

**MANAJEMEN BUDIDAYA UDANG VANAME *Litopenaeus vannamei*
BERBASIS SALINITAS RENDAH**

(Tesis)

Oleh

**REHULINA TRESIA PINEM
NPM 2020041005**



**PROGRAM STUDI MAGISTER MANAJEMEN WILAYAH PESISIR DAN LAUT
PASCASARJANA
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2022**

**MANAJEMEN BUDIDAYA UDANG VANAME *Litopenaeus vannamei*
BERBASIS SALINITAS RENDAH**

Oleh

REHULINA TRESIA PINEM

Tesis

**Sebagai Syarat Untuk Mencapai Gelar
MAGISTER SAINS**

Pada

**Program Studi Magister Manajemen Wilayah Pesisir dan Laut
Pascasarjana Universitas Lampung**



**PROGRAM STUDI MAGISTER MANAJEMEN WILAYAH PESISIR DAN LAUT
PASCASARJANA
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2022**

ABSTRAK

MANAJEMEN BUDIDAYA UDANG VANAME *Litopenaeus vannamei* BERBASIS SALINITAS RENDAH

Oleh

Rehulina Tresia Pinem

Salinitas berperan dalam proses osmoregulasi dan molting pada udang vaname. Pada salinitas luas (*euryhaline*) pertumbuhan udang akan terganggu hal tersebut menyebabkan energi yang digunakan untuk aktivitas pertumbuhan berkurang, sehingga menurunkan laju pertumbuhan dan kelangsungan hidup. Oleh karena itu, salinitas yang optimal diperlukan untuk mendukung pertumbuhan dan kelangsungan hidup udang vaname. Penelitian dilakukan dalam tiga tahap secara terpisah menggunakan rancangan acak lengkap (RAL). Benih yang digunakan udang vaname PL 10. Pemeliharaan dilakukan selama 40 hari. Penelitian bertujuan menganalisis pertumbuhan, tingkat kelangsungan hidup (TKH) dan rasio konversi pakan udang vaname. Penelitian tahap pertama terdiri 5 perlakuan salinitas berbeda (salinitas 5 ppt, 10 ppt, 15 ppt, 20 ppt, 25 ppt) dengan 3 ulangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemeliharaan udang vaname pada salinitas berbeda berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap pertumbuhan, TKH dan rasio konversi pakan udang vaname. Penelitian tahap kedua terdiri dari 4 perlakuan penambahan kalsium pada salinitas rendah 5 ppt (0 mg/L, 50 mg/L, 100 mg/L, 150 mg/L) dengan 3 ulangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan kalsium berpengaruh terhadap pertumbuhan, TKH dan rasio konversi pakan udang vaname ($P < 0,05$). Penelitian tahap ketiga terdiri dari 4 perlakuan penambahan kalium pada salinitas rendah 5 ppt (0 mg/L, 50 mg/L, 100 mg/L, 150 mg/L) dengan 3 ulangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian mineral kalium pada media berpengaruh terhadap pertumbuhan, TKH dan rasio konversi pakan udang vaname ($P < 0,05$). Pertumbuhan dan konversi pakan terbaik pada percobaan salinitas berbeda adalah salinitas 15 ppt, dengan pertumbuhan berat mutlak (2,8 gram), laju pertumbuhan spesifik (12,3%/hari), rasio konversi pakan (1,5). TKH terbaik pada salinitas 20 ppt (79%). Udang vaname yang dipelihara pada salinitas rendah 5 ppt dengan penambahan kalsium 50 mg/L menghasilkan TKH (54%) dan rasio konversi pakan (1,4) terbaik. Udang vaname yang dipelihara pada salinitas rendah 5 ppt dengan penambahan 100 mg/L kalium menghasilkan pertumbuhan berat mutlak (1,4 gram), laju pertumbuhan spesifik (10,5%/hari), TKH (74%), dan rasio konversi pakan (1,4) terbaik.

Kata kunci: *Udang vaname, salinitas rendah, kalsium, kalium, mineral.*

ABSTRACT

MANAGEMENT OF PACIFIC WHITE SHRIMP *Litopenaeus vannamei* CULTIVATION IN LOW SALINITY CONDITIONS

By

Rehulina Tresia Pinem

Salinity plays a role in the process of osmoregulation and molting in pacific white shrimp. At broad salinity (*euryhaline*) pacific white shrimp growth will be disrupted due to disturbed osmoregulation. The disruption of osmolarity causes the energy used for growth activities to decrease, thereby reducing the growth rate and survival rate. Therefore, optimal salinity is needed to support the growth and survival rate of pacific white shrimp. The research was conducted in parallel experiment used a completely randomized design (CRD). The seeds used were post larvae (PL) 10 pacific white shrimp. Maintenance was carried out for 40 days. The experiment of the study aimed to analyze the growth, survival rate and feed conversion ratio of pacific white shrimp. The first experiment of the study consisted of 5 treatments (salinity 5 ppt, 10 ppt, 15 ppt, 20 ppt, 25 ppt) with 3 replications. The results showed that the treatments had a significant effect on growth, survival rate and feed conversion ratio ($P < 0.05$). This experiment consisted of 4 treatments with the addition of calcium minerals at low salinity of 5 ppt (0, 50, 100, 150 mg/L CaCO_3) with 3 replications. The results showed that the treatments significantly affected the growth, survival, and feed conversion ratio of pacific white shrimp ($P < 0.05$). The third experiments of this study consisted of 4 treatments with the addition of potassium minerals at low salinity of 5 ppt (0, 50, 100, 150 mg/L of KCl) with 3 replications. The results showed that the treatments in the media had a significant effect on the growth, survival rate and feed conversion ratio of pacific white shrimp ($P < 0.05$). The best growth and feed conversion in the experiments reared at various levels of salinity was resulted in 15 ppt, with absolute weight growth (2.8 gram), specific growth rate (12.3%/day), feed conversion ratio (1.5). Besides, the best survival was observed in the salinity 20 ppt (79%). Pacific white shrimp reared at low salinity of 5 ppt with the addition of 50 mg/L calcium resulted in the best survival rates (54 %) and feed conversion ratios (1,4). Pacific white shrimp reared at low salinity of 5 ppt with the addition of 100 mg/L potassium resulted in the best absolute weight growth (1.4 gram), specific growth rate (10.5%/day), survival rate (74%), and feed conversion ratio (1.4).

