

**PERTUMBUHAN DAN KELULUSHIDUPAN UDANG VANAME
Litopenaeus vanname (BOONE, 1931) PADA SALINITAS 5 ppt
DENGAN KEPADATAN BERBEDA**

(Skripsi)

Oleh

S.WALSEN P.L.TOBING



**JURUSAN PERIKANAN DAN KELAUTAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2019**

**GROWTH AND SURVIVAL OF VANAME SHRIMP *Litopenaeus vannamei*
(BOONE, 1931) AT 5 PPT SALINITY WITH DIFFERENT DENSITY**

By

S. Walsen P. L. Tobing

ABSTRACT

Vaname shrimp (*Litopenaeus vannamei*) is one of the marine fisheries commodities that have high economic value. Vaname shrimps have many advantages such as living environment with low salinity and resistance to high density. Stocking density plays an important role in aquaculture activities to determine the number of fries that will be ready to be stocked and the width of the media used. The aims of this research is to determine the growth and survival of vaname shrimp (*Litopenaeus vannamei*) at a salinity of 5 ppt with different densities. The data was collected in Juli-August 2018. The research method used in this study was a completely randomized design method (CRD) consisting of three treatments and each repeated three times. The difference is in the density of each treatment container, namely 50 individu/40 L, 75 individu/40 L, and 100 individu/40 L. The frequency of feeding is done three times a day using commercial feed. The result showed that the treatment of different densities in vaname shrimp cultivation had a significant effect on absolute growth, daily growth rate, FCR, and survival, the best treatment was on 50 individu/40 L where it has the highest absolute growth, daily growth rate, FCR, and survival.

Keywords: density, growth, salinity, survival, vaname shrimp

**PERTUMBUHAN DAN KELULUSHIDUPAN UDANG VANAME
Litopenaeus vannamei (Boone, 1931) PADA SALINITAS 5 PPT DENGAN
KEPADATAN BERBEDA**

Oleh

S. Walsen P. L. Tobing

ABSTRAK

Udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) merupakan salah satu komoditas perikanan laut yang memiliki nilai ekonomis tinggi. Udang vaname memiliki banyak keunggulan seperti hidup di perairan dengan salinitas rendah dan tahan kepada kepadatan yang tinggi. Padat tebar berperan penting dalam kegiatan budidaya untuk menentukan jumlah benur yang akan siap ditebar dan luas media yang akan digunakan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pertumbuhan dan kelulushidupan udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) pada salinitas 5 ppt dengan kepadatan yang berbeda. Penelitian dilakukan pada Juli- Agustus 2018. Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari tiga perlakuan dan masing-masing diulang sebanyak tiga kali. Perbedaan terdapat pada kepadatan masing-masing wadah perlakuan yaitu 50 ekor/40 L, 75 ekor/40 L, dan 100 ekor/40 L. Frekuensi pemberian pakan dilakukan tiga kali sehari menggunakan pakan komersil. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan kepadatan berbeda pada budidaya udang vaname memberikan pengaruh nyata terhadap pertumbuhan mutlak, laju pertumbuhan harian, FCR, dan kelulushidupan pada padat tebar 50 ekor/40 L yang merupakan perlakuan terbaik dari semua perlakuan.

Kata kunci: kelulushidupan, padat tebar, pertumbuhan, salinitas, udang vaname.

**PERTUMBUHAN DAN KELULUSHIDUPAN UDANG VANAME
Litopenaeus vanname (BOONE, 1931) PADA SALINITAS 5 ppt
DENGAN KEPADATAN BERBEDA**

Oleh

S. WALSEN P.L. TOBING

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA PERIKANAN**

Pada

**Jurusan Perikanan dan Kelautan
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2019**

Judul Skripsi : **PERTUMBUHAN DAN KELULUSHIDUPAN
UDANG VANAME *Litopenaeus vannamei*
(Boone, 1931) PADA SALINITAS 5 ppt
DENGAN KEPADATAN BERBEDA**

Nama Mahasiswa : **S. Walsen P. L. Tobing**

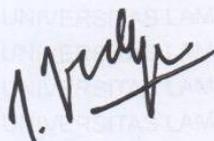
Nomor Pokok Mahasiswa : 1414111072

Jurusan : Perikanan dan Kelautan

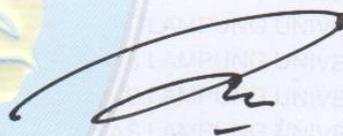
Fakultas : Pertanian



MENYETUJUI
1. Komisi Pembimbing

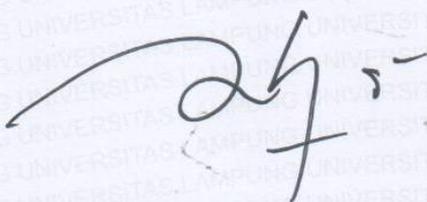


Wardiyanto, S.Pl., M.P
NIP. 19690705 200112 1 001



Herman Yulianto, S.Pl., M.Si
NIP 19790718 200812 1 002

2. Ketua Jurusan/ Program Studi



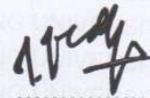
Ir. Siti Hudaidah, M.Sc.
NIP. 19640215 199603 2 001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua

: **Wardiyanto, S.Pi., M.P**



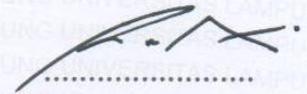
Anggota

: **Herman Yulianto, S.P.I., M.Si**



Penguji

Bukan Pembimbing : **Rara Diantari, S.Pi., M.Sc**



2. Dekan Fakultas Pertanian



Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si

NIP. 19611020 198603 1 002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 12 Maret 2019

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa :

1. Karya tulis, skripsi/laporan akhir ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik (Sarjana/Ahli Madya), baik di Universitas Lampung maupun di perguruan tinggi lain.
2. Karya tulis ini murni gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri tanpa bantuan pihak lain, kecuali arahan dari Tim Pembimbing.
3. Dalam karya tulis ini, tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan naskah yang disebutkan nama pengarang dan dicantumkan di daftar pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya tulis ini, serta sanksi lainnya yang sesuai dengan norma yang berlaku di Perguruan Tinggi.

Bandar Lampung, 20 Maret 2019
Yang membuat pernyataan,



S. Walsen P.L. Tobing
NPM. 1414111072

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Panjang pada tanggal 15 Juli 1996, anak dari pasangan Bapak Wilfirin L. Tobing dan Ibu Theresia Sugiarsih Sianturi. Penulis merupakan anak semata wayang.

Penulis menyelesaikan studi tingkat Taman Kanak-Kanak (TK) di TK Xaverius 2 Bandar Lampung pada tahun 2002, tingkat sekolah dasar (SD) di SD Xaverius 2 Bandar Lampung pada tahun 2008, tingkat pertama (SMP) di SMP Xaverius 3 Bandar Lampung pada tahun 2011, dan tingkat atas (SMA) di SMA Negeri 10 Bandar Lampung tahun 2014. Penulis diterima di Jurusan Perikanan dan Kelautan pada tahun 2014 melalui jalur undangan (SNMPTN).

Penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Kelurahan Seputih Jaya, Kecamatan Gunung Sugih, Kabupaten Lampung Tengah selama 40 hari pada bulan Januari hingga Februari 2017. Pada Juli-Agustus 2017, penulis melakukan Praktik Umum (PU) di Balai Riset Budidaya Ikan Hias (BRBIH) Depok, Jawa Barat. Selama menjadi mahasiswa di Universitas Lampung, penulis pernah mengikuti organisasi Himapik sebagai ketua bidang I yaitu bidang pengkaderan pada periode tahun 2016/2017.

SANWACANA

Puji Syukur atas kasih setia dan penyertaan Tuhan Yesus, atas berkat dan karunia-Nya penulisan skripsi ini dapat saya selesaikan dengan baik. Penulis menyadari banyak pihak yang telah memberikan bantuan, nasihat, dukungan, serta saran yang membangun dan memotivasi dalam penyelesaian skripsi yang berjudul **“Pertumbuhan dan Kelulushidupan Udang Vanamei *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) Pada Salinitas 5 ppt Dengan Kepadatan Berbeda”**. Oleh karena itu, dengan kerendahan hati penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
2. Ir. Siti Hudaidah, M.Sc selaku Ketua Jurusan Perikanan dan Kelautan atas arahan, bantuan dan saran yang telah diberikan.
3. Wardiyanto, S.Pi., M.P, sebagai dosen pembimbing utama dan pembimbing akademik yang telah memberikan motivasi, dukungan, nasihat, dorongan dan ilmu yang bermanfaat hingga skripsi ini dapat terselesaikan.
4. Herman Yulianto, S.Pi., M.Si, sebagai dosen pembimbing anggota yang telah memberikan motivasi, dukungan, nasihat, dorongan dan ilmu yang bermanfaat hingga skripsi ini dapat terselesaikan.
5. Rara Diantari, S.Pi., M.Sc, sebagai dosen penguji yang telah memberikan arahan, nasihat dan motivasi.

6. Seluruh dosen Jurusan Perikanan dan Kelautan atas semua ilmu yang telah diberikan selama penulis menjadi mahasiswa di Universitas Lampung.
7. Karyawan-karyawan di Jurusan Perikanan dan Kelautan (Mba Dwi, Mba Mumun, Mas Bambang), atas semua bantuan dan kerjasama yang telah diberikan selama ini.
8. Kedua orang tua penulis tercinta : Wilfirin L. Tobing dan Theresia Sugiarsih Sianturi, yang selalu memberikan doa, kasih sayang, semangat, motivasi, nasihat, dukungan dan saran kepada penulis.
9. Magdalena Meiliani, yang telah memberikan doa, semangat, motivasi, saran dan kesabaran menemani penulis dalam penyelesaian skripsi ini.
10. Mba Rizka, yang selalu memberikan masukan, dukungan, motivasi dan bertukar pikiran penulis dalam menyelesaikan skripsi ini..
11. Ratih, Triyana, Vika, Novia, dan Dias atas bantuan dan dukungan dalam menyelesaikan skripsi.
12. Victor Elkanani, Bagus Santoso, Victor P. Malau, Rahadi Listya Wiguna, Andree Firmansyah selaku tim “Jaguar Depok” yang senantiasa memberi dukungan dalam proses penyelesaian skripsi.
13. Adi, Agung, Aken, Anas, Andre, Rizky Andika, Ryan, Edo, Erlangga, Fajri, Ical, Iqbal, Derry, Ogi, Ricky, Wahid, Ainul, Egiptian, Nurjahadi, Jafar Sidik, Triyanto, Arif, Bambang, Andika, Made, Helpo selaku Keluarga besar Soul Rebel, yang senantiasa memberikan bantuan dan dukungan dalam proses penyelesaian skripsi.
14. Keluarga besar Budidaya Perairan 2014 yang senantiasa berjuang bersama dan memberikan dukungan serta motivasi.

