang digunakan dalam penelitian

No.	Alat Penelitian	Fungsi
1.	Bibit Udang vaname 1500 ekor ukuran PL 15 berat 0.045 gram	Sebagai sampel penelitian
2.	Bibit rumput laut sekitar 4.5 kg	Sebagai sampel penelitian
3.	Air laut	Sebagai media penelitian
4.	Air tawar	Sebagai campuran
5.	Pakan udang (pellet)	Sebagai sumber nutrisi udang
6.	Aquades	Untuk menetralisasi alat penelitian
8.	H ₂ SO ₄	Sebagai larutan perendaman sampel untuk uji nitrogen
9.	H ₂ BO ₃ (Asam borat)	Sebagai penampung pada destilasi untuk uji nitrogen
10.	NaOH 40 %	Sebagai larutan titrasi untuk uji nitrogen
11.	Campuran Selen	Sebagai katalisator untuk uji nitrogen
12.	Pereaksi nesler	Sebagai pengikat ammonia dan indikator warna kuning pada uji ammonia
13.	Asam fenol disulfonik	Sebagai bahan melarutkan kerak nitrat
14.	NH ₄ OH	Untuk indikator warna kuning
15.	Amonium molybdat	Untuk mengikat fosfat
16.	SnCl ₂	Sebagai indikator warna biru
17.	Tissu	Sebagai pembersih alat dan bahan
18.	Kertas saring	Sebagai penyaring sampel saat uji kualitas air
19.	Kertas label	Sebagai penanda sampel agar tidak tertukar

3.2 Metode Penelitian

Pada penelitian ini menggunakan metode eksperimen, yaitu metode yang dilakukan dengan cara melakukan percobaan secara langsung. Hal ini sesuai dengan Frick (2008), bahwa setiap penelitian eksperimental harus dijelaskan secara keseluruhan sehingga orang lain dapat mengulang penelitian tersebut.

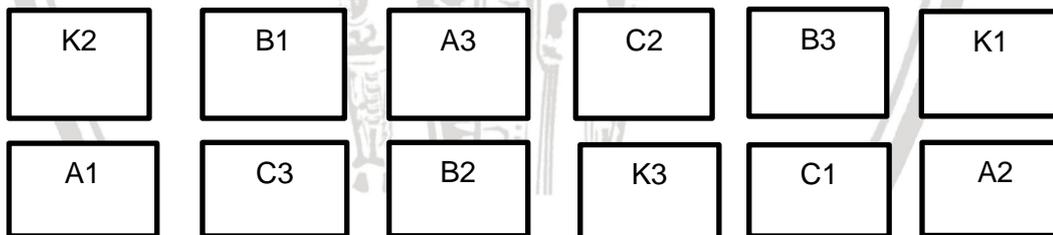
Teknik pengambilan data dilakukan dengan cara observasi. Metode Observasi adalah metode pengumpulan data dengan pengamatan secara

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 adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dimana diberikan perlakuan yang berbeda secara acak dalam satu kelompok. Hal ini sesuai dengan pendapat Sastrosupadi (2000), 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.

Perlakuan yang digunakan dalam penelitian mengenai laju pertumbuhan udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) dalam sistem aquaponik menggunakan rumput laut (*Gracilaria* sp.) dengan 3 perlakuan dan 1 kontrol. Dalam penelitian ini, masing-masing perlakuan diulang sebanyak 3 kali yang ditempatkan secara acak seperti pada denah penelitian berikut:



Gambar 4. Denah Penelitian

Keterangan:

Perlakuan K : Udang vaname dengan padat tebar 90 ekor tanpa pemberian rumput Laut

Perlakuan A : Udang vaname 90 ekor dengan rumput laut 300 gram

Perlakuan B : Udang vaname 90 ekor dengan rumput laut 450 gram

Perlakuan C : Udang vaname 90 ekor dengan rumput laut 600 gram

1, 2, 3 : Ulangan

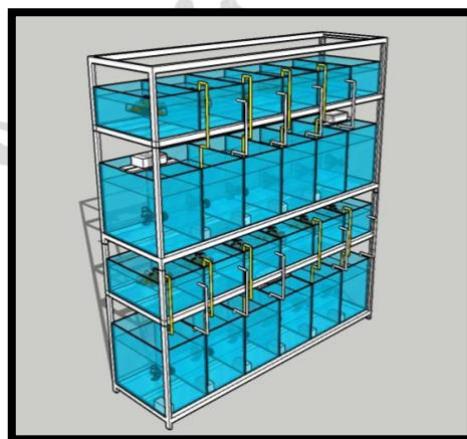
- Untuk padat penebaran udang 90 ekor tiap akuarium (500 ekor/m²) didapat dari penelitian yang telah dilakukan oleh (Supriyono *et al.*, 2006).

- Untuk perlakuannya menggunakan bobot rumput laut (*Gracilaria* sp.) 300, 450, dan 600 gram. Bobot ini didapat dari penelitian pendahuluan yang sudah dilakukan dengan percobaan bobot rumput laut 100, 200, 300, 400, 500, 600 dan 700 gram menunjukkan bobot 300 gram memberikan kadar nitrogen pada rumput laut (*Gracilaria* sp.) yang paling tinggi sedangkan bobot 600 gram memberikan kadar kualitas air yang paling baik.

3.4 Prosedur Penelitian

3.4.1 Persiapan Penelitian

Sebelum melakukan kegiatan penelitian dilakukan persiapan wadah dan peralatan. Pertama, disiapkan akuarium berukuran 60x30 cm untuk wadah pemeliharaan udang vaname sebanyak 12 buah, akuarium ukuran 30x30 cm untuk wadah pemeliharaan rumput laut sebanyak 9 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 ppt dengan volume air 22,5 liter pada akuarium rumput laut dan akuarium udang vaname diisi dengan volume air 45 liter dengan jumlah udang vaname 90 ekor/akuarium atau setara dengan 500 ekor/m² (Gambar 5).



Gambar 5. Rancangan Akuarium

3.4.2 Penebaran Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*)

Untuk persiapan udang, udang uji yang akan digunakan adalah udang vaname (*L. vannamei*) 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 7 hari. Selama aklimatisasi udang diberi pakan komersil dengan kadar protein 37 % 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 (W0) dan diusahakan ukuran tiap udang dalam akuarium seragam sehingga nantinya tidak terjadi kanibalisme. Pada penelitian ini ukuran udang yang dipilih yaitu PL 15 dengan bobot rata-rata 0,045 gram/ekor.

3.4.3 Penanaman Rumput Laut (*Gracilaria* sp.)

Pada penanaman *Gracilaria* sp., setelah akuarium sebagai wadah siap serta bibit yang dibutuhkan telah siap, selanjutnya dilakukan penanaman tanpa menggunakan media tanah yang berasal dari tambak. Akuarium yang telah dijadikan wadah di isi dengan campuran air laut dan air tawar dengan salinitas 20 ppt sebanyak 22,5 liter yaitu sampai ketinggian air 25 cm dimana ketinggian tersebut mencapai selang paralon yang akan mengalirkan airnya ke akuarium udang. Kemudian *Gracilaria* dipindahkan ke akuarium dengan bobot yang sudah ditentukan dan diberi tanda menggunakan kertas label agar bobot tidak tertukar saat pendataan hasil. Pompa pada akuarium dinyalakan sehingga resirkulasi antara akuarium udang dan akuarium rumput laut berjalan.

3.4.4 Pelaksanaan Penelitian

Pelaksanaan penelitian ini, dilakukan pengamatan pada pemeliharaan udang vaname (*L. vannamei*) dengan bobot *Gracilaria* sp. yang berbeda pada masing – masing akuarium. Pada tahap pemeliharaan ini laju pertumbuhan udang vaname yang diamati dengan menggunakan rumus yang dijelaskan pada sub bab 3.5.1 (a). Pemeliharaan dilakukan selama 30 hari. Sedangkan pengukuran kualitas air dilaksanakan sampai akhir penelitian. Penelitian dilaksanakan pada Oktober 2017 – November 2017.

3.5 Parameter Uji

3.5.1 Parameter Utama

a. Kelulushidupan/*Survival Rate* (SR)

Survival Rate atau tingkat kelangsungan hidup adalah kelulushidupan selama pemeliharaan. Kelulushidupan udang vaname dihitung pada akhir penelitian. *Survival Rate* diukur dengan menggunakan rumus dari Effendie (1979), yaitu:

$$\text{Survival Rate (SR)} = \frac{N_t}{N_o} \times 100\%$$

dimana :

SR = Kelulushidupan hidup hewan Uji (%).

N_t = Jumlah ikan uji pada akhir penelitian (ekor).