Keyword: *Pacific white shrimp, low salinity, calcium, potassium, minerals.*

Judul Tesis : **MANAJEMEN BUDIDAYA UDANG
VANAME *Litopenaeus vannamei*
BERBASIS SALINITAS RENDAH**

Nama Mahasiswa : *Rehulina Tresia Pinem*

Nomor Pokok Mahasiswa : 2020041005

Program Studi : Magister Manajemen Wilayah Pesisir dan
Laut

Fakultas : Pascasarjana Multidisiplin



MENYETUJUI,

1. Komisi Pembimbing

Dr. Supono, S.Pi., M.Si.
NIP. 197010022005011002

Munti Sarida, S.Pi., M.Sc., Ph.D.
NIP. 198309232006042001

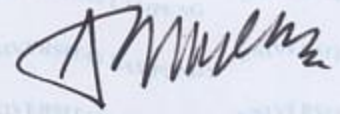
**2. Ketua Program Studi Magister Manajemen Wilayah Pesisir dan Laut
Universitas Lampung**

Dr. Supono, S.Pi., M.Si.
NIP. 197010022005011002

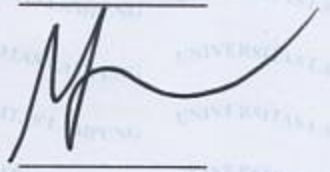
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

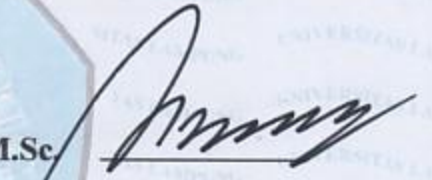
Ketua : **Dr. Supono, S.Pi., M.Si.**



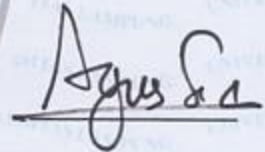
Sekretaris : **Munti Sarida, S.Pi., M.Sc., Ph.D.**



Penguji
Bukan Pembimbing : **Dr. G. Nugroho Susanto, M.Sc.**



Anggota : **Dr. Agus Setyawan, S.Pi., M.P.**



2. Direktur Pascasarjana Universitas Lampung



Prof. Dr. Ir. Ahmad Saudi Samosir, S.T., M.T.

NIP. 197104151998031005



3. Tanggal Lulus Ujian Tesis : 02 Juni 2022

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan dengan sebenarnya bahwa:

1. Tesis dengan judul: “**MANAJEMEN BUDIDAYA UDANG VANAME *Litopenaeus vannamei* BERBASIS SALINITAS RENDAH**” adalah karya saya sendiri dan saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan atas karya penulis lain dengan cara yang tidak sesuai dengan etika ilmiah yang berlaku dalam masyarakat akademik atau yang disebut plagiarisme.
2. Hak intelektual atas karya ini diserahkan sepenuhnya kepada Universitas Lampung.

Atas pernyataan ini, apabila dikemudian hari ternyata ditemukan adanya ketidakbenaran, saya bersedia menanggung akibat dan sanksi yang diberikan kepada saya, saya bersedia dan sanggup dituntut sesuai dengan hukum yang berlaku.

Bandar Lampung, Juni 2022
Yang membuat pernyataan,



Rehulina Tresia Pinem
NPM. 2020041005

RIWAYAT HIDUP



Rehulina Tresia Pinem lahir di Baturaja Kabupaten Ogan Komering Ulu pada tanggal 6 Agustus 1996 dari Ayah bernama DB. Pinem dan Ibu bernama Bulan Dina Sitepu. Penulis merupakan anak ketiga dari tiga bersaudara. Pendidikan formal di SMA Negeri 1 Muaradua, Kabupaten Ogan Komering Ulu Selatan pada tahun 2011 dan lulus pada tahun 2014, setelah itu penulis melanjutkan pendidikan tingkat perguruan tinggi (D-III) di Program Diploma Institut Pertanian Bogor pada Program Keahlian Teknologi Produksi dan Manajemen Perikanan Budidaya melalui jalur Ujian Seleksi Masuk IPB (USMI) dan lulus pada tahun 2017 dengan judul tugas akhir Pembenuhan dan Pembesaran Ikan Gurami *Osporonemus goramy* di Unit Kerja Budidaya Air Tawar Sendangsari, Yogyakarta.

Pada tahun 2018 penulis melanjutkan pendidikan Strata-1 di Universitas Lampung pada Fakultas Pertanian, Jurusan Budidaya Perairan dan Ilmu Kelautan, Program Studi Budidaya Perairan dan lulus pada tahun 2020 dengan judul skripsi Performa Udang Vaname *Litopenaeus vannamei*, (Boone, 1931) yang dipelihara pada Sistem Bioflok dengan Sumber Karbon Berbeda. Pada tahun 2020 penulis melanjutkan pendidikan Magister (S2) pada Program Studi Magister Manajemen Wilayah Pesisir dan Laut, Universitas Lampung melalui beasiswa Kerjasama dengan Unila.