15. Keluarga besar Himapik yang dijadikan wadah dalam menempa diri dan potensi.
16. Almamater tercinta dan semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, yang telah membantu penulis dalam penulisan skripsi.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih belum sempurna, akan tetapi semoga tugas akhir yang sederhana ini dapat berguna dan bermanfaat bagi siapapun yang membacanya. Penulis berharap semoga Tuhan Yang Maha Esa membalas kebaikan mereka terhadap penulis.. Amin.

Bandar Lampung, 12 Maret 2019

Penulis,

S. Walsen P.L. Tobing

DAFTAR ISI

Halaman

DAFTAR ISI	i
DAFTAR TABEL	iii
DAFTAR GAMBAR	iv
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan Penelitian	3
1.3 Manfaat Penelitian	3
1.4 Kerangka Pemikiran	3
1.5 Hipotesis	6
II. TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Klasifikasi dan Morfologi Udang Vaname.....	7
2.2 Habitat dan Siklus Hidup Udang Vaname	8
2.3 Kelangsungan Hidup dan Pertumbuhan Udang Vaname	10
2.4 Salinitas Udang Vaname	14
2.5 Padat Penebaran Udang Vaname	15
2.6 Pakan Udang Vaname	17
2.7 <i>Feed Conversion Ratio</i> (FCR)	18
2.8 Kualitas Air	19
2.8.1 Salinitas	19
2.8.2 Suhu	20
2.8.3 pH	21
2.8.4 Oksigen Terlarut	22
2.8.5 Ammonia	23

III. METODE PENELITIAN	25
3.1 Waktu dan Tempat	25
3.2 Alat dan Bahan	25
3.3 Rancangan Penelitian	25
3.4 Prosedur Penelitian	26
3.4.1 Persiapan Wadah Penelitian	26
3.4.2 Hewan Uji	27
3.4.3 Pakan Uji	27
3.4.4 Pengenceran Salinitas.....	27
3.5 Pengambilan Data	28
3.5.1 Pertumbuhan Berat Mutlak	28
3.5.2 Laju Pertumbuhan Harian	28
3.5.3 Tingkat Kelangsungan Hidup	29
3.5.4 <i>Feed Conversion Ratio</i> (FCR).....	29
3.6 Kualitas Air	29
3.7 Analisis Data	30
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	31
4.1 Pertumbuhan	31
4.2 Kelangsungan Hidup	34
4.3 <i>Feed Conversion Ratio</i> (FCR)	36
4.4 Kualitas Air.....	37
V. PENUTUP.....	41
5.1 Kesimpulan.....	41

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel		Halaman
1.	Fase moulting udang vaname dewasa	12
2.	Interval moulting dan penambahan bobot badan	13
3.	Persentase pakan udang vaname	18
4.	Hasil pengamatan kualitas air	38
5.	Pengamatan berat mutlak	49
6.	Pengamatan laju pertumbuhan harian	49
7.	Pengamatan <i>Feed Conversion Ratio</i> (FCR)	49
8.	Pengamatan kelangsungan hidup	50
9.	Analisis sidik ragam berat mutlak	51
10.	Analisis sidik ragam kelangsungan hidup (<i>survival rate</i>).....	52
11.	Analisis sidik ragam <i>Feed Conversion Ratio</i> (FCR)	53

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Skema kerangka pemikiran	5
2. Morfologi tubuh udang vaname	8
3. Siklus hidup udang vaname	9
4. Penempatan bak selama penelitian.....	26
5. Grafik pertumbuhan berat multak	30
6. Grafik laju pertumbuhan harian	33
7. Grafik kelangsungan hidup	35
8. Grafik <i>Feed Conversion Ratio</i> (FCR)	36
9. Persiapan wadah	54
10. Persiapan hewan uji	54
11. Proses aktimalisasi	54
12. Proses pemberian pakan	54
13. Proses penyiponan	54
14. Pengukuran salinitas	54
15. Pengukuran suhu, pH, dan DO	55
16. Sampling	55

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) merupakan salah satu produk perikanan penting saat ini. Sejak agroindustri udang windu di Indonesia mengalami penurunan, pengembangan udang vaname merupakan alternatif budidaya yang cocok dilakukan.

Menurut Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya (2014) produksi udang vaname di Indonesia dari tahun 2010-2014 terus meningkat dengan kenaikan rata-rata sebesar 20,49%. Udang ini merupakan udang asli perairan amerika latin, sejak 4 dekade terakhir udang ini mulai merebak ke kawasan Asia seperti Taiwan, Cina dan Malaysia, bahkan kini di Indonesia. Udang ini baru diintroduksi dan dibudidayakan mulai awal tahun 2000-an.

Udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) merupakan salah satu komoditas perikanan laut yang memiliki nilai ekonomis tinggi baik di pasar domestik maupun global, dimana 77% diantaranya diproduksi oleh negara-negara Asia termasuk Indonesia. Salah satu keunggulan udang vaname adalah harga jual tinggi, mudah dibudidayakan dan tahan terhadap penyakit. Selain itu, udang vaname memiliki sifat eurihalin yaitu mampu hidup di lingkungan perairan salinitas rendah dengan kisaran salinitas 0,5 ppt hingga 40 ppt (Bray *et al.*1994).

Udang vaname yang dapat hidup pada perairan salinitas rendah memiliki prospek yang baik dan menjanjikan. Hal itu disebabkan budidaya udang vaname dapat dilakukan di media salinitas rendah yang jauh dari sumber air laut. Namun budidaya udang vaname pada media salinitas rendah memiliki kendala yaitu ketersediaan bibit udang yang siap tebar sangat terbatas sehingga diperlukan teknologi adaptasinya, karena pada saat terjadi penurunan salinitas akan diiringi penurunan alkalinitas dan pH, sehingga udang mudah stress, kurang nafsu makan, serta cenderung berkulit tipis (Taqwa dkk, 2010).

Udang vaname memiliki banyak kelebihan dari pada jenis udang lainnya yang dapat diproduksi secara massal, namun pada era sekarang ini media untuk budidaya udang vaname yaitu air laut mulai tercemar baik itu pencemaran yang berasal dari limbah sungai maupun laut. Salah satu usaha yang dilakukan untuk menghindari hal tersebut perlu dilakukan usaha untuk budidaya udang vaname pada pemeliharaan salinitas rendah. Pada pemeliharaan dengan salinitas rendah (5 ppt) ini, Post Larva (PL) yang digunakan berasal dari pendederan udang vaname yang ditebar dengan kepadatan tinggi, kepadatan tinggi tersebut diharapkan tidak terjadi penurunan kualitas dan pertumbuhan yang dihasilkan.

Udang vaname juga memiliki keunggulan lain untuk kegiatan budidaya udang yaitu tahan terhadap kepadatan tinggi. Padat tebar berperan penting dalam kegiatan budidaya untuk menentukan jumlah benur yang akan siap ditebar dan luas media yang akan digunakan. Perbedaan kepadatan yang ditebar pada setiap media berpengaruh terhadap pertumbuhan dan kelangsungan hidup udang vaname yang

dihasilkan. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk menentukan kepadatan yang optimal budidaya udang vaname pada salinitas 5 ppt.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini yaitu mengetahui pertumbuhan dan kelulushidupan udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) pada salinitas 5 ppt dengan kepadatan yang berbeda.

1.3 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi kepada petani budi- daya mengenai pertumbuhan dan kelulushidupan udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) yang nantinya dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan produksi udang vaname (*Litopenaeus vannamei*).

1.4 Kerangka Pemikiran

Udang vaname merupakan udang asli perairan di Amerika latin yang memiliki prospek yang baik dan menjanjikan untuk dibudidayakan. Udang vaname mulai dibudidayakan di Indonesia awal tahun 2000 (Kopot dan Taw, 2002). Udang vaname mempunyai beberapa keunggulan antara lain: tingkat kelulushidupan tinggi, benur SPF (*Specific Pathogen Free*), tahan terhadap penyakit, tahan terhadap kepadatan tinggi, dan konversi pakan rendah.

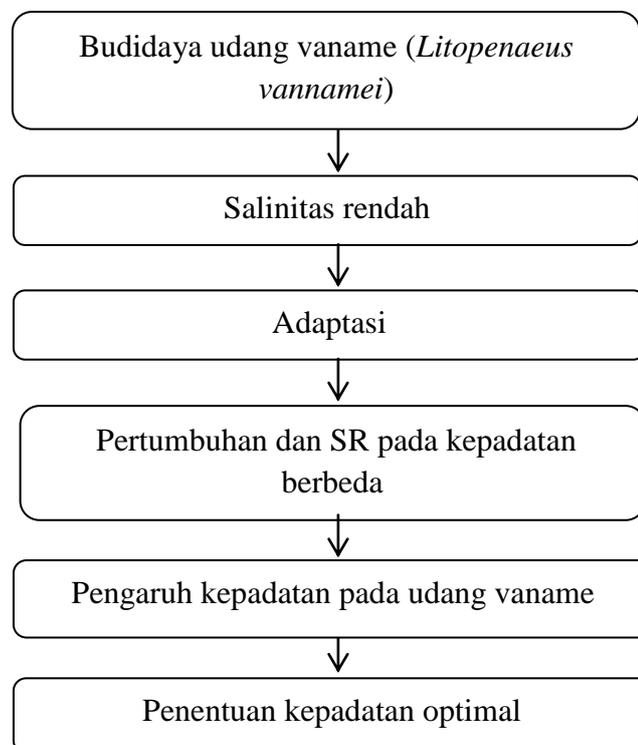
Budidaya udang vaname tidak terlepas dari faktor parameter kualitas air. Faktor parameter kualitas air mempunyai peranan penting dalam pertumbuhan udang vaname. Untuk pertumbuhan yang optimal diperlukan parameter kualitas air yang optimal. Salah satu parameter kualitas air yang berperan sangat penting dalam

pertumbuhan dan kelulushidupan udang vaname adalah salinitas. Udang vaname memiliki sifat euryhaline yang mampu hidup pada rentang salinitas yang luas antara 0,5-40 ppt (Wyban dan Sweeney, 1991). Udang vaname dapat tumbuh baik atau optimal pada salinitas 15-25 ppt, bahkan masih layak untuk pertumbuhan pada salinitas 5 ppt (Soermadjati dan Suriawan, 2007).