N_o = Jumlah ikan uji pada awal penelitian (ekor).

b. Pertumbuhan Bobot Mutlak (W)

Pertumbuhan bobot mutlak adalah total pertambahan bobot udang vaname dari awal pemeliharaan hingga akhir masa pemeliharaan. Pertumbuhan udang vaname diukur secara periodik sepuluh sekali dari persiapan hingga masa pemeliharaan selama 30 hari. Dengan menimbang sampel bobot basah dari udang vaname yang telah ditebar pada awal penebaran. Pertumbuhan bobot mutlak dihitung dengan menggunakan rumus dari Cholik *et al.* (2005), yaitu:

$$W = W_t - W_0$$

dimana :

- W = Pertumbuhan bobot mutlak (gram)
 W_t = Bobot rata-rata pada akhir penelitian (gram)
 W_0 = Bobot rata-rata pada awal penelitian (gram)

c. Specific Growth Rate (SGR)

Specific Growth Rate (SGR) atau laju pertumbuhan harian (LPH) diartikan sebagai perubahan ikan atau udang dalam berat, ukuran, maupun volume seiring dengan perubahan waktu. Pertumbuhan pada udang vaname (*L. vannamei*) adalah penambahan panjang dan berat yang dihasilkan udang vaname selama masa pemeliharaan. Pertumbuhan udang vaname diukur secara periodik sepuluh sekali dari persiapan hingga masa pemeliharaan selama 40 hari. Dengan menimbang bobot basah dari udang vaname yang telah ditebar pada awal penebaran dan akhir penelitian. Laju pertumbuhan dihitung menggunakan rumus dari Steffens (1989):

$$\text{Specific Growth Rate (SGR)} = \frac{\ln W_t - \ln W_0}{t_1 - t_0} \times 100\%$$

dimana :

- SGR = Laju pertumbuhan berat spesifik (% per hari)
 W_t = Bobot biomassa pada akhir penelitian (gram)
 W_0 = Bobot biomassa pada awal penelitian (gram)
 t_1 = Waktu akhir penelitian (hari)
 t_0 = Waktu awal penelitian (hari)

d. Feed Conversion Ratio (FCR)

Feed Conversion Ratio (FCR) adalah jumlah pakan yang diberikan untuk menghasilkan satu kilogram bobot dari ikan atau udang yang dibudidayakan. Pada pemeliharaan udang vaname ditentukan banyak pakan yang diberikan per hari dengan menimbang bobot awal pada tiap akuarium pemeliharaan udang vaname, kemudian dikalikan 15 % dari biomassa ikan yang mana akan diberikan

pada pagi dan sore hari. Selanjutnya setiap sepuluh hari sekali akan menghitung FCR dengan menggunakan rumus dari NRC (1977), yaitu :

$$\text{Feed Conversion Ratio (FCR)} = \frac{F}{(W_t + D) - W_o}$$

dimana :

FCR = Feed Conversion Ratio.

W_o = Bobot hewan uji pada awal penelitian .

W_t = Bobot hewan uji pada akhir penelitian .

D = Jumlah ikan yang mati

F = Jumlah pakan yang dikonsumsi

3.5.2 Parameter Penunjang

Pengukuran kualitas air meliputi oksigen terlarut, pH, suhu, ammonia, nitrat dan ortofosfat di dalam setiap wadah pemeliharaan. Pengukuran oksigen terlarut, pH dan suhu dilakukan setiap hari yaitu setiap pagi hari pukul 06.00 WIB dan siang hari pukul 14.00 WIB. Sedangkan pengukuran ammonia, nitrat dan ortofosfat dilakukan pada awal, pertengahan dan akhir penelitian.

- **Oksigen Terlarut/*Dissolved Oxygen* (DO)**

Dalam pengukuran DO digunakan alat berupa DO meter, sistem kerja dari DO meter adalah sebagai berikut :

1. Ditekan tombol ON untuk menyalakan alat.
2. Ditekan re-zero.
3. Alat terlebih dahulu dikalibrasi dengan menggunakan aquades.
4. Dimasukkan alat kedalam akuarium.
5. Ditunggu hingga nilai pada layar berhenti dan dicatat hasilnya
6. Ditekan tombol off untuk mematikan alat, dibersihkan dan rapikan alat setelah digunakan.

- **Derajat Keasaman (pH)**

Sedangkan alat yang digunakan untuk mengukur derajat keasaman (pH) adalah pH pen, sistem kerja dari pH pen adalah sebagai berikut :

1. Dinyalakan pH pen dengan menekan tombol ON.
2. Dikalibrasi alat dengan menggunakan aquades agar pH netral.
3. Dichelupkan pH pen ke dalam aquarium.
4. Dicatat hasil yang ditunjukkan pada pH pen.
5. Dimatikan pH pen, dibersihkan dengan air dan dirapikan alat setelah digunakan.

- **Suhu**

Dalam pengukuran suhu digunakan alat berupa DO meter, sistem kerja pengukuran suhu dengan DO meter adalah sebagai berikut :

1. Ditekan tombol ON untuk menyalakan alat.
2. Ditekan re-zero.
3. Alat terlebih dahulu dikalibrasi dengan menggunakan aquades.
4. Dimasukkan alat ke dalam aquarium dan ditunggu hingga nilai pada layar berhenti.
5. Dicatat hasilnya dan dimatikan.
6. Alat dibersihkan dengan air dan dirapikan alat setelah digunakan.

Pengukuran ammonia, nitrat dan ortofosfat dilakukan dengan menggunakan alat khusus yaitu spektrofotometer UV-Vis dengan sistem kerja sebagai berikut :

- **Ammonia**

Prosedur pengukuran kadar ammonia nitrogen dengan metode titrasi yaitu sebagai berikut :

1. Disiapkan 25 ml air sampel yang telah disaring dalam erlenmeyer.
2. Ditambahkan 0,5 ml pereaksi nessler dan dihomogenkan.
3. Dibiarkan selama \pm 30 menit agar terbentuk warna kuning dengan sempurna. Kemudian larutan tersebut dimasukkan ke dalam cuvet.

4. Selanjutnya dibandingkan dengan larutan baku untuk menaksir kadar ppm ammonia nitrogen yang terkandung di dalam air sampel tersebut. Apabila pengukuran menggunakan spektrofotometer menggunakan panjang gelombang 425 nm.

- **Nitrat**

Prosedur pengukuran kadar nitrat nitrogen dengan metode titrasi yaitu sebagai berikut :

1. Sampel disaring 12,5 ml dan dituangkan ke dalam cawan porselin.
2. Diupkan diatas hot plate sampai kering (terbentuk kerak nitrat), hati-hati jangan sampai pecah kemudian didinginkan.
3. Ditambahkan 0,25 ml asam fenol disulfonik, diaduk dengan pengaduk dan dibilas dengan sedikit aquades.
4. Ditambahkan (dengan meneteskan) NH_4OH 1:1 sampai terbentuk warna kuning.
5. Diencerkan dengan aquades hingga volume menjadi 12,5 ml dan dihomogenkan. Kemudian dimasukkan dalam cuvet.
6. Dibandingkan dengan larutan standar pembanding secara visual atau dengan menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 410 nm.

- **Ortofosfat**

Prosedur pengukuran kadar ortofosfat dengan metode titrasi yaitu sebagai berikut:

1. Dituangkan 25 ml air sampel ke dalam erlenmeyer yang berukuran 50 ml.
2. Ditambahkan 1 ml ammonium molybdate ke dalam air sampel dan dihomogenkan.

3. Ditambahkan 5 tetes larutan SnCl_2 yang masih baru dibuat pada sampel dan dihomogenkan. Warna biru akan timbul (selama 10-12 menit) sesuai dengan kadar fosfatnya.
4. Dimasukkan larutan (No.3) ke dalam cuvet.
5. Dibandingkan warna biru air sampel dengan larutan stándart yang telah dibuat, baik secara visual atau dengan menggunakan spektrofotometer dengan panjang gelombang 690 nm.