Pada tahun 2022 untuk mencapai gelar Magister Sains (M.Si), penulis melaksanakan penelitian dan menyelesaikan tugas akhir dalam bentuk tesis di Laboratorium Budidaya Perairan, Fakultas Pertanian Universitas Lampung dengan judul “**Manajemen Budidaya Udang Vaname *Litopenaeus vannamei* Berbasis Salinitas Rendah.**”

PERSEMBAHAN

Kepada Ayahanda dan Ibunda Tersayang

MOTTO

**Hendaklah kamu selalu rendah hati, lemah lembut, dan sabar.
Tunjukkanlah kasihmu dalam hal saling membantu (Efesus 4:3).**

Tetaplah berdoa (1 Tesalonika 5:17).

**Aku percaya Tuhan pengatur dan perancang terbaik masa depanku.
Aku tak perlu ikut campur dan menebak-nebak. Karena cara kerja-Nya
selalu di luar dugaan, unik, dan tak terpikirkan.**

(Vonny Evelyn Jingga)

SANWACANA

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis yang berjudul **“MANAJEMEN BUDIDAYA UDANG VANAME *Litopenaeus vannamei* BERBASIS SALINITAS RENDAH”** adalah salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Sains di Universitas Lampung.

Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Karomani, M.Si. selaku Rektor Universitas Lampung;
2. Prof. Dr. Ir. Ahmad Saudi Samosir, S.T., M.T. selaku Direktur Program Pascasarjana Universitas Lampung;
3. Dr. Maulana Mukhlis, S. Sos., M.IP. selaku Wakil Direktur Bidang Umum Universitas Lampung;
4. Dr. Supono, S.Pi., M.Si. selaku Ketua Program Studi Magister Manajemen Wilayah Pesisir dan Laut dan selaku pembimbing utama yang telah meluangkan waktu, memberikan bimbingan, ilmu dan motivasi bagi penulis;
5. Munti Sarida, S.Pi., M.Sc., Ph.D. selaku pembimbing kedua yang telah memberikan bimbingan, ilmu dan motivasi dalam penyelesaian tesis ini;
6. Dr. G. Nugroho Susanto, M.Sc. selaku pembahas utama yang telah memberikan saran dan motivasi membangun demi kesempurnaan tesis ini;
7. Dr. Agus Setyawan, S.Pi., M.P. selaku pembahas kedua yang telah memberikan saran dan motivasi membangun demi kesempurnaan tesis ini;
8. Dr. Indra Gumay Febryano, S.Hut., M.Si. selaku pembimbing akademik yang telah memberikan bimbingan dan semangat bagi penulis;
9. Seluruh Dosen Magister Manajemen Wilayah Pesisir dan Laut Universitas Lampung yang telah memberikan ilmu yang sangat bermanfaat dan telah mendidik penulis;
10. Kedua orang tua, abang, dan kakak yang selalu memberikan kasih sayang, doa dan dukungan dalam menyelesaikan pendidikan di Universitas Lampung;

11. Rekan-rekan yang terlibat selama penelitian (Arining, Juniko, Sitining, Dena, Putri, Hidar, Wahyu, Luqman, M. Iqbal) terimakasih atas dukungan, semangat dan motivasi dalam membantu penyelesaian tesis ini.
12. Bapak dan Ibu Staf Pascasarjana Multidisiplin Universitas Lampung.
13. Serta semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Bandar Lampung, Juni 2022

Rehulina Tresia Pinem

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan.....	3
1.3 Manfaat Penelitian.....	4
1.4 Kerangka Pemikiran	4
1.5 Hipotesis	6
II. TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1. Biologi udang vaname	7
2.2. Molting dan Pertumbuhan	9
2.3. Sistem Budidaya.....	12

2.4. Spesies Eurihalin	13
2.5. Tingkat Kerja Osmosis	15
2.6. Kebutuhan Mineral.....	17
III. METODE PENELITIAN.....	23
3.1 Waktu dan Tempat	23
3.2 Bahan dan Alat	23
3.3 Rancangan Penelitian	24
3.4 Prosedur Penelitian.....	27
3.4.1 Persiapan Wadah	27
3.4.2 Penambahan Mineral (Kalsium dan Kalium)	27
3.4.3 Pemeliharaan Udang Vaname.....	27
3.4.4 Pengelolaan Kualitas Air	28
3.5 Parameter Pengamatan	29
3.5.1 Pertumbuhan Berat Mutlak.....	29
3.5.2 Laju Pertumbuhan Spesifik.....	29
3.5.3 Tingkat Kelangsungan Hidup	29
3.5.4 Rasio Konversi Pakan.....	30
3.5.5 Kualitas Air.....	30
3.6 Analisis Data	30
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	31
4.1 Hasil Penelitian.....	31

4.2 Hasil Pemeliharaan Salinitas Berbeda.....	32
4.2.1 Pertumbuhan Berat Mutlak.....	32
4.2.2 Laju Pertumbuhan Spesifik.....	33
4.2.3 Tingkat Kelangsungan Hidup.....	34
4.2.4 Rasio Konversi Pakan.....	35
4.2.5 Kualitas Air.....	36
4.3 Pembahasan Pemeliharaan Salinitas Berbeda.....	38
4.4 Hasil Pemeliharaan Penambahan Mineral Kalsium.....	43
4.4.1 Pertumbuhan Berat Mutlak.....	43
4.4.2 Laju Pertumbuhan Spesifik.....	44
4.4.3 Tingkat Kelangsungan Hidup.....	45
4.4.4 Rasio Konversi Pakan.....	46
4.4.5 Kualitas Air Perlakuan Kalsium.....	47
4.5 Pembahasan Pemeliharaan Penambahan Mineral Kalsium.....	48
4.6 Hasil Pemeliharaan Penambahan Mineral Kalium.....	53
4.6.1 Pertumbuhan Berat Mutlak.....	53
4.6.2 Laju Pertumbuhan Spesifik.....	54
4.6.3 Tingkat Kelangsungan Hidup.....	54
4.6.4 Rasio Konversi Pakan.....	55
4.6.5 Kualitas Air Perlakuan Kalium.....	56
4.7 Pembahasan Penambahan Mineral Kalium.....	57