Pada salinitas rendah, udang vaname lebih banyak menggunakan energi untuk proses pertumbuhan daripada proses osmoregulasi, sedangkan pada salinitas tinggi, udang vaname lebih banyak menggunakan energi untuk proses osmoregulasi dibandingkan energi untuk pertumbuhan. Hal ini menunjukkan bahwa udang vaname memerlukan adaptasi untuk tumbuh optimal terhadap lingkungan barunya. Pertumbuhan udang vaname pada salinitas rendah relatif sangat cepat dan dapat tumbuh baik dengan padat penebaran tinggi, yaitu 60-150 ekor/m² (Briggs et al., 2004) dengan tingkat pertumbuhan 1-1,5 gr/minggu. Padat tebar dapat dikatakan optimal apabila udang yang ditebar dalam jumlah tinggi, tetapi kompetisi pakan dan ruang masih dapat ditolerir oleh udang, sehingga menghasilkan tingkat kelangsungan hidup dan laju pertumbuhan yang tinggi, serta variasi ukuran yang rendah (Effendie, 1997).

Menurut Syafiuddin (2000), jika padat tebar terlalu rendah, maka udang dapat menjadi kurang agresif terhadap pakan, maka asupan nutrisi kurang dan metabolisme terganggu, sehingga pertumbuhannya kurang baik, sedangkan pada padat tebar yang terlalu tinggi, udang semakin agresif dan saling menyerang satu sama lain hingga terjadi kematian. Selain itu, persaingan mendapatkan pakan lebih banyak dan ruang gerak udang semakin terbatas, maka persaingan mendapatkan pakan dan koefisien keragaman menjadi tinggi, sehingga dapat mengakibatkan

menurunnya laju pertumbuhan, lebih lanjut udang menjadi stres bahkan terjadi kematian. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui pengaruh kepadatan udang vaname terhadap pertumbuhan dan kelulushidupan serta menentukan kepadatan optimal udang vaname. Dengan peningkatan jumlah padat tebar yang digunakan dalam penelitian ini, diharapkan dapat meningkatkan produksi udang vaname, serta informasi hasil penelitian dapat diterapkan pada pembudidaya udang vaname.



Gambar 1. Skema kerangka pemikiran

1.5 Hipotesis

Hipotesis yang digunakan pada penelitian ini:

1. $H_0 = \tau_i = 0$: Kepadatan yang berbeda tidak berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan dan kelulushidupan udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) pada salinitas 5 ppt.
2. $H_0 = \tau_i \neq 0$: Kepadatan yang berbeda berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan dan kelulushidupan udang vaname (*Litopenaeus vannamei*).

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Klasifikasi dan Morfologi Udang Vaname

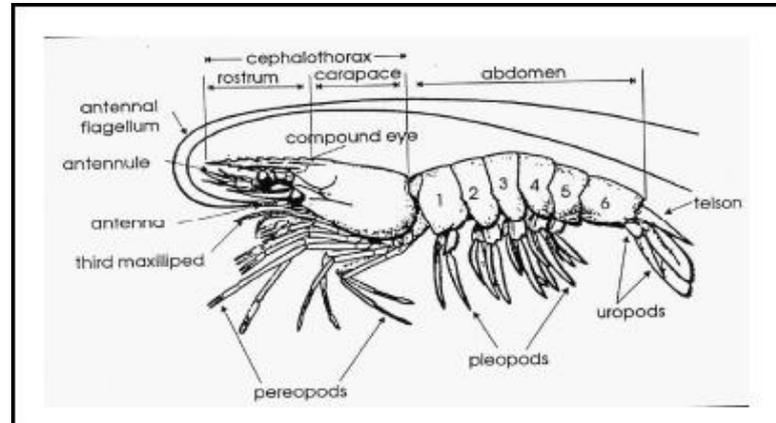
Menurut Haliman dan Dian (2006), klasifikasi udang putih *Litopenaeus vannamei*

(Boone, 1931) adalah sebagai berikut:

Kingdom	: Animalia
Sub kingdom	: Metazoa
Filum	: Arthropoda
Subfilum	: Crustacea
Kelas	: Malacostraca
Sub kelas	: Eumalacostraca
Super ordo	: Eucarida
Ordo	: Decapodas
Subordo	: Dendrobrachiata
Familia	: Penaeidae
Sub genus	: Litopenaeus
Spesies	: <i>Litopenaeus vannamei</i>

Udang vaname memiliki tubuh berbuku-buku dan aktivitas berganti kulit luar (*eksoskeleton*) secara periodik (*moulting*). Bagian tubuh udang vaname sudah mengalami modifikasi sehingga dapat digunakan untuk keperluan makan, bergerak membenamkan diri kedalam lumpur (*burrowing*), dan memiliki organ sensor, seperti pada antenna dan antenula (Haliman dan Adijaya 2004). Menurut Suyanto dan Mujiman (2001) tubuh udang yang dilihat dari luar terdiri dari tiga bagian, yaitu bagian depan yang disebut *cephalothorax*, serta menyatunya bagian kepala dan serta bagian belakang (perut) yang disebut *abdomen* dan terdapat ekor

atau *uropod* diujungnya. Morfologi tubuh udang vaname dapat ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Morfologi tubuh udang vaname

Kordi (2007) juga menjelaskan bahwa kepala udang putih terdiri dari antena, antenula, dan 3 pasang maxilliped. Kepala udang putih juga dilengkapi dengan 3 pasang maxilliped dan 5 pasang kaki berjalan (periopoda). Maxilliped sudah mengalami modifikasi dan berfungsi sebagai organ untuk makan. dilihat dari luar terdiri dari tiga bagian, yaitu bagian depan yang disebut *cephalothorax*, serta menyatunya bagian kepala dan serta bagian belakang (perut) yang disebut *abdomen* dan terdapat ekor atau *uropod* diujungnya.

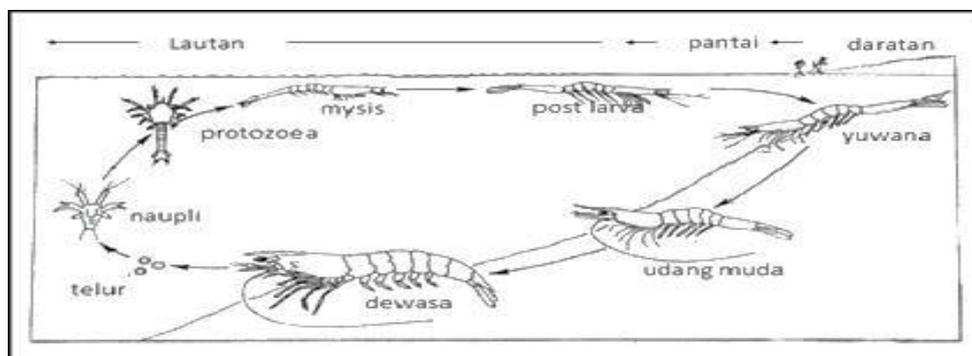
2.2 Habitat dan Siklus Hidup Udang Vaname

Udang vaname adalah jenis udang laut yang habitat aslinya didaerah dasar dengan kedalaman 72 meter. Habitat udang vaname berbeda-beda tergantung dari jenis dan persyaratan hidup dari tingkatan-tingkat dalam daur hidupnya. Umumnya udang vaname bersifat bentis dan hidup pada permukaan dasar laut. Habitat yang

disukai oleh udang vaname adalah dasar laut yang biasanya campuran lumpur dan pasir (Haliman dan Adijaya, 2006).

Sifat hidup dari udang vaname adalah catadromous atau dua lingkungan, dimana udang dewasa akan memijah di laut terbuka. Setelah menetas, larva dan yuwana udang vaname akan bermigrasi ke daerah pesisir pantai atau mangrove yang biasa disebut daerah estuarine tempat nurseri groundnya, setelah dewasa udang akan bermigrasi kembali ke laut untuk melakukan kegiatan pemijahan seperti pematangan gonad (maturasi) dan perkawinan (Wyban dan Sweeney, 1991).

Menurut Haliman dan Adijaya (2006), perkembangan siklus hidup udang vaname adalah dari pembuahan telur berkembang menjadi naupli, mysis, post larva, juvenile, dan terakhir berkembang menjadi udang dewasa. Udang dewasa memijah secara seksual di air laut dalam. Masuk ke stadia larva dari stadia naupli sampai pada stadia juvenil berpindah ke perairan yang lebih dangkal dimana terdapat banyak vegetasi yang dapat berfungsi sebagai tempat pemeliharaan. Setelah mencapai remaja, udang kembali ke laut lepas menjadi dewasa dan siklus hidup berlanjut kembali. Siklus hidup udang vanamei dapat dilihat pada Gambar 3 dibawah ini.



Gambar 3. Siklus hidup udang vaname

2.3 Kelangsungan Hidup dan Pertumbuhan Udang Vaname

Peningkatan kepadatan mempengaruhi proses fisiologis dan tingkah laku udang terhadap ruang gerak. Hal ini pada akhirnya dapat menurunkan kondisi kesehatan dan fisiologis udang sehingga pemanfaatan makan, pertumbuhan, dan kelangsungan hidup mengalami penurunan (Handajani dan Hastuti 2002). Respon stres terjadi dalam 3 tahap yaitu stres, bertahan, dan kelelahan. Ketika ada stres dari luar udang mulai mengeluarkan energinya untuk bertahan dari stres. Selama proses bertahan ini pertumbuhan dapat menurun dan selanjutnya terjadi kematian (Wedemeyer, 1996). Kelangsungan hidup adalah perbandingan antara jumlah individu yang hidup pada akhir periode pemeliharaan dan jumlah individu yang hidup pada awal periode pemeliharaan dalam populasi yang sama. Faktor-faktor yang mempengaruhi tingginya prosentase kelangsungan hidup adalah faktor biotik dan abiotik seperti kompetitor, kepadatan populasi, penyakit, umur, kemampuan organisme dalam beradaptasi dan penanganan manusia (Effendie, 2003).