- **Spektrofotometer**

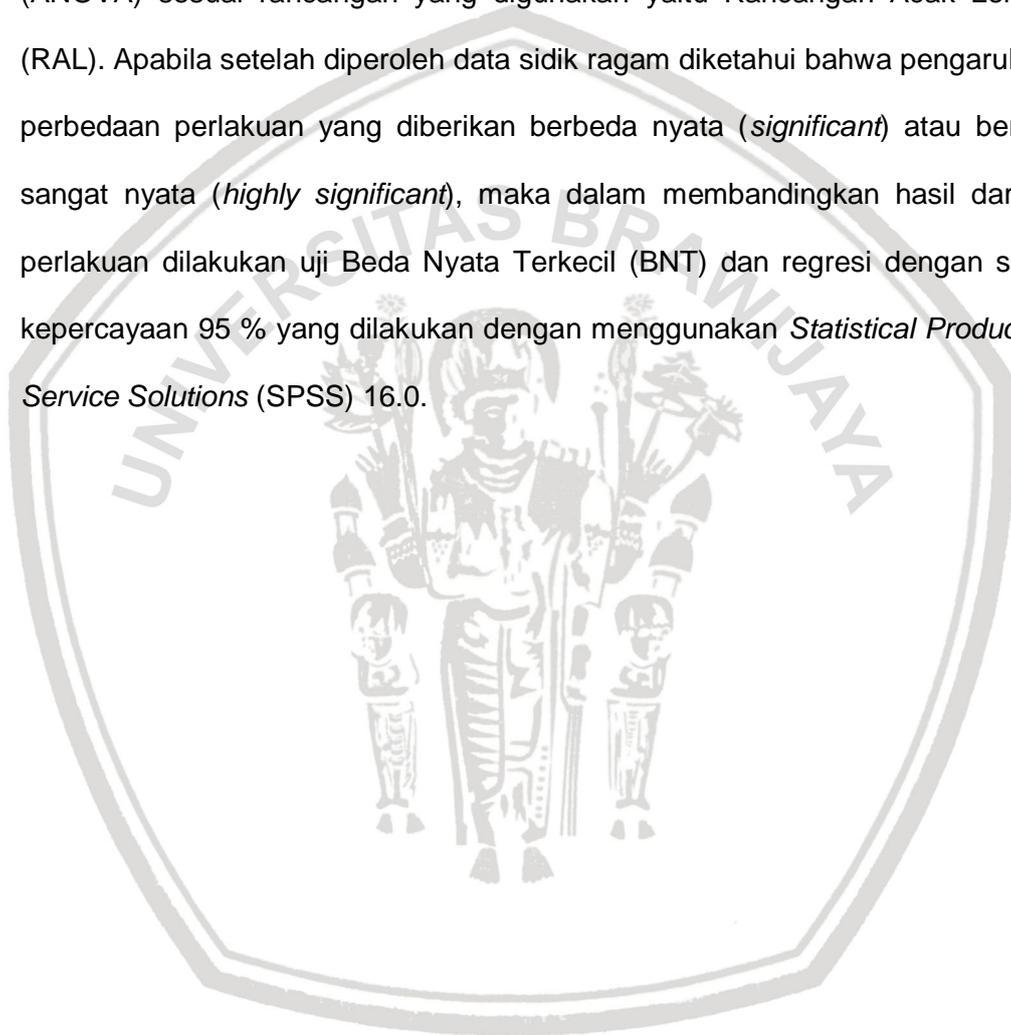
Prosedur penggunaan spektrofotometer (tipe D2000) adalah sebagai berikut:

1. Dihubungkan stop kontak dengan arus AC 220 V.
2. Ditekan tombol power "ON/OFF" hingga pada layar muncul angka 151 dan ditunggu hingga menunjukkan angka 0.
3. Setelah itu akan muncul "METHOD#", lalu tekan nomor program sesuai parameter yang akan diukur. Tekan "READ ENTER" maka pada layar akan muncul nomor program dari parameter yang diuji atau diukur.
4. Disesuaikan panjang gelombang (nm) dengan cara memutar pengatur panjang gelombang sesuai petunjuk, lalu tekan "READ ENTER" maka akan muncul nama parameter yang akan diuji.
5. Kemudian tekan "SHIFT TIMER" dan masukkan botol blanko pada sel holder jika periodik timer sudah selesai, setelah itu, tekan "CLEAR ZERO" hingga muncul angka 0,00 mg/L (menunjukkan posisi alat sudah terkalibrasi).
6. Lalu keluarkan botol sample blanko dari sel holder, kemudian masukkan botol sampel air. Tekan "READ ENTER", tunggu beberapa saat maka pada layar muncul angka hasil analisa parameternya dan catat hasilnya.

7. Selanjutnya tekan "CONFIG METH" 2 (dua) kali jika akan melakukan uji ulang. Jika ingin dimatikan alatnya tekan tombol ON/OFF.

3.6 Analisa 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.



4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Kelulushidupan/*Survival Rate* (SR) Udang Vaname

Perlakuan fitoremediasi dengan bobot rumput laut (*Gracilaria* sp.) yang berbeda menunjukkan hasil yang sangat baik dari perlakuan dengan bobot rumput laut yang paling rendah sampai dengan bobot rumput laut yang paling tinggi, begitu juga dengan perlakuan kontrol hasil kelulushidupan (SR) udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) masih memiliki nilai yang tinggi, dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Rerata Kelulushidupan (SR) Udang Vaname (%)

Perlakuan	Ulangan			Total	Rerata
	1	2	3		
K (tanpa rumput laut)	93,33	95,55	91,11	279,99	93,33 ± 2,22
A (300 gram rumput laut)	95,56	94,44	93,33	283,33	94,44 ± 1,11
B (450 gram rumput laut)	91,11	94,44	95,55	281,10	93,70 ± 2,31
C (600 gram rumput laut)	94,44	91,11	96,67	282,22	94,07 ± 2,79
	Total			1.126,65	93,88

Berdasarkan Tabel 3 didapatkan rerata SR udang vaname (*L. vannamei*) dari masing-masing perlakuan. Selanjutnya untuk mengetahui pengaruh rumput laut (*Gracilaria* sp.) terhadap SR udang vaname (*L. vannamei*) dilakukan uji sidik ragam. Hasil sidik ragam data SR udang vaname (*L. vannamei*) dapat dilihat pada Tabel 4. Sedangkan perhitungan lengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 4.

Tabel 4. Sidik Ragam Kelulushidupan (SR) Udang Vaname

SK	db	JK	KT	FH	F5%	F1%
Perlakuan	2,00	0,82876	0,41438	0,086 ^{ns}	5,14	10,92
Acak	6,00	28,8231	4,80385			
Total	8,00	29,6519				

Keterangan:

ns : Tidak berpengaruh nyata

Perhitungan sidik ragam yang terdapat pada Tabel 4 menunjukkan bahwa F hitung memiliki nilai sebesar 0,086 yang lebih rendah dari F tabel 5 % dan 1 %. Hal tersebut memiliki arti bahwa perbedaan bobot rumput laut (*Gracilaria* sp.) yang dijadikan agen fitoremediasi dalam budidaya udang vaname (*L. vannamei*) tidak berpengaruh terhadap SR.

Budidaya udang vaname (*L. vannamei*) dengan sistem resirkulasi tertutup sudah memiliki SR yang tinggi. Tampak pada perlakuan K (kontrol) dengan resirkulasi tanpa rumput laut, memiliki SR yang paling rendah dibandingkan perlakuan yang lainnya (A, B dan C), akan tetapi masih menunjukkan SR yang baik (Tabel 3). Hal ini menunjukkan bahwa tanpa pemberian rumput laut, kualitas perairan sudah memenuhi syarat untuk hidup bagi udang vaname. Sehingga pemeliharaan udang vaname (*L. vannamei*) dengan menggunakan rumput laut (*Gracilaria* sp.) tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap SR dikarenakan tanpa pemberian rumput laut sekalipun syarat untuk hidup bagi udang vaname sudah terpenuhi dengan baik (Tabel 4). Meskipun demikian perlakuan A (rumput laut 300 gram) masih memiliki SR tertinggi dibandingkan perlakuan K, B dan C yaitu sebesar 94,44 %. Hal ini dikarenakan kualitas air yang baik yang tidak lepas dari peran rumput laut. Menurut Hendrajat (2010), didapatkan sintasan dan produksi udang vaname yang dipelihara secara polikultur dengan *Gracilaria* memberikan hasil masing-masing 94,20 % dan 252 kg/Ha selama pemeliharaan 60 hari. Sedangkan menurut Hermawan (2015), pada pemeliharaan udang vaname (*L. vannamei*) dengan sistem akuaponik dimana resirkulasi air menggunakan tanaman selada, didapatkan nilai tingkat kelangsungan hidup sebesar 94,74 % selama 4 minggu pemeliharaan.