V. KESIMPULAN DAN SARAN.....	62
5.1 Kesimpulan.....	62
5.2 Saran.....	62
DAFTAR PUSTAKA	63
LAMPIRAN.....	68

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Kerangka pemikiran penelitian	5
Gambar 2. Udang vaname.....	8
Gambar 3. Skema hubungan osmoregulasi, molting dan pertumbuhan.....	10
Gambar 4. Pertumbuhan berat mutlak pada salinitas media yang berbeda.....	33
Gambar 5. Laju pertumbuhan spesifik (SGR) pada salinitas media yang berbed	34
Gambar 6. Tingkat kelangsungan hidup pada salinitas media yang berbeda	35
Gambar 7. Rasio konversi pakan (FCR) pada salinitas media yang berbeda	36
Gambar 8. Kandungan mineral pada salinitas media yang berbeda (a) Kalium, (b) magnesium, (c) kalsium, (d) Natrium	37
Gambar 9. Pertumbuhan berat mutlak udang vaname dengan penambahan kalsium yang berbeda.....	44
Gambar 10.Laju pertumbuhan spesifik (SGR) udang vaname dengan penambahan kalsium yang berbeda.....	45
Gambar 11.Tingkat kelangsungan hidup udang vaname dengan penambahan kalsium yang berbeda.....	46
Gambar 12.Rasio konversi pakan (FCR) udang vaname dengan penambahan kalsium yang berbeda.....	47

Gambar 13.Kandungan mineral pada penambahan kalsium yang berbeda	48
Gambar 14.Pertumbuhan berat mutlak udang vaname dengan penambahan kalium yang berbeda	53
Gambar 15.Laju pertumbuhan spesifik (SGR) udang vaname dengan penambahan kalium yang berbeda	54
Gambar 16.Tingkat kelangsungan hidup udang vaname dengan penambahan kalium yang berbeda	55
Gambar 17.Rasio konversi pakan (FCR) udang vaname dengan penambahan kalium yang berbeda	56
Gambar 18. Konsentrasi mineral pada penambahan kalium yang berbeda	57

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Komposisi Elektrolit-Elektrolit Utama Penentu Salinitas Air	14
Tabel 2. Sumber mineral untuk budidaya udang	21
Tabel 3. Bahan penelitian.....	23
Tabel 4. Peralatan penelitian.	24
Tabel 5. Hasil ketiga percobaan penelitian	31
Tabel 6. Hasil pengukuran kualitas air perlakuan salinitas berbeda	36
Tabel 7. Kualitas Air Perlakuan Penambahan Kalsium	47
Tabel 8. Kualitas Air Perlakuan Penambahan Kalium	56

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Perhitungan kebutuhan mineral	69
Lampiran 2. Hasil uji kandungan mineral media pemeliharaan	71
Lampiran 3. Uji statistik berat mutlak perlakuan salinitas berbeda	73
Lampiran 4. Uji statistik SGR perlakuan salinitas berbeda	77
Lampiran 5. Uji statistik tingkat kelangsungan hidup salinitas berbeda.....	79
Lampiran 6. Uji statistik FCR perlakuan salinitas berbeda.....	81
Lampiran 7. Uji statistik berat mutlak perlakuan penambahan kalsium.....	83
Lampiran 8. Uji statistik SGR perlakuan penambahan kalsium	84
Lampiran 9. Uji statistik SR perlakuan penambahan kalsium	86
Lampiran 10. Uji statistik FCR perlakuan penambahan kalsium	88
Lampiran 11. Uji statistik berat mutlak penambahan kalium	90
Lampiran 12. Uji statistik SGR penambahan kalium	91
Lampiran 13. Uji statistik SR penambahan kalium	93
Lampiran 14. Uji statistik FCR penambahan kalium.....	94

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Udang vaname *Pacific white shrimp* merupakan salah satu komoditas perikanan budidaya air laut yang banyak dibudidayakan di Indonesia. Kebutuhan pasar domestik maupun mancanegara terhadap udang vaname terus meningkat mencapai 717.094 ton di tahun 2018 dan Indonesia menargetkan produksi udang vaname mencapai 1.342.740 ton pada tahun 2022 (DJPB KKP 2020). Beberapa keunggulan yang dimiliki udang vaname yaitu memiliki tingkat kelangsungan hidup tinggi, lebih tahan terhadap serangan penyakit, dan waktu pemeliharaan relatif singkat (Purnamasari *et al.*, 2017). Selain itu keunggulan udang vaname lainnya adalah proses produksi budidaya yang lebih singkat dengan padat penebaran tinggi, relatif tahan terhadap penyakit dan risiko kerugian rendah (Nguyen *et al.* 2021). Udang vaname merupakan spesies *euryhaline* yaitu mampu beradaptasi pada rentang salinitas luas yaitu 0,5 - 45 ppt, dapat dibudidaya dengan padat tebar tinggi dan memiliki rasio konversi pakan yang rendah (Panjaitan *et al.*, 2017).