Pertumbuhan udang vaname adalah fungsi dari frekuensi perganti kulit dan peningkatan ukuran panjang serta berat pada setiap pergantian kulit (Haliman dan Adijaya, 2005). Pertumbuhan pada organisme akan terjadi bila jumlah makanan yang dikonsumsi melebihi dari pada keperluan untuk mempertahankan hidup. Pada jenis crustacea pertumbuhan merupakan proses pertambahan panjang dan berat yang terjadi secara bertahap, dimana proses ini sangat dipengaruhi oleh frekuensi ganti kulit (moulting). Sesaat setelah ganti kulit udang akan menyerap air untuk mengembungkan tubuhnya dan mengeraskan kulitnya sampai ganti kulit berikutnya udang tidak berubah bentuknya kecuali bobotnya, pada keadaan

salinitas yang tinggi proses penyerapan garam dan pengeluaran air terjadi lebih intensif, pengerasan kulit terjadi lebih sempurna karena chitin kurang larut dalam air garam. Energi yang kurang tersedia dibarengi kulit yang lebih keras mengakibatkan udang biasanya gagal ganti kulit akibatnya udang tumbuh lebih lambat pada air yang bersalinitas tinggi

Kegiatan ganti kulit pada crustacea merupakan rangkaian proses persiapan untuk melepaskan kulit lama dan pertumbuhan jaringan berikutnya. Pada saat melakukan proses tumbuh udang melakukan proses moulting yang frekuensinya tergantung dari stadia siklus hidup dan kondisi media airnya (Passano,1960). Menurut Mudjiman dan Suyanto (1989), proses ganti kulit udang diawali dengan terjadinya akumulasi mineral di dalam tubuh, kemudian garam-garam anorganik dari kulit yang lama akan diserap kembali oleh udang, sedangkan kulit baru yang masih lunak terbentuk di bawah kulit lama, kemudian otot-otot tubuh melemas sehingga melepaskan kulit lama.

Pada waktu kulit baru masih lunak pertumbuhan terjadi dengan penyerapan dan pengaturan kembali garam-garam anorganik terutama dari unsur kalsium yang merupakan unsur pembentuk kulit udang. Kinne (1964) menekankan pentingnya faktor salinitas dan suhu yang sangat mempengaruhi kehidupan organisme laut maupun estuarine. Perubahan parameter tersebut sangat mempengaruhi sifat fisika dan kimia air dan secara langsung akan mempengaruhi kehidupan organisme dalam laju pertumbuhan, jumlah makanan yang dikonsumsi, nilai konversi makanan dan kelangsungan hidup. Faktor lingkungan yang dapat mempengaruhi

kecepatan metabolisme organisme adalah tekanan osmotik gasgas parsial dan suhu.

Haliman dan Adijaya (2004) menjelaskan bahwa genus pennaeid mengalami pergantian kulit atau *moulting* secara periodik untuk tumbuh, termasuk udang putih. Proses *moulting* diakhiri dengan pelepasan kulit luar dari tubuh udang.

Berikut ini merupakan *fase moulting* udang vaname dewasa yang ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Fase *moulting* udang vanamei dewasa

Fase	Lama	Ciri-ciri
<i>Post moulting</i> awal	6-9 jam	Kulit luar licin, lunak, dan membentuk semacam membrane yang tipis dan transparan. Udang berada di dasar tambak dan diam. Lapisan kulit luar hanya terdiri dari epikutikula dan eksokutikula. Endoskutikula belum terbentuk.
<i>Post moulting</i> lanjutan	1-1,5 hari	Epidermis mulai mensekresi endoskutikula. Kulit luar, mulut, dan bagian tubuh lain tampak mulai mengeras. Udang mulai mau makan.
<i>Intermoult</i>	4-5 hari	Kulit luar mengeras permanen. Udang sangat aktif dan nafsu makan kembali normal.
Persiapan (<i>Moulting Premoult</i>)	8-10 hari	Kulit luar lama mulai memisah dengan lapisan epidermis dan terbentuk kulit luar baru, yaitu epitelkutikula dan eksokutikula baru dibawah lapisan kulit luar yang lama. Sel-sel epidermis membesar. Pada tahap akhir, kulit luar mengembang seiring peningkatan volume cairan tubuh udang atau <i>haemolymph</i> karena menyerap air.
(<i>Moulting ecdysis</i>)	30-40 detik	Terjadi pelepasan atau ganti kulit luar dan tubuh udang Kulit udang yang lepas disebut <i>exuviae</i> .

Sumber : Haliman dan Adijaya, (2005)

Berdasarkan Tabel 1, fase *moulting* udang vaname itu terdapat 5 tahap. Tiap tahap berbeda-beda waktu berlangsungnya dengan ciri-ciri yang berbeda pula. Dan ternyata *fase moulting* ini keseluruhan membutuhkan waktu kira-kira 22 hari proses

moulting ini bisa selesai. Tahap akhir proses *moulting* ini berjalan paling cepat karena hanya membutuhkan waktu 30-40 detik. Berbeda pula pada saat tahap persiapan *moulting* ini membutuhkan waktu yang cukup lama yaitu 8-10 hari untuk memisahkan kulit luar lama dengan lapisan epidermis dan terbentuk kulit luar baru.

Genus *Penaeid* termasuk udang vaname mengalami pergantian kulit atau *molting* secara periodik untuk tumbuh. Waktu yang dibutuhkan untuk melakukan *molting* tergantung jenis dan umur udang. Pada saat udang masih kecil (fase tebar atau PL12), proses *molting* terjadi setiap hari. Dengan bertambahnya umur, siklus *moulting* semakin lama antara 7–20 hari sekali. Nafsu makan udang mulai menurun pada 1-2 hari sebelum *moulting* dan aktivitas makannya berhenti total sesaat akan *molting*. Persiapan yang dilakukan udang vaname sebelum mengalami *molting* yaitu dengan menyimpan cadangan makanan berupa lemak di dalam kelenjar pencernaan atau disebut juga dengan *hepatopancreas* (Kordi, 2007). Hubungan *moulting* dengan penambahan bobot tubuh udang vaname dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Interval *moulting* dan penambahan bobot badan

Bobot (gr)	Moulting (hari)
2–5	7–8
6–9	8–9
10–15	9–12
16–22	12–13
23–40	14–16

Sumber : Haliman dan Adijaya (2004)

2.4 Salinitas Udang Vaname

Salinitas dapat didefinisikan sebagai total konsentrasi ion-ion terlarut dalam air yang dinyatakan dalam satuan permil (o/oo) atau ppt (part per thousand) atau gram / liter. Salinitas disusun atas tujuh ion utama, yaitu sodium, potasium, kalium, magnesium, chlorida, sulfat, bikarbonat (Ambardhy, 2004). Zat zat lain di dalam air tidak terlalu berpengaruh terhadap salinitas, tetapi zat zat tersebut juga penting untuk keperluan ekologis yang lain (Boyd, 1991, dalam Apriyanto, 2012).

Nilai salinitas air untuk perairan tawar berkisar antara 0–5 ppt, perairan payau biasanya berkisar antara 6–29 ppt, dan perairan laut berkisar antara 30–40 ppt (Fardiansyah, 2011). Berdasarkan toleransinya terhadap salinitas, maka udang vanamei termasuk ke dalam golongan euryhaline laut, yaitu hewan laut yang mampu hidup pada kisaran salinitas yang tinggi yaitu antara 2 – 40 ppt (Wyban *et.al*, 1991). Di beberapa tempat, udang vanamei ditemukan masih mampu hidup pada salinitas 40 permil, namun terbukti mengalami pertumbuhan yang lambat. Jika nilai salinitas terlalu tinggi, konversi rasio pakan akan semakin tinggi sehingga sirkulasi air secara kontinyu sangat diperlukan (Poernomo, 1994, dalam Apriyanto, 2012).

Salinitas pada perairan mempengaruhi keseimbangan osmoregulasi tubuh dengan proses energetik yang selanjutnya mempengaruhi pertumbuhan (Ahmad, 1991). Kemudian (Budiardi 1998 dalam Apriyanto 2012), menyatakan bahwa organisme perairan harus mengeluarkan energi yang besar untuk menyesuaikan diri dengan salinitas yang jauh dibawah atau diatas normal bagi hidupnya.

Menurut penelitian yang dilakukan oleh (Hana, 2007), pertumbuhan udang vaname pada salinitas 2 ppt dan 20 ppt adalah tidak berbeda nyata. Hal tersebut menunjukkan bahwa udang vanamei dapat tumbuh optimal pada salinitas yang berkisar antara 2 – 20 ppt.

2.5 Padat Penebaran Udang Vaname

Menurut Sumantadinata et al. (1985), kepadatan merupakan jumlah organisme budidaya (ekor) yang ditebar per satuan luas atau volume kolam atau wadah pemeliharaan lain. Sifat dan tingkah laku udang, jenis dan media maupun daya dukung perairan tambak menentukan kepadatan udang yang dipelihara (Tarsim, 2000).

Perbedaan padat tebar memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan udang yang dipelihara. Menurut Kaligis (2005) penambahan panjang tumbuh udang didukung oleh intensitas udang moulting. Padat tebar yang tinggi mengakibatkan ruang gerak udang terbatas sehingga pertumbuhan udang menurun. Semakin rendah kepadatan, maka kompetisi dalam perolehan oksigen dan ruang gerak lebih rendah. Kepadatan tebar yang rendah memberikan pengaruh distribusi pakan yang cenderung merata, sehingga pertumbuhan memiliki ukuran yang lebih seragam dan memiliki nilai bobot tinggi (Heryanto, 2006). Laju pertumbuhan harian yang rendah dapat disebabkan oleh kadar oksigen yang turun, sehingga udang mengalami stress dan penurunan nafsu makan. Hal ini menyebabkan laju pertumbuhan menurun (Budiarti dkk., 2005).