4.2 Pertumbuhan Bobot Mutlak (W) Udang Vaname

Perlakuan fitoremediasi dengan bobot rumput laut (*Gracilaria* sp.) yang berbeda menunjukkan hasil bahwa semakin tinggi bobot rumput yang diberikan maka pertumbuhan bobot mutlak (W) udang vaname (*L. vannamei*) juga akan semakin tinggi sedangkan semakin rendah bobot rumput laut yang diberikan maka pertumbuhan bobot mutlak udang vaname (*L. vannamei*) akan semakin rendah, dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Rerata Pertumbuhan Bobot Mutlak (W) Udang Vaname (gram)

Perlakuan	Ulangan			Total	Rerata
	1	2	3		
K (tanpa rumput laut)	0,174	0,163	0,160	0,497	0,166 ± 0,007
A (300 gram rumput laut)	0,219	0,209	0,181	0,609	0,203 ± 0,020
B (450 gram rumput laut)	0,234	0,237	0,233	0,704	0,235 ± 0,002
C (600 gram rumput laut)	0,294	0,314	0,274	0,882	0,294 ± 0,020
	Total			2,692	0,898

Berdasarkan Tabel 5 didapatkan rerata pertumbuhan bobot mutlak udang vaname (*L. vannamei*) pada masing-masing perlakuan. Selanjutnya untuk mengetahui pengaruh dari rumput laut (*Gracilaria* sp.) terhadap pertumbuhan bobot mutlak udang vaname, dilanjutkan dengan uji sidik ragam. Hasil sidik ragam data pertumbuhan bobot mutlak udang vaname (*L. vannamei*) dapat dilihat pada Tabel 6. Sedangkan perhitungan lengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 4.

Tabel 6. Sidik Ragam Pertumbuhan Bobot Mutlak (W) Udang Vaname

Sumber Keragaman	db	JK	KT	FH	F5%	F1%
Perlakuan	2	0,0128	0,006400	24,04**	5,14	10,92
Acak	6	0,0016	0,000266			
Total	8	0,0144				

Keterangan:

** : Berpengaruh sangat nyata

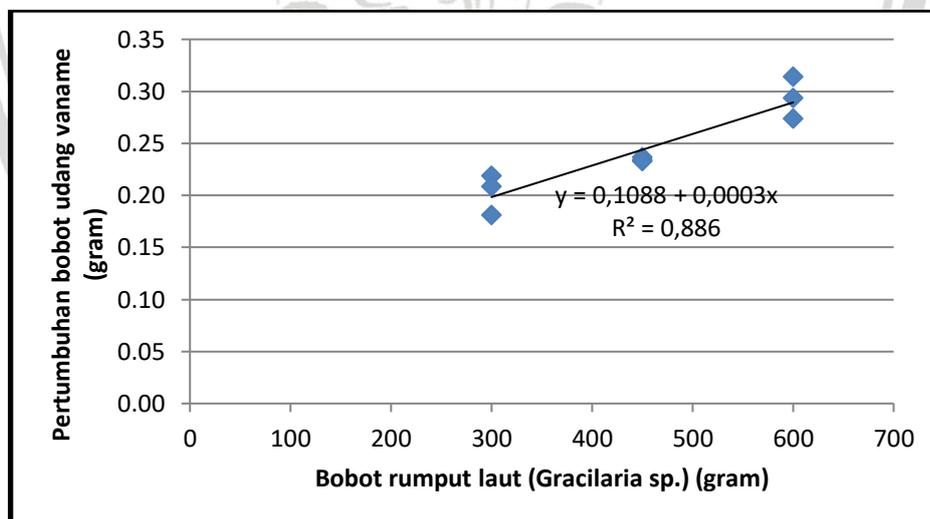
Perhitungan sidik ragam yang terdapat pada Tabel 6 menunjukkan bahwa F hitung memiliki nilai yang lebih besar dari F tabel 5 % dan 1 %. Perbedaan

bobot rumput laut (*Gracilaria* sp.) yang dijadikan agen fitoremediasi dalam budidaya udang vaname (*L. vannamei*) berpengaruh sangat nyata terhadap pertumbuhan bobot mutlak udang vaname (*L. vannamei*). Selanjutnya, untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan maka dilakukan uji BNT (Beda Nyata Terkecil) yang disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Uji BNT (Beda Nyata Terkecil) Pertumbuhan Bobot Mutlak (W) Udang Vaname

Notasi		A	B	C	Notasi
		0,203	0,235	0,294	
A	0,203	-	-	-	a
B	0,235	0,032 ^{ns}	-	-	a
C	0,294	0,091 ^{**}	0,059 ^{**}	-	b

Hasil uji BNT (Beda Nyata Terkecil) diketahui bahwa perlakuan C (bobot rumput laut 600 gram) memiliki perbedaan sangat nyata terhadap pertumbuhan bobot mutlak. Untuk mengetahui bentuk hubungan (*regresi*) antar perlakuan, perlu dilakukan uji *polynomial orthogonal*. Grafik regresi pertumbuhan bobot mutlak udang vaname (*L. vannamei*) disajikan pada Gambar 6.



Gambar 6. Grafik Pertumbuhan Bobot Mutlak (W) Udang Vaname

Berdasarkan grafik pada Gambar 6 hubungan pemberian bobot rumput laut (*Gracilaria* sp.) yang berbeda terhadap pertumbuhan bobot mutlak udang vaname (*L. vannamei*) menunjukkan perpotongan garis secara linear dengan

persamaan $y = 0,1088 + 0,0003x$ dan koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,886 yang berarti 88,6 % penelitian dipengaruhi oleh perlakuan dan sisanya dipengaruhi oleh faktor lain. Hal ini menunjukkan bahwa hubungan pemberian rumput laut (*Gracilaria* sp.) dengan pertumbuhan bobot mutlak udang vaname (*L. vannamei*) memiliki hubungan yang erat dan berpengaruh.

Banyaknya bobot rumput laut (*Gracilaria* sp.) yang diberikan yaitu pada perlakuan C (bobot rumput laut 600 gram) memberikan kualitas air yang lebih baik dikarenakan penyerapan senyawa nitrogen yang lebih besar. Hal ini sesuai dengan pendapat Sakdiah (2009), rumput laut dapat memanfaatkan N terlarut dalam perairan melalui proses difusi dengan seluruh bagian tubuhnya. Semakin tinggi kemampuan rumput laut menyerap N terlarut di media budidaya maka akan semakin meningkat pula kandungan N dalam tubuh rumput laut. Nitrogen dalam bentuk ammonia yang paling utama diserap oleh rumput laut. Rumput laut dapat menyerap N terlarut sebesar 0,013 gram N/kg tubuh/jam.

Kualitas perairan yang baik mampu meningkatkan nafsu makan udang vaname (*L. vannamei*) dan membuat penambahan bobot yang lebih besar. Hal ini sesuai dengan pendapat Pratama *et al.* (2017), menurunnya kualitas perairan udang vaname berakibat pada penurunan nafsu makan udang vaname. Kualitas air yang baik akan menyebabkan proses fisiologi dalam tubuh udang berjalan dengan baik sehingga mendukung pertumbuhan dan tingkat kelulushidupan udang.

Penelitian ini menunjukkan bahwa budidaya udang vaname (*L. vannamei*) dengan sistem fitoremediasi menggunakan rumput laut (*Gracilaria* sp.) mendapatkan pertumbuhan bobot terbaik sebesar 0,294 gram dalam waktu pemeliharaan 30 hari. Sedangkan menurut Hendrajat *et al.* (2010), dimana pada polikultur udang vaname dan rumput laut *Gracilaria* dengan waktu pemeliharaan 75 hari, mendapatkan hasil pertumbuhan bobot terbaik sebesar 12,54 gram. Hal

ini menunjukkan budidaya udang vaname dengan perlakuan fitoremediasi menggunakan rumput laut (*Gracilaria* sp.) masih memberikan pertumbuhan yang baik.

4.3 Specific Growth Rate (SGR) Udang Vaname

Perlakuan fitoremediasi dengan bobot rumput laut (*Gracilaria* sp.) yang berbeda menunjukkan hasil bahwa semakin tinggi bobot rumput laut (*Gracilaria* sp.) yang diberikan, SGR udang vaname (*L. vannamei*) juga akan semakin tinggi, dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Rerata *Specific Growth Rate* (SGR) Udang Vaname (%/hari)

Perlakuan	Ulangan			Total	Rerata
	1	2	3		
K (tanpa rumput laut)	5,13	5,16	5,23	15,52	5,17 ± 0,05
A (300 gram rumput laut)	5,77	5,70	5,56	17,03	5,68 ± 0,11
B (450 gram rumput laut)	6,10	6,00	6,27	18,37	6,12 ± 0,14
C (600 gram rumput laut)	6,81	6,80	6,70	20,31	6,77 ± 0,06
	Total			55,71	23,74

Berdasarkan Tabel 8 didapatkan rerata SGR udang vaname (*L. vannamei*) dari masing-masing perlakuan dan dilanjutkan dengan uji sidik ragam untuk mengetahui pengaruh pemberian rumput laut (*Gracilaria* sp.) terhadap SGR udang vaname (*L. vannamei*). Hasil sidik ragam data SGR udang vaname (*L. vannamei*) dapat dilihat pada Tabel 9. Sedangkan perhitungannya dapat dilihat pada Lampiran 4.