Usaha budidaya udang vaname di Indonesia belum banyak dilakukan di daerah yang jauh dari sumber air laut. Berbagai masalah yang sering dijumpai pada unit pembesaran udang vaname yaitu tidak semua lokasi tambak dekat dengan sumber air laut, sehingga dijumpai pada suatu area tambak beragam tingkat salinitasnya. Keterbatasan lahan pesisir yang berstatus baik, hal ini ditandai dengan rendahnya kualitas air tambak di perairan pesisir akibat pengelolaan yang kurang tepat dan faktor masukan limbah yang berasal dari daratan maupun lautan masuk ke dalam tambak. Sehingga tidak semua lahan pesisir dapat dimanfaatkan menjadi tambak udang.

Salah satu langkah strategis yang dapat dilakukan untuk mengatasi ketergantungan pasokan air laut dalam pemeliharaan benih udang vaname hingga mencapai ukuran konsumsi adalah dengan melakukan adaptasi benih udang vaname pada media bersalinitas rendah. Budidaya udang vaname di air bersalinitas rendah juga merupakan pilihan alternatif mengingat mulai munculnya berbagai penyakit infeksi pada udang yang dipelihara di tambak salinitas tinggi. Menurut KKP (2019) penyakit AHPND (*Acute Hepatopancreatic Necrosis Disease*) paling banyak terjadi di media salinitas yang tinggi (> 20 ppt). Penyakit AHPND pertama kali teridentifikasi di China pada tahun 2009 dengan sebutan Covert Mortality Disease dan dilaporkan tahun 2010 telah menyerang Vietnam disusul Malaysia (2011), Thailand (2012), Mexico (2013), dan Philipina (2015).

Permasalahan selanjutnya yang dihadapi pada kegiatan budidaya udang vaname salinitas rendah adalah masih rendahnya tingkat sintasan post larva udang vanamei. Berdasarkan hasil penelitian terdahulu, tingkat kelulushidupan dan laju pertumbuhan udang vaname sangat dipengaruhi oleh salinitas Air (Manan & Putra, 2014; Fuady & Nitisupardjo, 2013). Salah satu upaya untuk mempertahankan tingginya tingkat kelangsungan hidup pada media pemeliharaan salinitas rendah adalah dengan penambahan mineral. Ketika terjadi perubahan salinitas secara bertahap ke salinitas rendah maka akan diiringi dengan penurunan kandungan mineral, pH dan tekanan osmotik media yang menyebabkan udang mudah stres, kurang nafsu makan, serta cenderung berkulit tipis.

Teknologi budidaya udang vaname di media bersalinitas rendah dan di air tawar terus berkembang dan terintegrasi dengan berbagai komoditas pertanian lainnya (Roy *et al.*, 2010; Mariscal-Lagarda *et al.*, 2014). Studi tentang metode adaptasi penurunan salinitas untuk berbagai stadia udang vaname dari salinitas tinggi hingga rendah telah banyak mengalami modifikasi (Taqwa *et al.*, 2008; Hadi *et al.*, 2018) dan diketahui di salinitas rendah kandungan makro mineral yang dibutuhkan pasca larva udang vaname untuk menunjang kelangsungan hidup dan pertumbuhan secara optimal relatif rendah (Perez-Velazquez *et al.*, 2012). Mineral penyusun air laut yaitu klorida (Cl^-), natrium (Na^+), magnesium (Mg^{2+}), sulfat (SO_4^{2-}), kalsium (Ca^{2+}), kalium (K^+) dan karbonat (HCO_3^-). Oleh sebab itu pemeliharaan udang vaname salinitas rendah memerlukan tambahan mineral.

Penambahan mineral kalsium dan Kalium bertujuan untuk meningkatkan nilai osmotik perairan, sehingga gradien osmotik media dan udang menjadi kecil. Hal ini menyebabkan udang vaname tidak mengalami kondisi stres akibat tidak mampu mempertahankan tekanan osmotik tubuh (Kaligis 2010). Berdasarkan penelitian Erlando *et al.* (2015) penambahan kalsium oksida (CaO) dengan dosis 75 mg/L mampu mempercepat molting dan kelangsungan hidup udang vaname. Berdasarkan Taqwa (2012) menyatakan bahwa tingkat kelangsungan hidup udang galah pada media air rawa salinitas 2 ppt dengan penambahan kalium sebanyak 50 mg/L yaitu sebesar 77%.

Meskipun mempunyai kemampuan beradaptasi terhadap salinitas yang luas, udang vaname akan tumbuh optimal pada media isoosmotik dimana salinitas media sama dengan tingkat kerja osmotik (TKO) udang. Perbedaan salinitas media dengan osmolaritas cairan pada udang (hemolim) akan menyebabkan kebutuhan energi meningkat untuk beradaptasi sehingga pertumbuhan udang mengalami perlambatan dan rentan terhadap serangan penyakit. Saat kondisi salinitas rendah, udang hanya dapat memanfaatkan energi yang tersedia untuk mempertahankan hidup. Beban osmotik yang terlalu tinggi akan menurunkan ketahanan hidup udang. Pengaturan tekanan osmotik media dapat dilakukan dengan pengaturan salinitas media pemeliharaan. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian mengenai manajemen budidaya udang vaname berbasis salinitas rendah untuk meningkatkan performa udang vaname.

1.2 Tujuan

1. Menganalisis pertumbuhan, tingkat kelangsungan hidup, dan konversi pakan udang vaname yang dipelihara pada berbagai tingkat salinitas.
2. Menganalisis pertumbuhan, tingkat kelangsungan hidup, dan konversi pakan udang vaname yang dipelihara pada salinitas rendah dengan penambahan mineral kalsium pada media pemeliharaan.
3. Menganalisis pertumbuhan, tingkat kelangsungan hidup, dan konversi pakan udang vaname yang dipelihara pada salinitas rendah dengan penambahan mineral kalium pada media pemeliharaan.