Tingginya padat tebar akan meningkatkan kompetisi dalam mendapatkan makanan, oksigen, dan tempat untuk hidup. Hal ini membuat udang yang sedang dalam

masa molting rentan terhadap serangan udang lainnya. Menurut Syahid dkk., (2006) kepadatan benih udang yang terlalu tinggi menyebabkan terjadinya variasi kematian benih yang berbeda-beda, sebagai akibat dari adanya sifat kanibal (saling memangsa).

Faktor lingkungan juga dapat mempengaruhi tingkat kelangsungan hidup udang. Padat tebar yang tinggi menyebabkan kandungan bahan organik seperti ammonia yang berasal dari sisa pakan dan ekskresi dari udang juga makin tinggi. Sisa pakan akan meningkatkan ammonia yang bersifat toksik bagi udang. Hal ini sesuai dengan pernyataan Badare (2001) bahwa kualitas air turut mempengaruhi kelulushidupan organisme perairan yang dibudidayakan. Sedangkan menurut Boyd (1992) hasil akumulasi organik yang bersifat toksik pada udang menyebabkan pemakaian oksigen untuk oksidasi bahan organik lebih tinggi dibandingkan kecepatan difusi oksigen ke dalam air. Hal ini berakibat buruk pada udang karena dapat menyebabkan oksigen berkurang hingga batas yang merugikan kehidupan udang.

Udang putih dapat tumbuh baik dengan kepadatan tebar yang tinggi, yaitu 60-150 ekor/m² (Briggs et al., 2004). Strumer et al., (1992) menyatakan bahwa udang vaname dapat ditebar dengan kepadatan 50-200 ekor/m². Peningkatan kepadatan menyebabkan penurunan panjang dan berat individu (Gomes et al, 2000). Kepadatan tebar sangat mempengaruhi produksi budidaya udang (Jackson, 1998). Meningkatnya kepadatan menurunkan pertumbuhan dan homogenitas tetapi meningkatkan produksi (Gomes et al., 2000). Savolainen et al., (2004) menyatakan bahwa peningkatan kepadatan menyebabkan penurunan berat dan panjang individu yang dihasilkan tetapi akan meningkatkan biomassa total.

Beberapa hal penting proses penebaran udang yakni warna, ukuran panjang, dan bobot sesuai umur post larva (PL), kulit dan tubuh bersih dari organisme parasite dan pathogen, tidak cacat, tubuh tidak pucat, gesit, merespon cahaya, bergerak aktif dan menyebar didalam wadah (Haliman dan Adijaya, 2005). Selain itu, aklimatisasi atau proses adaptasi benur terhadap suhu maupun salinitas juga merupakan hal yang penting dalam penebaran benur (Haliman dan Adijaya, 2005).

2.6 Pakan Udang Vaname

Menurut Allsopp et al., (2008) budidaya secara intensif merupakan budidaya dengan kepadatan tinggi dan pemberian pakan sepenuhnya menggunakan pakan buatan. Udang hanya dapat meretensi protein pakan sekitar 16,3-40,87% (Avnimelech, 1999; Hari et al., 2004) dan sisanya dibuang dalam bentuk produk ekskresi, residu pakan dan feses. Konversi pakan atau *Feed Conversion Ratio* (FCR) udang putih 1,3-1,4 (Boyd dan Clay, 2002). Kandungan protein pada pakan untuk udang putih relatif lebih rendah di bandingkan udang windu. Menurut Briggs et al., (2004), udang putih membutuhkan pakan dengan kadar protein 20-35%.

Ukuran dan jumlah pakan yang diberikan harus dilakukan secara cermat dan tepat, sehingga udang tidak mengalami kekurangan pakan maupun kelebihan pakan (Haliman dan Adijaya, 2005). Berikut ini merupakan persentase pakan udang vaname dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Persentase pakan udang vaname

Umur udang (hari)	Ukuran (g)	Bentuk pakan	Dosis pakan	Frekuensi pakan (hari)
1-15	PL 10-0,1	Crumble	75-25	3
16-30	1,1-2,5	Crumble	25-15	4
31-45	2,6-5,0	Pellet	15-10	5
46-60	5,1-8,0	Pellet	10-7	5
61-75	8,1-14,0	Pellet	7-5	5
76-90	14,1-18,0	Pellet	5-3	5
91-105	18,1-20,1	Pellet	5-3	5
106-120	20,1-22,5	Pellet	4-2	5

Sumber: Atmomarsono dkk, (2014)

2.7 Feed Conversion Ratio (FCR)

Nilai konversi pakan (FCR) menunjukkan seberapa besar udang dapat memanfaatkan pakan yang diberikan untuk membentuk 1 kg daging. Rendahnya nilai FCR udang vaname ini disebabkan karena udang vaname sebagai hewan omnivora yang mampu memanfaatkan pakan alami yang terdapat dalam tambak seperti plankton dan detritus yang ada pada kolom air sehingga dapat mengurangi input pakan berupa pellet. Menurut Boyd dan Clay (2002), konversi pakan atau Feed Conversion Ratio (FCR) udang vaname 1,3-1,4 (artinya untuk mendapatkan 1 kg udang dibutuhkan 1,3-1,4 kg pakan) Nilai FCR yang semakin kecil menunjukkan mutu pakan yang semakin baik yang mana tingkat pencernaan pakan tersebut semakin tinggi (Zainudin, Haryati, Aslamsyah, Surianti, 2014). Pakan yang diberikan kepada udang sesuai dengan kebutuhan dan dapat memberikan pertumbuhan yang optimal dan efisien pakan yang tinggi (Mudjiman, 2007).

Kebutuhan pakan harian dinyatakan sebagai tingkat pemberian pakan (*feeding rate*) perhari yang ditentukan berdasarkan persentase dari bobot udang (Effendi,2004). Tingkat pemberian pakan ditentukan oleh ukuran udang, semakin

besar ukuran udang maka *feeding rate*-nya semakin kecil tetapi jumlah pakan hariannya semakin besar. Total jumlah pakan udang secara berkala dapat disesuaikan dengan pertumbuhan bobot udang dan perubahan populasi (Rachmatun & Takarina, 2009). FCR seringkali dijadikan indikator kinerja teknis dalam mengevaluasi suatu usaha akuakultur. Menurut Handayani (2008) bahwa besar kecilnya rasio konversi pakan dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu kualitas dan kuantitas pakan, spesies, ukuran dan kualitas air. Besar kecilnya rasio konversi pakan menentukan efektifitas pakan tersebut. Djarijah (2006) mengatakan bahwa pengukuran kualitas pakan dilakukan dengan membandingkan jumlah pakan yang diberikan dengan penambahan berat udang yang dihasilkan dan dinyatakan sebagai FCR.

2.8 Kualitas Air

2.8.1 Salinitas

Salinitas merupakan salah satu aspek kualitas air yang memegang peranan penting karena mempengaruhi pertumbuhan udang. Udang yang berumur 1-2 bulan memerlukan kadar garam 15-25 ppt agar pertumbuhan dapat optimal. Setelah umur lebih dari 2 bulan pertumbuhan relatif lebih baik dan kisaran salinitas yang dibutuhkan 5-30 ppt (Haliman dan Adijaya, 2005). Semakin tinggi salinitas maka semakin rendah kelarutan oksigen (Ghufron dan Andi, 2007).

Semakin rendah salinitas pergantian kulit udang semakin tinggi, diduga pada salinitas rendah udang banyak menyerap air dari lingkungan sehingga merangsang udang untuk molting. Menurut Aziz (2010), udang yang berada disalinitas rendah

banyak menyerap air dari lingkungan yang menyebabkan tubuh udang harus berganti kulit.

Perbedaan salinitas tidak mempengaruhi tingkat kelangsungan hidup udang vaname, pada salinitas rendah udang vaname masih bisa hidup karena udang vaname yang bersifat euryhaline dan pemeliharaan yang diusahakan sebaik mungkin, serta cara aklimatisasi yang tepat dengan menurunkan salinitas sedikit demi sedikit agar udang tidak mudah stres. Udang bisa bertahan hidup pada salinitas 0 - 50 ppt, salinitas 0,5-38,3 ppt, salinitas 1 – 40 ppt (Bray dkk, 1994).

Perbedaan salinitas juga tidak mempengaruhi kelengkapan organ udang vaname, diduga salinitas akan mempengaruhi proses molting udang, menurut Arsad dkk (2017) salinitas berperan dalam proses osmoregulasi udang dan juga proses molting. Jika udang molting akan menyebabkan kanibalisme sehingga udang akan saling makan, menurut Yustianti (2013) udang akan mengeluarkan cairan molting yang dapat merangsang udang lain untuk mendekat dan memangsa (kanibalisme), sehingga akan membuat organ udang hilang seperti mata, sungut, rostrum, kaki jalan dan kaki renang bahkan akan membuat udang itu mati. Haliman dan Adijaya (2005), menyebutkan bahwa pada salinitas tinggi, pertumbuhan udang menjadi lambat karena proses osmoregulasi terganggu. Apabila salinitas meningkat maka pertumbuhan udang akan melambat karena energi lebih banyak terserap untuk proses osmoregulasi dibandingkan untuk pertumbuhan.

2.8.2 Suhu

Suhu berperan penting bagi kehidupan dan perkembangan biota laut. Peningkatan suhu dapat menurunkan kadar oksigen terlarut sehingga mempengaruhi metabolisme

seperti laju pernafasan dan konsumsi oksigen serta meningkatnya konsentrasi karbon dioksida(CO_2). Suhu sangat berpengaruh terhadap kadar oksigen. Oksigen berbanding terbalik dengan suhu. Artinya, bila suhu tinggi maka oksigen akan berkurang (Ghufrondan Andi,2007).

Suhu suatu badan air dipengaruhi oleh musim, lintang (attitude), waktu dalam air, sirkulasi udara, penutupan awan dan aliran air, serta kedalaman badan air. Peningkatan suhu yang mengakibatkan peningkatan viskositas, reaksi kimia, evaporasi, dan volansiasi (Pratama, 2009).