Tabel 9. Sidik Ragam *Specific Growth Rate* (SGR) Udang Vaname

Sumber Keragaman	db	JK	KT	FH	F5%	F1%
Perlakuan	2	1,8131	0,9065	80,58**	5,14	10,92
Acak	6	0,0675	0,01125			
Total	8	1,8805				

Keterangan:

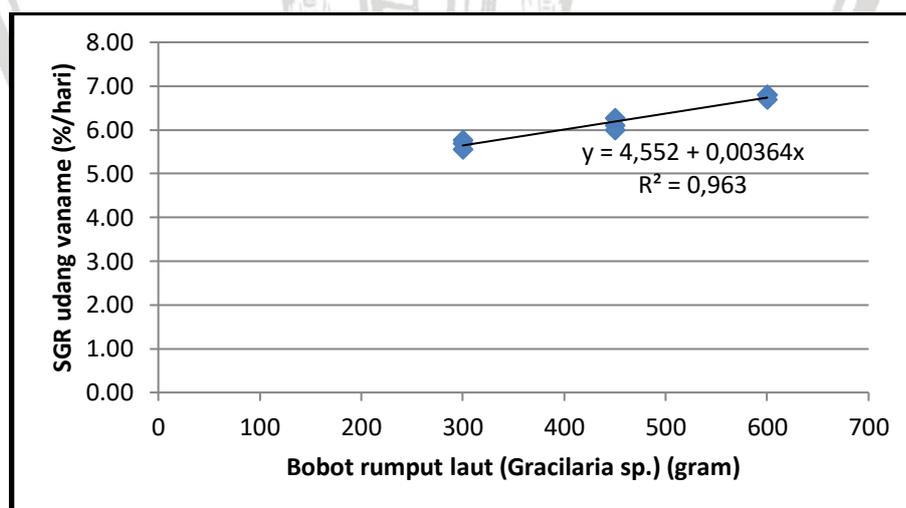
** : Berpengaruh sangat nyata

Perhitungan sidik ragam yang terdapat pada Tabel 9 menunjukkan bahwa F hitung memiliki nilai yang lebih besar dari F tabel 5 % dan 1 %. Perbedaan bobot rumput laut (*Gracilaria* sp.) yang dijadikan agen fitoremediasi dalam budidaya udang vaname (*L. vannamei*) berpengaruh sangat nyata terhadap SGR udang vaname (*L. vannamei*). Selanjutnya, untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan maka dilakukan uji BNT (Beda Nyata Terkecil) yang disajikan pada Tabel 10.

Tabel 10. Uji BNT (Beda Nyata Terkecil) *Specific Growth Rate* (SGR) Udang Vaname

Perlakuan	A 5,68	B 6,12	C 6,77	Notasi
A	5,68	-	-	a
B	6,12	0,44**	-	b
C	6,77	1,09**	0,65**	c

Hasil uji BNT (Beda Nyata Terkecil) diketahui bahwa antara perlakuan A, B dan C memiliki perbedaan sangat nyata terhadap SGR udang vaname (*L. vannamei*). Untuk mengetahui bentuk hubungan (*regresi*) antar perlakuan, perlu dilakukan uji *polynomial orthogonal*. Grafik regresi SGR udang vaname (*L. vannamei*) disajikan pada Gambar 7.



Gambar 7. Grafik *Specific Growth Rate* (SGR) Udang Vaname

Berdasarkan grafik pada Gambar 7, hubungan bobot rumput laut (*Gracilaria* sp.) terhadap SGR udang vaname (*L. vannamei*) menunjukkan perpotongan garis secara linear dengan persamaan $y = 4,552 + 0,00364x$ dan koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,963 yang artinya 96,3 % penelitian dipengaruhi oleh perlakuan dan sisanya dipengaruhi oleh faktor lain. Hal ini menunjukkan bahwa pemberian rumput laut (*Gracilaria* sp.) terhadap SGR udang vaname (*L. vannamei*) memiliki hubungan yang erat dan berpengaruh.

Peningkatan SGR udang vaname (*L. vannamei*) merupakan peran dari kualitas air yang baik selama pemeliharaan. Hal ini sesuai dengan pendapat Fuady *et al.* (2013), dimana kualitas air yang buruk dapat menyebabkan menurunnya nilai parameter kualitas air dan pertumbuhan udang vaname (*L. vannamei*). Sedangkan menurut Sahrijanna dan Sahabuddin (2014), udang yang menggunakan protein sebagai sumber energi menghasilkan ammonia dalam metabolisme. Kadar protein pada pakan sangat mendukung akumulasi organik-N di tambak dan selanjutnya menjadi ammonia setelah mengalami proses amonifikasi. Senyawa ammonia beracun bagi organisme pada kadar yang relatif rendah. SGR udang sangat dipengaruhi oleh kualitas air dan kuantitas pakan yang diberikan serta kondisi lingkungan hidupnya. Apabila kondisi lingkungan baik dimana kadar N organik rendah dan pakan yang diberikan berkualitas maka SGR udang akan semakin meningkat.

Kadar N organik yang rendah ditunjang dari besaran bobot rumput laut (*Gracilaria* sp.) yang diberikan. Hal ini sesuai dengan pendapat Komarawidjaja (2005), dengan sifat fitoekstraksi, dinding thalus *Gracilaria* mengabsorpsi dan menyimpan bahan organik seperti nitrogen dan fosfor didalam sel-sel thalus. Selanjutnya, limbah dan bahan organik yang tersimpan pada sel rumput laut, pada saatnya akan didegradasi dengan bantuan fotosintesis matahari akan diasimilasi sehingga terbentuk energi dan sel sebagai refleksi dari pertumbuhan

rumpun laut tersebut. Penanaman rumput laut di perairan budidaya dengan kandungan nitrogen yang berlimpah dari kelebihan pakan ikan maupun udang, sangat menguntungkan, dimana rumput laut membutuhkan N yang cukup untuk pertumbuhan dan disisi lain rumput laut ini dapat mengurangi pencemaran N organik yang berada diperairan. *Gracilaria* dapat menyerap nitrogen dalam air hingga mencapai konsentrasi 0,4 gram N/m²/hari.

Melalui penelitian ini dapat diketahui bahwa pemberian rumput laut sebagai agen fitoremediasi dapat memberikan SGR yang sangat baik bagi udang vaname (*L. vannamei*) pada perlakuan C (rumput laut 600 gram) dengan SGR sebesar 6,77 %/hari (Tabel 8). Sedangkan pada penelitian yang dilakukan oleh Suwoyo dan Mangampa (2010), pada budidaya udang vaname (*L. vannamei*) didapatkan SGR terbaik sebesar 6,38 %/hari.

4.4 Feed Conversion Ratio (FCR) Udang Vaname

Perlakuan fitoremediasi dengan bobot rumput laut (*Gracilaria* sp.) yang berbeda menunjukkan pengaruh yang berlawanan pada FCR dimana semakin tinggi bobot rumput laut (*Gracilaria* sp.) yang diberikan FCR pada udang vaname (*L. vannamei*) akan semakin rendah. Sedangkan semakin rendah bobot rumput laut (*Gracilaria* sp.) yang diberikan FCR pada udang vaname (*L. vannamei*) akan semakin tinggi, dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11. Rerata *Feed Conversion Ratio* (FCR) Udang Vaname

Perlakuan	Ulangan			Total	Rerata
	1	2	3		
K (tanpa rumput laut)	1,560	1,533	1,416	4,509	1,503 ± 0,077
A (300 gram rumput laut)	1,336	1,335	1,417	4,099	1,363 ± 0,047
B (450 gram rumput laut)	1,190	1,220	1,134	3,544	1,181 ± 0,044
C (600 gram rumput laut)	0,985	1,002	0,994	2,981	0,994 ± 0,009
	Total			15,122	4,991

Berdasarkan Tabel 11 didapatkan rerata dari FCR udang vaname (*L. vannamei*) dari masing-masing perlakuan dan dilanjutkan dengan uji sidik ragam untuk mengetahui pengaruh pemberian rumput laut (*Gracilaria* sp.) terhadap FCR udang vaname. Hasil sidik ragam data FCR udang vaname (*L. vannamei*) dapat dilihat pada Tabel 12. Sedangkan perhitungan lengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 4.