1.3 Manfaat Penelitian

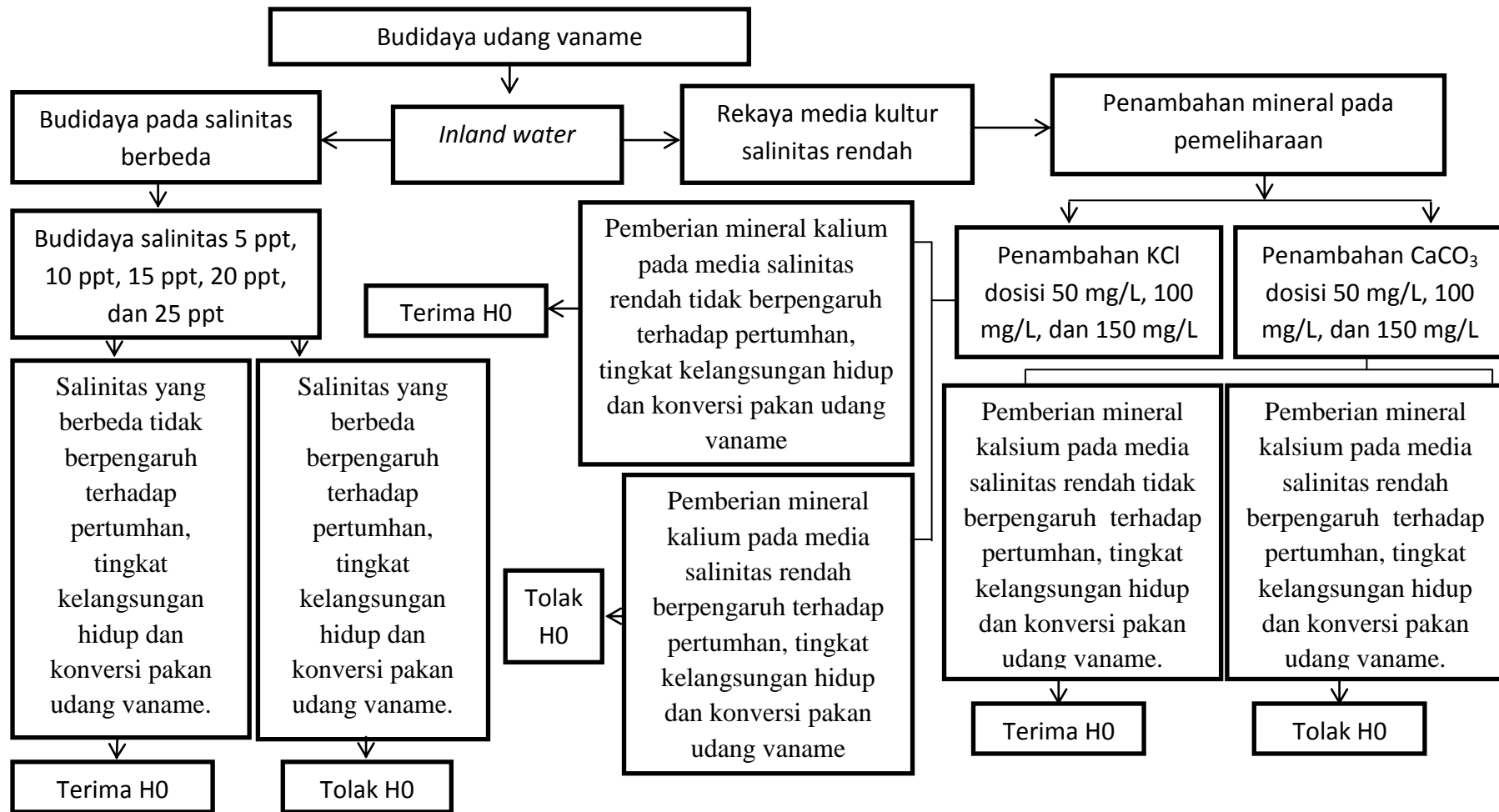
Penelitian ini diharapkan mampu memberikan informasi bagi pembaca mengenai rekayasa media kultur udang vaname pada berbagai salinitas dan penambahan mineral kalsium dan kalium terhadap pertumbuhan, tingkat kelangsungan hidup, konversi pakan, dan kualitas perairan.

1.4 Kerangka Pemikiran

Selama ini budidaya udang vaname dilakukan di daerah perairan dengan salinitas yang tinggi di tambak-tambak estuari, sedangkan potensi lahan untuk pengembangan budidaya udang vaname di perairan bersalinitas rendah sangat besar. Sifat *euryhaline* pada udang vaname yaitu dapat dipelihara di perairan dengan kisaran salinitas 0,5 – 40 ppt memberi peluang untuk mengembangkan budidaya di perairan daratan (*inland water*). Penerapan teknologi budidaya berbasis salinitas rendah menjadi peluang besar untuk dapat memperluas produksi udang vaname.

Masalah yang dihadapi dalam pemeliharaan udang vaname berbasis salinitas rendah yaitu tingginya mortalitas akibat kegagalan molting, sehingga mengakibatkan produksi udang vaname yang rendah. Kegagalan molting diakibatkan karena berkurangnya konsentrasi makro mineral (kalsium, kalium, magnesium, dan natrium) pada media salinitas rendah. Penambahan beberapa mineral di media pemeliharaan udang vaname salinitas rendah, seperti kalsium dalam bentuk CaCO_3 dan kalium dalam bentuk KCl berperan dalam keberhasilan molting udang. Sehingga mampu meningkatkan pertumbuhan dan kelangsungan hidup udang vaname.