Suhu air juga berpengaruh secara tidak langsung terhadap udang. Laju reaksi kimia dalam air berlipat dua untuk setiap kenaikan 10°C . Pada suhu tinggi bersamaan pH yang tinggi, laju keseimbangan amoniak lebih cepat sehingga cenderung terjadi peningkatan NH_3 sampai pada konsentrasi yang mempengaruhi pertumbuhan udang. Suhu pertumbuhan udang antara $26\text{-}32^{\circ}\text{C}$. Jika suhu lebih dari angka optimum maka metabolisme dalam tubuh udang akan berlangsung cepat (Haliman dan Adijaya, 2005).

2.8.3 pH

Menurut Wibisono (2005), nilai pH menyatakan nilai konsentrasi ion hidrogen dalam suatu larutan. Kemampuan air untuk mengikat dan melepas sejumlah ion hidrogen akan menunjukkan apakah larutan bersifat asam atau basa. Besaran pH berkisar antara 0–14, nilai pH kurang dari 7 menunjukkan lingkungan yang asam sedangkan nilai lebih besar dari 7 menunjukkan lingkungan yang basa, untuk pH dengan nilai 7 disebut sebagai netral (Hardjojo dan Djokosetiyanto, 2005). Pada sore hari pH air biasanya lebih tinggi daripada pagi hari. Penyebabnya adalah

kegiatan fotosintesis fitoplankton dalam air yang menyerap CO_2 (Suyanto dan Mudjiman, 2002).

Tebbut (1992) dalam Effendi (2003) menyatakan bahwa senyawa kimia juga dipengaruhi oleh pH. Senyawa amonium yang dapat terionisasi banyak ditemukan pada perairan dengan pH rendah. Pada suasana alkalin (pH tinggi) lebih banyak ditemukan amonia yang tak terionisasi dan bersifat toksik. Amonia tak terionisasi ini lebih mudah terserap ke dalam tubuh organisme akuatik dibandingkan amonium.

2.8.4 Oksigen Terlarut

Oksigen terlarut adalah parameter kimia perairan yang menunjukkan banyaknya oksigen yang terlarut dalam ekosistem perairan (Arfiati, 2001). Oksigen terlarut merupakan salah satu penunjang utama kehidupan di laut dan indikator kesuburan perairan. Perubahan konsentrasi oksigen terlarut dapat menimbulkan efek langsung yang berakibat pada kematian organisme perairan. Pengaruh yang tidak langsung adalah meningkatkan toksisitas bahan pencemar yang pada akhirnya dapat membahayakan organisme itu sendiri. Sumber utama oksigen dalam air laut adalah udara melalui proses difusi dan dari proses fotosintesis fitoplankton. Kadar oksigen maksimum terjadi pada sore hari, sedangkan kadar minimum terjadi pada pagi hari. Kondisi oksigen terlarut di permukaan perairan jauh lebih tinggi dibandingkan dengan dilapisan tengah perairan (Simanjuntak, 2012).

Menurut Raharjo,dkk, (2003), konsentrasi oksigen terlarut pada tambak yang baik untuk budidaya udang vanamei adalah 3,5 – 7,5 mg/l. Level oksigen terlarut (DO) minimum yang dapat ditolerir ikan dengan aman bergantung pada

suhu hingga batas – batas tertentu untuk tiap spesies. Sebagian besar spesies biota air budidaya untuk hidup dengan baik adalah 5 ppm. Pada perairan dengan konsentrasi oksigen dibawah 4 ppm, beberapa jenis ikan mampu bertahan hidup akan tetapi nafsu makannya menurun, untuk itu konsentrasi oksigen yang baik dalam budidaya antara 5 – 7 ppm. Hanya ikan-ikan yang memiliki pernafasan tambahan yang mampu hidup di perairan yang kandungan oksigen rendah, seperti lele, gurami seperti betok dan gabus (Kordi dan Andi, 2007).

2.8.5 Ammonia

Kualitas air merupakan salah satu syarat keberhasilan budidaya. Salah satu masalah utama dalam manajemen kualitas air adalah adanya akumulasi amonia, Jumlah amonia diekskresikan oleh ikan/udang bervariasi tergantung jumlah pakan dimasukkan ke dalam kolam atau sistem budidaya (Durborow et al., 1997). Limbah budidaya yang mengandung nitrogen anorganik sangat besar (75% dari pakan) merupakan penyebab utama dalam penurunan kualitas air budidaya udang.

Nitrogen anorganik dalam air berada dalam bentuk total ammonia nitrogen (TAN), nitrit, dan nitrat. TAN dalam bentuk NH_3 dan nitrit berbahaya bagi udang, sedangkan dalam bentuk nitrat tidak berbahaya. Penambahan sumber karbon akan mengikat nitrogen anorganik menjadi senyawa organik (masa bakteri) yang mengandung protein tinggi. Avnimelech (1999) membuktikan bahwa penambahan sumber karbon dengan rasio C/N 20 dapat menurunkan TAN secara drastis dalam waktu dua jam.

Oksigen terlarut dan pH air pada sistem heterotrof relatif stabil, baik pada waktu siang maupun malam. Pengguna oksigen dalam media budidaya didominasi oleh

udang/ikan dan bakteri, sedangkan pada sistem autotrofik pada waktu malam hari selain ikan dan bakteri, fitoplankton merupakan pengguna oksigen yang sangat besar, apalagi jika kepadatan fitoplankton tinggi pH air media relatif stabil karena pengguna karbondioksida terbatas sehingga pH tidak terlalu tinggi baik pada waktu siang maupun malam. Pada sistem autotrof, pH siang hari akan mencapai puncaknya jika kepadatan fitoplankton tinggi, karena karbondioksida digunakan oleh fitoplankton untuk melangsungkan aktivitas fotosintesis (Boyd, 2002)

Sumber nitrogen dalam kolam budidaya udang sebagian besar berasal dari sisa pakan, kotoran udang, dan hasil ekskresi melalui insang (Durborow et al., 1997). Nitrogen anorganik dalam kolam budidaya udang dalam bentuk amoniak nitrogen total (TAN) dan nitrit. TAN mempunyai dua bentuk yaitu amoniak yang tidak terionisasi (NH_3) dan dalam bentuk ion (NH_4^+). NH_3 bersifat toksik pada udang sedangkan NH_4^+ tidak bersifat toksik (Durborow et al., 1997).

Keberadaan kedua bentuk TAN tersebut dipengaruhi oleh pH perairan. Semakin tinggi pH perairan semakin tinggi perentase NH_3 dalam kolam. TAN akan dimanfaatkan oleh fitoplankton dan bakteri sebagai penyusun protein tubuh serta mengalami nitrifikasi, sedangkan nitrogen bebas dapat mengalami penguapan.

III. METODE PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juli- Agustus 2018, berlokasi di Laboratorium Lapangan Terpadu, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

3.2. Alat dan Bahan

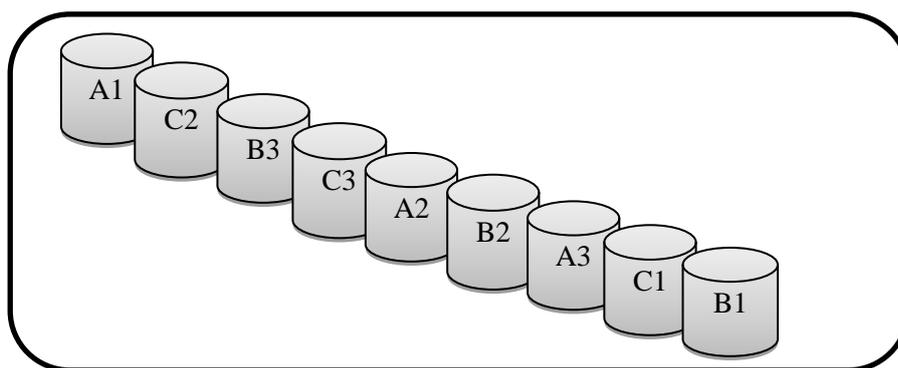
Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah bak plastik berukuran 80 L, pH meter, DO meter, refraktometer, penggaris, timbangan digital, blower, plastik zip, *scope-net, thermometer*, selang aerasi, batu aerasi, ember, pipet tetes, gelas ukur, dan tissue. Adapun bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah air laut steril, air tawar, benur udang PL 16, dan pakan komersil.

3.3. Rancangan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari 3 perlakuan dan masing-masing perlakuan diulang sebanyak 3 kali. Perlakuan tersebut adalah sebagai berikut:

1. Perlakuan A : kepadatan 50 ekor/ 40 L.
2. Perlakuan B : kepadatan 75 ekor/ 40 L.
3. Perlakuan C : kepadatan 100 ekor/ 40 L.

Penempatan bak plastik yang digunakan selama penelitian dilakukan secara acak digambarkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Penempatan bak selama penelitian

Model Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$Y_{ij} = \mu + \sigma_i + \sum ij$$

Keterangan :

Y_{ij} : Data pengamatan perlakuan ke-i, Ulangan ke-j

i : Perlakuan akan A, B, C,

j : Ulangan (1, 2, 3)

μ : Rataan umum atau nilai tengah umum

σ_i : Akibat atau pengaruh aklimatisasi salinitas ke-i

$\sum ij$: Galat percobaan pada perlakuan ke-i dan ulangan ke-j

(Mantjik dan Made, 2002).

3.4 Prosedur Penelitian

3.4.1 Persiapan Wadah Penelitian

Penelitian ini menggunakan bak plastik berukuran 80 L yang telah dibersihkan dengan air bersih dan dikeringkan selama 24 jam, kemudian bak tersebut diisi

dengan air laut bersalinitas 5 ppt sebanyak 40 L air. Bak yang digunakan sudah dilengkapi dengan instalasi aerasi sebagai sumber oksigen

3.4.2 Hewan Uji

Udang vaname yang digunakan berasal dari PT. Centra Proteina Prima dengan ukuran PL 16 yang sudah SPF (*Specific Pathogen Free*), kemudian udang tersebut diaklimatisasi selama 1 hari agar udang tersebut dapat beradaptasi diwadah budidaya yang baru dengan salinitas 5 ppt.