Tabel 12. Sidik Ragam *Feed Conversion Ratio* (FCR) Udang Vaname

SK	db	JK	KT	FH	F5%	F1%
Perlakuan	2,00	0,2043	0,102850	73,86**	5,14	10,92
Acak	6,00	0,0083	0,001383			
Total	8,00	0,2126				

Keterangan:

** : Berpengaruh sangat nyata

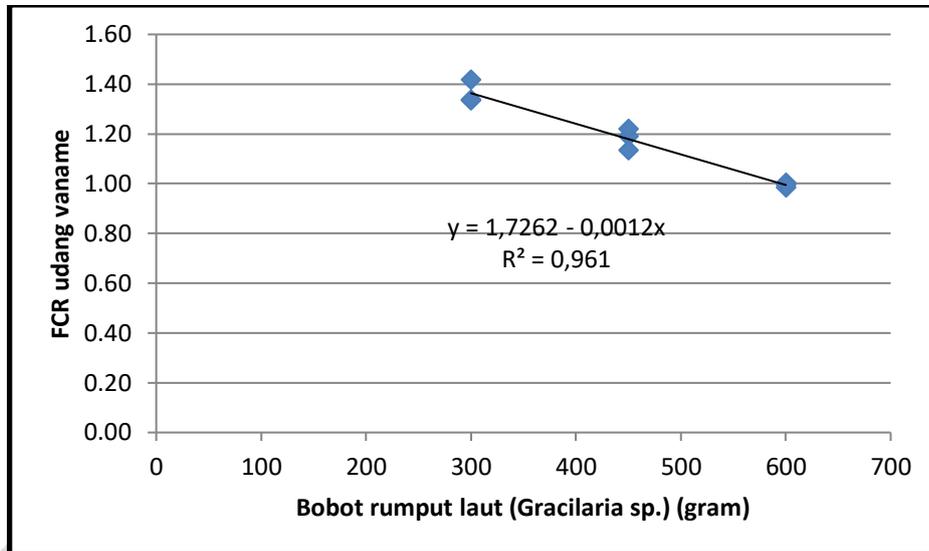
Perhitungan sidik ragam yang terdapat pada Tabel 12 menunjukkan bahwa F hitung memiliki nilai yang lebih besar dari F tabel 5 % dan 1 %. Perbedaan bobot rumput laut (*Gracilaria* sp.) yang dijadikan agen fitoremediasi dalam budidaya udang vaname (*L. vannamei*) berpengaruh sangat nyata terhadap FCR udang vaname (*L. vannamei*). Untuk mengetahui perbedaan diantara perlakuan, maka dilakukan uji BNT (Beda Nyata Terkecil) yang hasilnya dapat dilihat pada Tabel 13.

Tabel 13. Uji BNT (Beda Nyata Terkecil) *Feed Conversion Ratio* (FCR) Udang Vaname

Perlakuan	C 0,994	B 1,181	A 1,363	Notasi
C 0,994	-	-	-	a
B 1,181	0,187**	-	-	b
A 1,363	0,369**	0,182**	-	c

Hasil uji BNT (Beda Nyata Terkecil) diketahui bahwa antara perlakuan A, B dan C memiliki perbedaan sangat nyata terhadap FCR udang vaname (*L. vannamei*). Untuk mengetahui bentuk hubungan (*regresi*) antar perlakuan, perlu

dilakukan uji *polynomial orthogonal*. Grafik regresi FCR udang vaname (*L. vannamei*) disajikan pada Gambar 8.



Gambar 8. Grafik *Feed Conversion Ratio* (FCR) Udang Vaname

Berdasarkan grafik pada Gambar 8 hubungan pemberian bobot rumput laut (*Gracilaria sp.*) yang berbeda terhadap FCR udang vaname (*L. vannamei*) menunjukkan perpotongan garis secara linear dengan persamaan $y = 1,7262 - 0,0012x$ dengan koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,961 yang artinya 96,1 % penelitian dipengaruhi oleh perlakuan dan sisanya dipengaruhi oleh faktor lain. Hal ini menunjukkan bahwa pemberian rumput laut (*Gracilaria sp.*) terhadap FCR udang vaname (*L. vannamei*) memiliki hubungan yang erat dan berpengaruh.

Efisiensi pakan yang digunakan untuk pertumbuhan akan mempengaruhi FCR. Hal ini sesuai dengan pendapat Sakdiah (2009), bahwa FCR yang baik dikarenakan pakan yang diberikan banyak dimanfaatkan oleh udang. Pakan yang diberikan dimakan, dicerna dan diretensi nitrogen udang yang menyebabkan meningkatnya biomassa udang sehingga FCR yang didapat akan semakin rendah. Sedangkan peningkatan pertumbuhan bobot udang vaname (*L. vannamei*) dipengaruhi dari peningkatan kualitas air yang baik. Menurut Hermawan (2015), budidaya udang vaname dengan sistem aquaponik

menggunakan tanaman selada memberikan pertumbuhan bobot yang sangat baik dikarenakan tanaman selada yang berperan dalam mengontrol kualitas perairan.

Sedangkan pada penelitian ini rumput laut (*Gracilaria* sp.) yang memiliki peran untuk meningkatkan kualitas perairan. Sehingga semakin tinggi bobot rumput laut yang diberikan yaitu pada perlakuan C (rumput laut 600 gram) kualitas perairan akan semakin baik dan biomassa udang vaname (*L. vannamei*) akan semakin meningkat. Sehingga didapatkan hasil akhir FCR udang vaname (*L. vannamei*) yang semakin rendah seiring dengan penambahan bobot rumput laut (*Gracilaria* sp.) (Gambar 7).

Menurut Subyakto *et al.* (2008), pada budidaya udang vaname (*L. vannamei*) dengan sirkulasi tertutup didapatkan FCR paling baik selama 30 hari pemeliharaan adalah 0,630 dimana padat tebar yang digunakan adalah 60 ekor/m². Dibandingkan dengan penelitian ini yang menggunakan fitoremediasi dengan rumput laut, FCR udang vaname (*L. vannamei*) terbaik hanya diperoleh sebesar 0,994 pada perlakuan C (rumput laut 600 gram). Hal ini dikarenakan padat tebar yang digunakan pada penelitian ini jauh lebih tinggi yaitu 500 ekor/m². Padat penebaran yang lebih tinggi akan mempengaruhi FCR dikarenakan tiap individu memiliki ruang yang lebih sempit dalam mendapatkan makanan. Hal ini sesuai dengan pendapat Hermawan (2015), meningkatnya padat penebaran individu yang dipelihara akan meningkatkan pula persaingan antara individu yang dipelihara, terutama persaingan untuk memperebutkan ruang gerak dan pakan sehingga individu yang kalah akan terganggu kelangsungan hidupnya.

Sedangkan menurut WWF (2014) FCR antara 1,2 – 1,5 adalah nilai yang umum untuk budidaya udang vaname (*L. vannamei*). Semakin kecil nilai FCR

maka semakin besar keuntungan yang diperoleh. Pengeluaran tertinggi dalam budidaya udang vaname (*L. vannamei*) adalah pakan sekitar 60 %.

4.5 Kualitas Air Selama Pemeliharaan

Selama penelitian berlangsung dilakukan pengamatan terhadap kualitas air. Data hasil pengamatan kualitas air selama penelitian selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 3. Adapun parameter yang diamati ialah suhu, konsentrasi oksigen terlarut/*dissolved oxygen* (DO), ammonia (NH₃), nitrat (NO₃) dan ortofosfat (PO₄). Hasil pengamatan kualitas air selama pemeliharaan dapat dilihat pada Tabel 14.

Tabel 14. Hasil Pengamatan Kualitas Air Selama Penelitian

Parameter	Kisaran	Literatur
Suhu	28 – 32 °C	28 – 32 °C (WWF, 2014)
DO	4,46 – 6,80 ppm	4,0 – 12,1 ppm (Suharyanto <i>et al.</i> , 2010)
Ammonia	0,019 – 0,110 ppm	0 – 0,5 ppm (WWF, 2014)
Nitrat	0,012 – 0,088 ppm	0,02 – 0,04 (Effendi, 2003)
Ortofosfat	0,018 – 0,332 ppm	0,021 – 0,201 ppm (Kushartono <i>et al.</i> , 2009)

Berdasarkan Tabel 14 dapat diketahui pada perlakuan K, A, B dan C suhu selama masa pemeliharaan berkisar dari 28 °C hingga 32 °C. Hal ini menunjukkan nilai suhu optimal dan tidak memiliki fluktuasi yang tinggi karena dibantu dengan *heater*. Suhu merupakan parameter penting yang mempengaruhi kehidupan udang diperairan, baik dari kelulushidupan maupun pertumbuhannya. Menurut WWF (2014), suhu pada budidaya udang vaname memiliki toleransi antara 26 °C hingga 35 °C dan optimal pada suhu 28 °C hingga 32 °C.