Budidaya udang vaname berbasis salinitas rendah perlu memperhatikan kondisi salinitas dan kandungan mineral pada media pemeliharaan. Oleh sebab itu perlu dilakukan manajemen budidaya udang vaname berbasis salinitas rendah dengan memperhatikan kesesuaian kualitas air media pemeliharaan yang sesuai dengan kebutuhan udang vaname. Keberhasilan manajemen budidaya udang vaname berbasis salinitas rendah dapat dilihat dari hasil pertumbuhan, kelangsungan hidup, dan rasio konversi pakan udang vaname. Gambar kerangka pemikiran penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Kerangka pemikiran penelitian

1.5 Hipotesis

Hipotesis yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

- a. $H_0 = \tau_i = 0$, Salinitas yang berbeda tidak berpengaruh terhadap pertumbuhan, tingkat kelangsungan hidup dan konversi pakan udang vaname.

$H_1 = \tau_i \neq 0$, Salinitas yang berbeda berpengaruh terhadap pertumbuhan, tingkat kelangsungan hidup dan konversi pakan udang vaname.

- b. $H_0 = \tau_i = 0$, Pemberian mineral kalsium pada media salinitas rendah 5 ppt tidak berpengaruh terhadap pertumbuhan, tingkat kelangsungan hidup dan konversi pakan udang vaname.

$H_1 = \tau_i \neq 0$, Pemberian mineral (kalsium dan kalium) pada media salinitas rendah 5 ppt berpengaruh terhadap pertumbuhan, tingkat kelangsungan hidup dan konversi pakan udang vaname.

- c. $H_0 = \tau_i = 0$, Pemberian mineral kalium pada media salinitas rendah 5 ppt tidak berpengaruh terhadap pertumbuhan, tingkat kelangsungan hidup dan konversi pakan udang vaname.

$H_0 = \mu_i = 0$, Pemberian mineral kalium pada media salinitas rendah 5 ppt berpengaruh terhadap pertumbuhan, tingkat kelangsungan hidup dan konversi pakan udang vaname.

II. TINJAUAN PUSTAKA

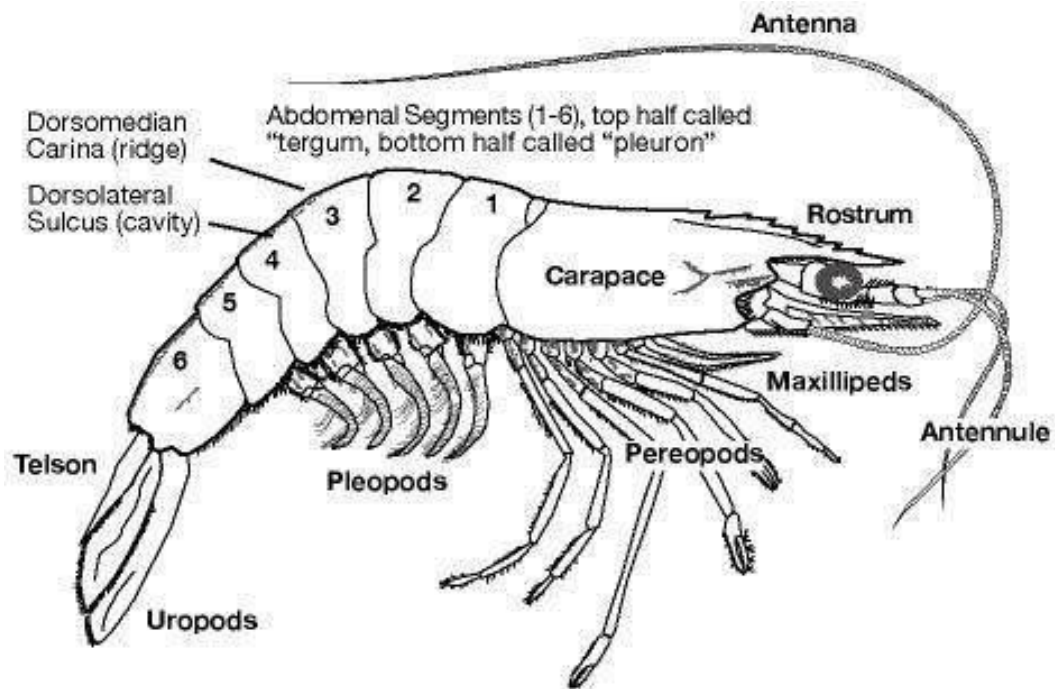
2.1. Biologi udang vaname

Pemberian nama ilmiah udang putih atau udang vaname pertama kali dilakukan oleh Boone pada tahun 1931 dengan nama *Penaeus vannamei* (Holthuis, 1980). Nama lain udang vaname menurut FAO adalah : *whiteleg shrimp* (Inggris), *crevette pattes blanches* (Prancis), *white shrimp* (Mexico, Nicaragua, Costa Rica, Panama), *langostino* (Peru), *camaron cafe* (Colombia), dan *camaron patiblanco* (Spanyol). Taksonomi udang vaname menurut Holthuis (1980) adalah sebagai berikut:

Filum	: Arthropoda
Kelas	: Crustacea
Subkelas	: Malacostraca
Ordo	: Decapoda
Subordo	: Natantia
Infraordo	: Penaeidea
Superfamili	: Penaeoidea
Famili	: Penaeidae
Genus	: <i>Penaeus</i>
Subgenus	: <i>Litopenaeus</i>
Spesies	: <i>Litopenaeus vannamei</i>

Distribusi udang vaname antara lain di perairan Pasifik Selatan meliputi Mexico, Peru Selatan dan Utara, serta Sonora. Habitatnya berada di kedalaman 0-72 m, dasar berlumpur, udang dewasa berada di laut lepas, sementara fase juvenil hidup di estuari. Panjang maksimal udang vaname mencapai 230 mm dengan panjang carapace 90 mm. Udang vaname termasuk dalam Ordo Decapoda