3.4.3 Pakan Uji

Pakan yang digunakan selama penelitian berasal dari PT. Centra Proteina Prima jenis 02 (*Crumble*) dengan kadar protein sebesar 38-42%. Jumlah pakan yang diberikan sebanyak 5% dari biomassa udang dengan frekuensi pemberian pakan 3 kali sehari yaitu jam 08.00, 14.00, dan 20.00 WIB.

3.4.4 Pengenceran Salinitas

Pengenceran salinitas dilakukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut (Sumeru dan Anna, 1992) :

$$S_n = \frac{(S_1 \times V_1) + (S_2 \times V_2)}{(V_1 + V_2)}$$

Keterangan:

- S_n : Salinitas yang dikehendaki (‰)
- S₁ : Salinitas air kolam (‰)
- S₂ : Salinitas air yang ditambahkan (‰)
- V₁ : Volume air kolam (m³)
- V₂ : Volume air yang ditambahkan (m³)

Air laut yang digunakan berasal dari BBPBL dengan salinitas 30 ppt, selanjutnya air laut tersebut diencerkan menggunakan metode pengenceran salinitas dengan air tawar hingga mendapatkan salinitas yang dikehendaki yaitu 5 ppt.

3.5 Pengambilan Data

Pengambilan data yang dilakukan selama penelitian ini yaitu pertumbuhan berat mutlak, laju pertumbuhan harian yang dilakukan sebanyak 4 kali selama 40 hari, tingkat kelangsungan hidup (SR), *feed conversion ratio* (FCR) serta kualitas air di media pemeliharaan. Berikut ini merupakan data yang dikumpulkan selama penelitian yaitu:

3.5.1 Pertumbuhan Berat Mutlak

Pertumbuhan berat mutlak adalah selisih berat total tubuh udang pada akhir dan awal pemeliharaan selama 40 hari. Pertumbuhan berat mutlak dapat dihitung menggunakan rumus Effendie (1997).

$$W_m = W_t - W_o$$

Keterangan :

W_m : Pertumbuhan mutlak (g)

W_t : Biomassa ikan pada waktu t (g)

W_o : Biomassa ikan pada awal penelitian (g)

3.5.2 Laju Pertumbuhan Harian

Laju pertumbuhan harian dihitung selama 40 hari pemeliharaan dengan 4 kali sampling, menggunakan rumus (Purnomo, 2012).

$$GR = \frac{WT - W_0}{T}$$

Keterangan :

GR : Laju pertumbuhan harian (g/hari)

W_t : Bobot rata-rata ikan pada hari ke-t (g)

W_o : Bobot rata-rata ikan pada hari ke-0 (g)

t : Waktu pemeliharaan (hari)

3.5.3 Kelangsungan Hidup (*Survival Rate*)

Tingkat kelangsungan hidup diperoleh berdasarkan persamaan yang dikemukakan oleh (Zonneveld dkk, 1991) yaitu :

$$\mathbf{SR} = \frac{N_t}{N_o} \times 100\%$$

Keterangan :

SR : Tingkat kelangsungan hidup (%)

Nt : Jumlah individu pada akhir penelitian (ekor)

No : Jumlah individu pada awal penelitian (ekor)

3.5.4 *Feed Conversion Ratio* (FCR)

Feed Conversion Ratio (FCR) adalah perbandingan antara jumlah pakan yang diberikan dengan daging ikan yang dihasilkan. FCR dihitung berdasarkan persamaan yang dikemukakan oleh (Zonneveld et al., 1991 dalam Rahmadi, 2010) yaitu:

$$\mathbf{FCR} = \frac{F}{W_t - W_o}$$

Keterangan :

FCR : Feed conversion Ratio

F : Jumlah pakan yang diberikan selama pemeliharaan (g)

Wt : Biomassa akhir (g)

Wo : Biomassa awal

3.6. Kualitas Air

Parameter kualitas air diamati selama 40 hari pemeliharaan. Suhu, salinitas, pH, dan DO dilakukan pengukuran setiap hari. Sedangkan untuk pengecekan amoniak dilakukan pada awal pemeliharaan (hari ke-0), pertengahan (hari ke-20) dan akhir pemeliharaan (hari ke-40).

3.7 Analisis Data

Kelangsungan hidup , pertumbuhan (pertumbuhan berat mutlak dan pertumbuhan harian/ADG) dan FCR pada pemeliharaan udang vaname dianalisis dengan menggunakan anova dengan tingkat kepercayaan 95%. Apabila hasil uji antar perlakuan berbeda nyata dikakukan uji lanjut Beda Nyata Terkecil (BNT) dengan tingkat kepercayaan 95% (Steel dan Torrie, 1991).

V. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Pada penelitian ini dapat disimpulkan bahwa perlakuan padat tebar 50 ekor/40 L yang dipelihara di dalam media kolam bundar (ember) merupakan padat tebar terbaik terhadap pertumbuhan berat mutlak, laju pertumbuhan harian, kelangsungan hidup, dan FCR (*Feed Conversion Ratio*) yang dipelihara pada salinitas 5 ppt.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, T. 1991. *Pengelolaan Peubah Mutu Air yang Penting Dalam Tambak Intensif*. INFIS Manual Seri No. 25 Direktorat Jendral perikanan Jakarta. 27 hal.
- Ambardhy J H, 2004. *Physical and Chemical Properties Water*. Pegangan Training Budidaya. PT. Central Pertiwi Bahari. 25 hal.
- Allsopp, M., P. Johnston and D. Santillo. 2008. *Challenging the Aquaculture Industry on Sustainability: Technical Overview*. Washington: *Greenpeace Research Laboratories Technical*.
- Arfiati, S. 2001. *Pengertian Oksigen Terlarut dalam Air Tawar*. PT Penebar Swadaya. Jakarta. 32 hal.
- Arsad, S., Ahmad. A, Atika. P.P, Betrina. M.V, Dhira. K.S, dan N.R. Buwono. 2017. *Study Kegiatan Budidaya Pembesaran Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) dengan Penerapan Sistem Pemeliharaan Berbeda*. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan* 9 (1): 1–14.
- Atmomarsono, M. Supito. Mangampa, M. Pitoyo, H. Lideman. Tjahyo, S.H. Akhdiat, I. Wibowo, H. Ishak, M. Basori, A. Wahyono, N.T. Latief, S.S. dan Akmal. 2014. *Seri Panduan Perikanan Skala Kecil Budidaya Udang Vannamei Tambak Semi Intensif dengan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL)*. Indonesia-Tim Perikanan WWF.
- Avnimelech, Y. 1999. *Carbon/Nitrogen Ratio as a Control Element in Aquaculture System*. *Aquaculture* 176: 227-235
- Aziz, Rahmadi. (2010). *Kinerja Pertumbuhan Dan Tingkat Kelangsungan Hidup Udang Putih (*Litopenaeus vannamei*) Pada Salinitas 30 Ppt, 10 Ppt, 5 Ppt, Dan 0 ppt*. *Skripsi*. Bogor: Instiut Pertanian Bogor. 1-53 hal.
- Badare, A. I. 2001. *Pengaruh Pemberian Beberapa Makroalga Terhadap Pertumbuhan dan Kelulushidupan Juvenil Abalone (*Haliotis spp*) yang Dipelihara Dalam Kurungan Terapung*. *Skripsi*. Kupang. Program Studi Budidaya Perairan Fakultas Pertanian Undana.

- Boyd, C.E., 1991. *Water Quality, Management and Aeration in Shrimp Farming*. Pedoman Teknis dari proyek Penelitian dan Pengembangan Perikanan . Jakarta.
- Boyd, C.E. .1992. Shrimp Pond Bottom Soil and Sediment Management Wybean J(ed) Proccesing of Spesial Session on Shrimp. *The World Aquaculture Society Farming*, P 166 – 181
- Boyd, C.E. and Clay, J.W. 2002. Evaluation of Belize Aquaculture LTD, A Superintensive Shrimp Aquaculture System . Report prepared under The World Bank, NACA, and FAO Consorsium. *Work in progress for Public Discussion*. Published by The Consorsium.17 pages
- Bray WA, Lawrence AL, Leung-Trujillo JR. 1994. The effect of salinity on the growth and survival of *Penaeus Vanname* with obeservations on interaction of IHVN virus and salinity. *Aquaculture* 122: 133-146
- Briggs. M, S.F. Smith, R. Subanghe & M. Phillips. 2004. *Introduction dan movement of Penaeus vannamei and P. stylirostris in Asia and the Pacific*. FAO. Bangkok. P. 40
- Budiarti, T, dkk. Produksi udang vaname (*Litopenaeus vanname*) di Tambak Biocrete dengan padat tebar berbeda. *Jurnal Akuakultur Indonesia* 4 (2) 2005.109-113 hal.
- Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya. 2017. *Produksi Budidaya Tambak Udang Vanname di Indonesia Provinsi tahun 2014*. Jakarta: Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya.
- Durborow, R.,David M., Martin W. 1997. Ammonia in Fish Ponds.Southern Regional Aquaculture Center, *SRAC publication* 463.
- Effendie, M. I. 1997. *Biologi Perikanan*. Yayasan Pustaka Nusantara. Bogor. 163 hal.
- Effendi, F. 2000. *Budidaya Udang Putih*. Penebar Swadaya. Jakarta. 20 hal.
- Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air Bagi Proses Pengelolaan Sumberdaya dan Lingkungan Perairan*.Yogyakarta. Kanisius. 35 hal.
- Fegan, D. F. 2003. *Budidaya Udang Vannamei (Litopenaeus vannamei) di Asia Gold Coin Indonesia Specialities*. Jakarta. 57 hal.
- Fardiansyah, Dede. 2011. *Budidaya Udang Vannamei di Air Tawar*. Artikel Ilmiah Dirjen Perikanan budidaya KKP RI tanggal 30 November 2011. Jakarta.