Parameter berikutnya ialah kandungan oksigen terlarut atau *dissolved oxygen* (DO). Kandungan DO dalam perairan merupakan hal yang sangat vital. Hal ini dikarenakan DO merupakan komponen utama yang dibutuhkan oleh ikan untuk melakukan metabolisme. Apabila kadar oksigen terlarut kurang dari jumlah yang dibutuhkan, maka metabolisme organisme budidaya akan terhambat dan

menyebabkan kematian. Diketahui bahwa kisaran kandungan DO yang terjadi selama masa pemeliharaan berkisar antara 4,46 hingga 6,8 ppm. Kisaran ini diketahui sudah mampu mencukupi kebutuhan udang vaname (*L. vannamei*) untuk tumbuh dan berkembang. Menurut Suharyanto *et al.* (2010), kisaran nilai DO di perairan 4,0 – 12,1 ppm masih dalam *range* yang optimum untuk budidaya udang, rumput laut dan bandeng.

Parameter selanjutnya adalah ammonia (NH_3), kadar ammonia yang terjadi selama masa pemeliharaan berkisar antara 0,019 – 0,110 ppm. Perlakuan fitoremediasi dengan bobot rumput laut (*Gracilaria* sp.) yang berbeda menunjukkan hasil yang berlawanan pada kadar ammonia dimana semakin tinggi bobot rumput laut (*Gracilaria* sp.) yang diberikan maka kadar ammonia pada budidaya udang vaname (*L. vannamei*) akan semakin rendah.

Kadar ammonia yang rendah pada tiap perlakuan dikarenakan pemanfaatan ammonia sebagai nutrisi oleh rumput laut (*Gracilaria* sp.). Hal ini sesuai dengan pernyataan Naranjo *et al.* (2012), kadar ammonia yang rendah pada budidaya udang vaname (*L. vannamei*) juga disebabkan mikrobiota menempel pada permukaan terendam, yang menggunakan nutrisi terlarut dan partikulat yang ada di kolom air dan dalam sedimen untuk pertumbuhan dan perkembangannya. Dengan demikian, baik rumput laut (*Gracilaria* sp.) maupun periphyton bertugas menjaga kualitas air dan menyediakan makanan untuk udang budidaya, dan konsentrasi nitrogen akhir yang rendah dalam air dan sedimen membuktikan bahwa metabolismenya cukup memadai untuk mencegah kerusakan lingkungan budidaya. Menurut WWF (2014), kadar ammonia yang paling optimal untuk bertumbuhan udang vaname adalah 0 ppm. Sedangkan toleransi kandungan ammonia pada budidaya udang vaname berkisar antara 0,1 – 0,5 ppm.

Parameter berikutnya yang diamati adalah nitrat (NO_3). Diketahui bahwa kisaran nitrat yang terjadi adalah 0,012 - 0,088 ppm. Perlakuan fitoremediasi dengan bobot rumput laut (*Gracilaria* sp.) yang berbeda menunjukkan hasil yang berlawanan pada kadar nitrat dimana semakin tinggi bobot rumput laut (*Gracilaria* sp.) yang diberikan maka kadar nitrat pada budidaya udang vaname (*L. vannamei*) akan semakin rendah.

Penurunan kadar nitrat pada perairan dikarenakan adanya pemanfaatan nitrat oleh rumput laut. Hal ini sesuai dengan pernyataan Palayukan *et al.* (2016), dimana pemberian rumput laut (*Gracilaria* sp.) sebagai bioremediator memberikan penurunan kadar nitrat diperairan budidaya udang vaname. Rumput laut yang mati akan melepaskan nitrat yang diserap dari ujung-ujung tallus yang kekuningan. Sedangkan menurut Effendi (2003) kandungan nitrat yang baik untuk pertumbuhan rumput laut berkisar antara 0,02 - 0,04 ppm.

Parameter terakhir yang diamati adalah ortofosfat. Berdasarkan hasil pengukuran, kadar ortofosfat pada penelitian ini berkisar antara 0,018 – 0,332 ppm. Perlakuan fitoremediasi dengan bobot rumput laut (*Gracilaria* sp.) yang berbeda menunjukkan hasil yang berlawanan pada kadar ortofosfat dimana semakin tinggi bobot rumput laut (*Gracilaria* sp.) yang diberikan maka kadar ortofosfat pada budidaya udang vaname (*L. vannamei*) akan semakin rendah.

Rendahnya kadar ortofosfat pada penelitian ini dikarenakan pemanfaatan ortofosfat itu sendiri oleh rumput laut (*Gracilaria* sp.). Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Komarawidjaja dan Kurniawan (2008), rumput laut (*Gracilaria* sp.) memiliki kemampuan menyerap ortofosfat paling tinggi mencapai 0,0149 ppm/hari. Menurut Kushartono *et al.* (2009), dimana kisaran fosfat yang terdapat di laut adalah 0,021 - 0,201 ppm.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa pemberian rumput laut (*Gracilaria* sp.) dapat memberikan kualitas air yang baik pada perairan. Hal ini dikarenakan rumput laut mampu menyerap N terlarut di perairan sehingga berpengaruh terhadap pertumbuhan bobot mutlak, SGR dan FCR udang vaname (*L. vannamei*), akan tetapi tidak berpengaruh terhadap SR udang vaname (*L. vannamei*). Dari penelitian ini juga didapatkan pertumbuhan bobot mutlak dengan hasil sebesar 0,294 gram pada perlakuan C (bobot rumput laut 600 gram), SGR dengan hasil sebesar 6,77 %/hari pada perlakuan C (bobot rumput laut 600 gram) dan FCR dengan hasil sebesar 0,994 pada perlakuan C (bobot rumput laut 600 gram). Dari penelitian ini juga didapatkan hasil bahwa bobot rumput laut (*Gracilaria* sp.) yang paling baik untuk budidaya udang vaname (*L. vannamei*) adalah pada perlakuan C (bobot rumput laut 600 gram). Hal ini disebabkan pada perlakuan C memiliki bobot rumput laut yang paling tinggi sehingga memiliki penyerapan N terlarut paling tinggi, sehingga kualitas perairan lebih baik dibandingkan perlakuan dengan bobot rumput laut yang lebih rendah.

5.2 Saran

Berdasarkan dari hasil penelitian untuk budidaya udang vaname (*L. vannamei*) menggunakan sistem akuaponik disarankan menggunakan rumput laut (*Gracilaria* sp.) dengan berat/bobot 600 gram per 30 x 30 cm² atau setara dengan 6,6 kg/m². Hal ini untuk mendukung kualitas air yang baik dan meningkatkan pertumbuhan udang vaname (*L. vannamei*).

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurahman, Deden. 2008. Biologi Untuk SMK Kelompok Pertanian dan Kesehatan Kelas XII. Bandung. Grafindo Media Pratama. 110hlm.
- Alifatri, L.O. 2012. Laju Pertumbuhan dan Kandungan Agar *Gracilaria verrucosa* dengan Perlakuan Bobot Bibit Terhadap Jarak Tanam di Tambak Balai Layanan Usaha Produksi Perikanan Budidaya Karawang, Jawa Barat. *Skripsi*. IPB Bogor. 70 hlm.
- Anggadiredja, J.T., H. Purwanto., dan S. Istini. 2006. Rumput Laut. Jakarta. Penebar Swadaya. 46 hlm.
- Apriyanti, R. S. dan Rahimah, D. S. 2016. Akuaponik Praktis. Depok. Trubus Swadaya. 119 hlm.
- Arikunto, S. 2006. Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik. Jakarta. Rineka Cipta. 413 hlm.
- Boone. 1931. Taksonomi *Litopenaeus vannamei*. <http://www.itis.gov/>. Diakses pada 26 Februari 2017.
- Briggs, M., S. F. Smith., R. P. Subasinghe dan M. Phillips. 2004. Introductions and Movement of *Penaeus vannamei* and *Penaeus stylirostris* in Asia and the Pacific. FAO Regional Office for Asia and the Pacific. RAP Publication. 10:1–12.
- Briggs, M., S. F. Smith., R. P. Subasinghe dan M. Philips. 2005. Introductions and Movement of Two Penaeid Shrimp Species in Asia and the Pacific. Rome. Food and Agriculture Organization of the United Nations. 78 hlm.
- Cholik, F., Ateng G.J., R. P. Purnomo dan Ahmad, Z. 2005. Akuakultur Tumpuan Harapan Masa Depan. Jakarta. Masyarakat Perikanan Nusantara dan Taman Akuarium Air Tawar. 415 hlm.
- Dawes, C.J., 1981. Marine Botany. University of South Florida, USA. 481 hlm.
- Effendi, H. 2003. Telaah Kualitas Air Bagi Pengolahan Sumberdaya dan Lingkungan Perairan. Yogyakarta. Kanisius. 259 hlm.
- Effendie, M. I. 1979. Metode Biologi Perikanan. Jakarta. Gramedia Pustaka Utama. 112 hlm.
- Fariez., Chairul dan Said, Z. A. 2014. Fitoremediasi Air Tercemar Polutan Amoniak dengan Memanfaatkan Eceng Gondok (*Eichornia crassipes*). *Jom FTEKNIK*. 1(1): 1 – 5.
- Frick, H. 2008. Pedoman Karya Ilmiah. Yogyakarta. Kanisius. 53 hlm.
- Fuady, M. F., Supardjo, M. N. dan Haeruddin. 2013. Pengaruh Pengelolaan Kualitas Air Terhadap Tingkat Kelulushidupan dan Laju Pertumbuhan

Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) di PT. Indokor Bangun Desa, Yogyakarta. *Diponegoro Journal of Maquares*. 4(2):155-162.

Hendrajat, E. A., Pantjara, B. dan Mangampa, M. 2010. Polikultur Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) dan Rumput Laut (*Gracilaria verrucosa*). *Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur*. 145 – 150.

Hermawan, D. 2015. Aplikasi Teknologi Aquaponik pada Sistem Pemeliharaan Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) Bersalinitas Rendah dengan Tanaman Selada pada Padat Tebar Berbeda. *Jurnal Ilmu Pertanian dan Perikanan*. 4(1): 79-85.

Hudi, L dan Shahab, A. 2005. Optimasi Produktifitas Budidaya Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) dengan Menggunakan Metode Respon Surface dan Non Linier Programming. *Prosiding Seminar Nasional Manajemen Teknologi II*. 1-9.

Ismail, A., R. Tuiyo dan Mulis. 2015. Pengaruh Berat Bibit Awal Berbeda terhadap Pertumbuhan *Kappaphycus alvarezii* di Perairan Teluk Tomini. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*. 3(4):137-141.

Juhaeti, T., Syarif, F. dan Hidayati, N. 2005. Inventarisasi Tumbuhan Potensial Untuk Fitoremediasi Lahan dan Air Terdegradasi Penambangan Emas. *Biodiversitas*. 6(1) : 31-33.

Komarawidjaja, W. 2005. Rumput Laut *Gracilaria* sp. sebagai Fitoremediasi Bahan Organik Perairan Tambak Budidaya. *Jurnal Teknologi Lingkungan*. 6(2): 410-415.

Kordi, M. G. H, K. 2008. Budidaya Perairan Buku Kesatu. Bandung. Citra Aditya Bakti. 444 hlm.

Kushartono, E. W. Suryono & E. Setyaningrum. 2009. Aplikasi Perbedaan Komposisi N, P dan K Pada Budidaya *Euchema cottoni* di Perairan Teluk Awur, Jepara. Jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro, Semarang, 14(3):164-169.

Mulyadi., U. Tang dan E. S. Yani. 2014. Sistem Resirkulasi Dengan Menggunakan Filter yang Berbeda Terhadap Pertumbuhan Benih Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Akuakultur Rawa Indonesia*. 2(2):117-124.

Murdinah., S. N. K. Apriani., Nurhayati dan Subaryono. 2012. Membuat Agar dari Rumput Laut *Gracilaria* sp. Jakarta. Penebar Swadaya. 76 hlm.

Naranjo, J. M. A., Voltolina, D. dan Beltran, E. R. 2012. Culture of White Shrimp (*Litopenaeus vannamei* Boone,1931) with Zero Water Exchange and No Food Addition: An Eco-Friendly Approach. *Latin American Journal of Aquatic Research*. 40(2):441-447.

NRC (National Research Council). 1977. Nutrient Requirement of Warmwater Fish. National Academy of Sciences, Washington D.C. 78 hlm.

- Palayukan, R. A., Badraeni., Azis, H. Y., dan Tuwo, A. 2016. Efektivitas Rumput Laut *Gracilaria* sp. sebagai Bioremediator Perubahan N dan P dalam Bak Pemeliharaan Udang Vaname *Litopenaeus vannamei*. *Jurnal Rumput Laut Indonesia*. 1(2):88-93
- Panjaitan, A. S. 2012. Pemeliharaan Larva Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*, Boone 1931) dengan Pemberian Jenis Fitoplankton yang Berbeda. *Tugas Akhir*. Universitas Terbuka Jakarta. 132 hlm.
- Pratama, Aan., Wardiyanto dan Supono. 2017. Studi Performa Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) yang Dipelihara dengan Sistem Semi Intensif pada Kondisi Air Tambak dengan Kelimpahan Plankton yang Berbeda pada saat Penebaran. *Jurnal Rekayasa dan Teknologi Budidaya Perairan*. 1(6):643-652.
- Robertson, L., Bray, B., Samocha, T. dan Lawrence, A. 1993. Reproduction of Penaeid Shrimp: An Operations Guide. CRC. 43-37.
- Sahrijanna, A. dan Sahabuddin. 2014. Kajian Kualitas Air pada Budidaya Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) dengan Sistem Pergiliran Pakan di Tambak Intensif. *Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur*. 313-320.
- Sakdiah, M. 2009. Pemanfaatan Limbah Nitrogen Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) oleh Rumput Laut (*Gracilaria verrucosa*) pada Sistem Budidaya Polikultur. *Skripsi*. Institut Pertanian Bogor. 58 hlm.
- Sarifin, H., Wibowo, K. T., Rohmana, D., dan Rosellia, S. 2014. Untung 100% dari Budidaya Udang Galah. Jakarta. Agromedia Pustaka. 134 hlm.
- Sastrosupadi, A. 2000. Rancangan Percobaan Praktis Bidang Pertanian. Yogyakarta. Kanisius. 277 hlm.
- Sjafrie, N. D. M. 1990. Beberapa Catatan Mengenai Rumput Laut *Gracilaria Oseana*. 4(15): 147 – 155.
- Steffens W, 1989. Principle of fish Nutrition. Ellis Horwood Limited, England. 384 hlm.
- Subyakto, S., Sutende, D., Afandi, M. dan Sofiati. 2008. Budidaya Udang Vannamei (*Litopenaeus vannamei*) Semiintensif dengan Metode Sirkulasi Tertutup Untuk Menghindari Serangan Virus. *Berkala Ilmiah Perikanan*. 3(1):1-7.
- Sudradjat, A. 2015. Budidaya 26 Komoditas Laut Unggul. Jakarta. Penebar Swadaya. 188 hlm.
- Suharyanto., Tjaronge. M. dan Mansyur, A. 2010. Budidaya Multitropik Udang Windu (*Penaeus monodon*), Rumput Laut (*Gracilaria* sp.) dan Ikan Bandeng (*Chanos chanos*) di Tambak. *Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur*. 285-294.
- Sungkar, M. dan Riawan, N. 2015. Akuaponik Ala Mark Sungkar. Jakarta. Agromedia Pustaka. 108 hlm.

- Suparmi dan Sahri, A. 2009. Mengenal Potensi Rumput Laut: Kajian Pemanfaatan Sumberdaya Rumput Laut dari Aspek Industri dan Kesehatan. *Jurnal Sultan Agung*. 118(44): 95 – 116.
- Supriyono, E., Purwanto, E. dan Utomo, N. B. P. 2006. Produksi Tokolan Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) dalam Hapa dengan Padat Penebaran yang Berbeda. *Jurnal Akuakultur Indonesia*. 5(1):57-64.
- Suwoyo, H. S dan Mangampa, M. 2010. Aplikasi Probiotik dengan Konsentrasi Berbeda pada Pemeliharaan Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*). *Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur*. 239 – 247.
- Syah, Rachman., Makmur dan Undu, M. C. 2014. Estimasi Beban Limbah Nutrien Pakan dan Daya Dukung Kawasan Pesisir Untuk Tambak Udang Vaname Superintensif. *Jurnal Riset Akuakultur*. 3(9): 439 - 448.
- Wickins, J. F. and Lee, D. O. C. 2002. Crustacean Farming; Ranching and Culture. Blackwell Science Ltd. Berlin. 435 hlm.
- WWF. 2014. Budidaya Udang Vannamei Tambak Semi Intensif dengan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL). Jakarta. WWF-Indonesia. 38 hlm.