- Ghufron, M.H.K., dan Andi Baso T. 2007. *Pengelolaan Kualitas Air Dalam Budidaya Perairan*. Jakarta: Rineka Cipta. 1-25 hal.
- Gomes, L.C., B. Baldisserotto & J.A. Senhorini. 2000. Effect of stocking density on water quality, survival, and growth of larvae of the matrinxa, Brycon cephalus Characidae, in ponds. *Aquaculture* 183 :73-81
- Hadie W., Rejeki S. dan Hadie LE. 1995. Pengaruh pemotongan tangkai mata (ablasi) terhadap pertumbuhan juvenile udang galah (*Macrobrachium rosenbergi*). *Jurnal Perikanan Indonesia*. 1(1):37-44.
- Haliman, R.W. dan Adijaya, D.S.2004. *Udang Vannamei*. Penebar Swadaya. Jakarta. 163 hal.
- Haliman, R. W dan D. Adijaya S. 2005. *Udang Vaname* . Penebar Swadaya. Jakarta. 163 hal
- Hana, Gusti Citra. 2007. Respon Udang vannamei (*Litopennaeus vannamei*) Terhadap Media Bersalinitas Rendah. *Skripsi*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Handajani, H., dan Hastuti S.D. 2002. *Budidaya Perairan*. Bayu Media. Malang.152 hal.
- Hardjojo, B dan Djokosetiyanto, 2005, *Pengukuran dan Analisis Kualitas Air*. Edisi Kesatu, Modul 1 – 6, Universitas Terbuka, Jakarta.16-28 hal.
- Heryanto, H. 2006. Produksi Tokolan Udang Windu (*Penaeus monodon* Fab.) dalam Happa dengan padat penebaran 1000, 1500, 2000, 2500 ekor/m². *Skripsi*. Fakultas Pertanian dan Ilmu Kelautan. IPB. Bogor. 18-26 hal.
- Jackson, C.J. & Y.G. Wang. 1998. Modelling Growth Rate Of *Penaeus monodon* Fabricius In Intensively Managed Ponds: Effects Of Temperature, Pond Age And Stocking Density. *Aquaculture Research* 29 : 27-36.
- Kaligis, EY. 2005. Pertumbuhan dan Sintasan Larva Lobster Air Tawar (*Cherax quadricarinatus*) pada Media Alkalinitas Berbeda. *Tesis*. Sekolah Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor.
- Kinne, O. 1964. *The effect of Temperature and Salinity on Marine and Brackishwater Animals II*. Salinity and Temperature- Salinity Combination. *Oceanography and Marine Biology Annual review* 2.
- Kordi, M.G.H. dan A.B. Tancung. 2007. *Pengelolaan Kualitas Air*. PT Rineka Cipta. Jakarta. 132 hal
- Kopot, R. and Taw, N. 2002. Efficiency of Pacific Whitw Shrimp, Current Issues in Indonesia. *Global Aquaculture Advocate*. Pp 40-41

- Mattjik AA dan Sumertajaya M. 2002. *Perancangan Percobaan dengan aplikasi SAS dan Minitab*. Jilid 1. Jurusan Statistik. Fakultas MIPA. Institut Pertanian Bogot. 281 hal.
- Mujiman, A. dan Suyanto, S.R. 1989. *Budidaya Udang Windu*. Penebar Swadaya. Jakarta. 40 hal.
- Pascual, F.P. 1989. *Nutrition and feeding of Penaeus monodon*. SEAFDEC Aquaculture Departement. (3rd Ed). Tigbauan, Iloilo, Philippines. Extention Manua.2-5pp.
- Passano, L.M. 1960. Moulting and its control.: waterman TH, editor. *The Physiology of Crustacean*. Volume ke-1. Metabolism and Growth. New York: Academic Press. 473-536 hlm.
- Pratama, A. 2009. *Tingkat Kecerahan Pada Perikanan Air Tawar*. PT. Penebar Swadaya. Jakarta. 27 hal.
- Purba, C.Y. 2012. Performa Pertumbuhan, Kelulushidupan Dan Kandungan Nutrisi Larva Udang Putih (*Litopenaeus vannamei*) Melalui Pemberian Pakan Artemia Produk Lokal yang Diperkaya dengan Sel Diatom. *Journal Of Aquaculture Management and Technology I* (1): 102 – 115.
- Poernomo A., 1994. *Usaha mini hatchery dan pentokolan udang windu, Faktor pendukung strategis bagi keberhasilan udang pola sederhana*. Badan penelitian pembangunan pertanian. Pusat penelitian dan pengembangan perikanan. Jakarta. 20 hlm.
- Purnomo, P.D. 2012. Pengaruh penambahan karbohidrat pada media pemeliharaan terhadap produksi budidaya intensif nila (*Oreochromis niloticus*). *Journal of Aquaculture Management and Technology*:61-179.
- Raharjo, A.B. 2003. Pengaruh Kualitas Air pada Tambak Tidak Bermangrove dan Bermangrove Terhadap Hasil Udang Alam di Desa Grinting Kabupaten Brebes. *Tesis*. Program Pasca Sarjana. Universitas Diponegoro.
- Rahmadi, A. 2010. Kinerja Pertumbuhan Dan Tingkat Kelangsungan Hidup Udang Putih (*Litopenaeus vannamei*) Pada Salinitas 30 ppt, 10 ppt, 5 ppt, Dan 0 ppt. *Skripsi*. Bogor: Instiut Pertanian Bogor. Hal 1-53.
- Rustam, Hartinah, k. Jusoff, S.T. Hadijah, an Ilmiah. 2013. Characteristic of haemolymphs juvenile Tiger Prawn, *Penaeus monodon* (Fabricus) reared in ponds. *World Applied Science J.*, 26:82-88.
- Saoud IP, Davis DA, Rouse DB (2003) Suitability studies of inland well waters for *Litopenaeus vannamei* culture. *Aquaculture* 217: 373–383.

- Savolainen, R., K. Ruohonen & E. Railo. 2004. Effect Of Stocking Density On Growth, Survival And Cheliped Injuries Of Stage 2 Juvenile Signal Crayfish *Pasifastacus leniusculus* Dana. *Aquaculture* 231 : 237-248
- Simanjuntak, M. 2012. Kualitas air laut ditinjau dari aspek zat hara, oksigen terlarut dan pH di Perairan Banggai, Sulawesi Tengah. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, IV (2): 290-303.
- Soemardjati, W dan Suriawan, A. 2007. *Petunjuk Teknis Budidaya Udang Vannamei (Litopenaeus vannamei) di Tambak*. Departemen Kelautan dan Perikanan, Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya. Balai Budidaya Air Payau Situbondo. 12-16 hlm
- Steel, R.G.D and J.H, Torrie. 1991. *Principles and Procedure of Statistics*. London: McGraw-Hill, Book Company, INC. 478 p.
- Strumer, N.L., T.M. Samocha dan A.L Lawrence. 1992. *Intensification of penaeid nursery system*. In A.W. Fast and L.J. Lester (Eds). *Marine Shrimp Culture: Principles and Practises*. Development in Aquaculture and Fisheries Science, 23: 321–344
- Sumantadinata, K. 1985. *Kamus Istilah Budidaya Ikan*. Pusat Pembinaan dan Pengembangan Bahasa. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan. Jakarta. 61 hal.
- Sumeru, I. S. U., & Anna, S. (1992). *Pakan Udang Windu (Penaeus monodon)*. Kanisius. 125 hal.
- Supono dan Wadiyanto. 2008. *Evaluasi Budidaya Udang Putih (Litopenaeus vannamei) dengan Meningkatkan Kepadatan Tebar di Tambak Intensif*. Seminar Hasil Penelitian & Pengabdian kepada Masyarakat Universitas Lampung. 237-242 hal.
- Suyanto, R. dan Mudjiman, A. 2001. *Budidaya Udang Windu*. Penebar Swadaya. Jakarta. 128 hal.
- Suyanto, R dan Mudjiman A. 2002. *Budidaya Udang Windu* . Penebar Swadaya. Jakarta. 128 hal.
- Syafiuddin. 2000. Kinerja budidaya udang windu (*Penaeus monodon fab*) yang dipelihara bertingkat dalam sistem resirkulasi. *Tesis*. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Syahid, M. Subhan A. dan Armando R. 2006. *Budidaya Udang Organik Secara Polikultur*. Penebar Swadaya : Jakarta. 75 hal.
- Tarsim. 2000. Studi Kualitas Air dan Produksi Tambak Udang Intensif di PT.

Moisson Makmur, Tangerang, Jawa Barat. *Skripsi*. Jurusan Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor. Bogor.

Taqwa, F.H, M. Syaifudin, D. Jubaedah, O. Saputra. 2010. *Tingkat stres dan kelangsungan hidup pascalarva udang vaname (Litopenaeus vannamei) selama masa penurunan salinitas rendah dengan penambahan natrium dan kalium. Prosiding Seminar Nasional Hasil Penelitian dan Pengkajian. Hasil Riset untuk Meningkatkan Kesejahteraan Rakyat*. ISBN 978-60298295-0-1. Badan Penelitian dan Pengembangan Daerah Provinsi Sumatera Selatan Palembang 13-14 Desember 2010.

Wedemeyer, 1996. *Growth and Ecology of Fish Populations*. Academic Press. London. 325 hal.

Wibisono, 2005. *Pengantar Ilmu Kelautan*. Jakarta. Grasindo. 38 hal.

Wyban J.A. dan J.N. Sweeney 1991. Intensive shrimp production technology. *Jurnal Riset Akuakultur*. The Ocean Institute Honolulu, Hawa: 345.

Xincai, C. dan Yongquan, S. 2001. Shrimp Culture. *China Internasional Training Course on Technology of Marine culture (Precious Fishes)*. China: Yiamen Municipal Science & Technology Commission.

Yustianti, Ibrahim, M.N. dan Ruslaini. 2013. Pertumbuhan dan sintasan larva udang vannamei (*Litopenaeus vannamei*) melalui substitusi tepung ikan dengan tepung usus ayam. *Jurnal Mina Laut Indonesia* 1 (1) : 93-103.

Zhang, P.D., X.M. Zhang, and J. Li. 2010. Physiological responses to swimming fatigue of juvenile white-leg shrimp *Litopenaeus vannamei* exposed to different current velocities, temperatures and salinities. *African J. of Biotechnology*, 10 (5):851-853.

Zonneveld, N., E.A. Huiman, dan J.H. Boon. 1991. *Prinsip-Prinsip Budidaya Ikan*. PT Gramedia Pustaka Utama. 318 hal.