Crustacean yang termasuk di dalamnya jenis udang, lobster, dan kepiting. Sebagai famili Penaeidae, udang vaname betina menyimpan telur untuk dibuahi dan menetas pada stadia naupli. Bagian tubuh udang vaname dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Udang vaname

(Fujaya, 2004)

Pada awalnya, udang vaname termasuk omnivora atau pemakan detritus. Studi terbaru berdasarkan isi usus menunjukkan bahwa udang vaname termasuk karnivora. Udang vaname di alam memangsa udang kecil, moluska, dan cacing, sementara pada tambak intensif, makanan tersebut tidak tersedia. Pertumbuhan udang vaname akan optimum pada tambak budidaya yang memiliki komunitas bakteri. Udang vaname termasuk hewan nokturnal, yaitu aktif makan pada malam hari. Udang vaname membutuhkan pakan dengan kandungan protein 35%, lebih rendah dari kebutuhan udang yang lainnya seperti *Penaeus monodon* dan *Penaeus japonicus*. Penelitian menunjukkan bahwa perlakuan protein 45% tidak menunjukkan hasil yang lebih baik dibandingkan 35% (Wyban dan Sweeney, 1991).

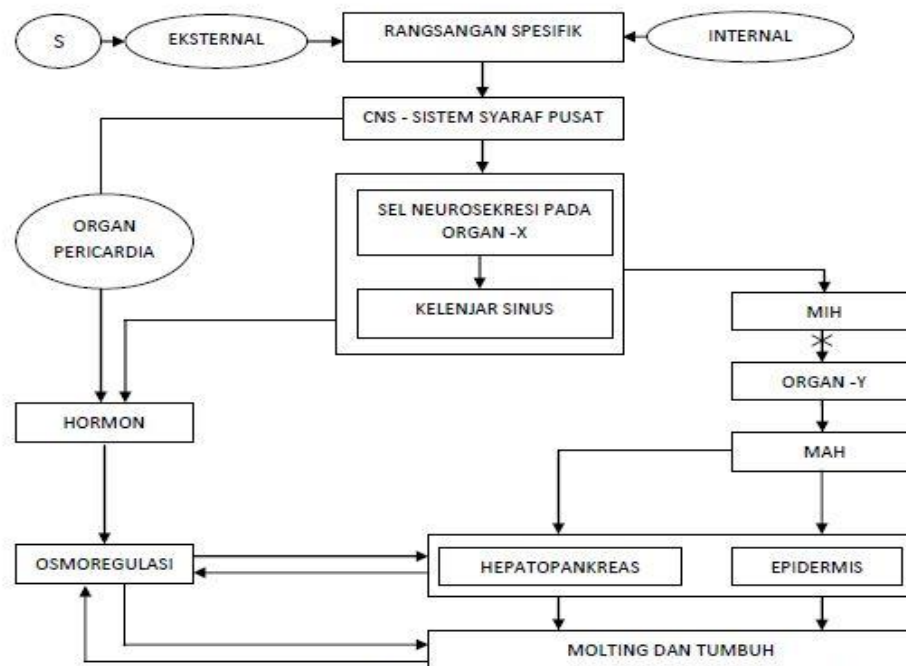
2.2. Molting dan Pertumbuhan

Pertumbuhan dan penambahan ukuran udang merupakan fungsi dari frekuensi molting. Semakin sering udang molting, semakin cepat pula pertumbuhan udang. Frekuensi molting dipengaruhi oleh umur udang. Semakin besar udang semakin kecil frekuensi moltingnya. Seperti halnya Filum Arthropoda lainnya, pertumbuhan udang vaname dipengaruhi oleh dua faktor, yaitu: frekuensi molting dan penambahan berat setelah molting. Karena udang dilindungi oleh carapace yang keras, untuk tumbuh harus mengalami pergantian carapace baru yang lebih besar. Setelah molting, carapace yang baru lunak dan perlahan-lahan akan mengeras tergantung ukuran udang. Udang kecil akan mengeras dalam beberapa jam, sedangkan udang besar membutuhkan waktu 1-2 hari (Wyban dan Sweeney, 1991). Pada saat molting, nafsu makan udang menurun tetapi akan meningkat drastis setelah carapace mengeras.

Frekuensi molting udang dipengaruhi oleh ukuran udang. Semakin besar ukuran udang, semakin besar waktu antar molting (*intermolt*) atau semakin kecil frekuensi moltingnya. Pada fase larva, molting terjadi setiap 30-40 jam (pada suhu 28°C). Udang ukuran 1-5 gram, juvenil udang akan mengalami molting setiap 4-6 hari, sedangkan udang ukuran 15 gram juvenil udang akan melakukan molting setiap 15 hari. Proses molting dikontrol oleh dua hormon yaitu *molt-inhibiting hormone* (MIH) dan *gonad inhibiting hormone* (GIH). MIH dihasilkan oleh kelenjar sinus organ X sementara GIH dihasilkan oleh sel *neurosecretory organ X*.

Pada proses pembentukan eksoskeleton yang baru dikontrol oleh saraf dan hormon. Kelenjar (organ Y, yang terletak di kepala crustacea) memproduksi hormon *ecdysteroid* yang menstimulasi terjadinya molting (Pechenik, 2005). Sistem saraf pusat udang menerima rangsangan spesifik baik dari faktor dalam tubuh maupun salinitas media yang merupakan faktor eksternal. Sistem saraf pusat memerintahkan *pericardial cavity* untuk mensekresi hormon osmoregulasi dan memobilisasi elektrolit atau ion untuk ditransportasikan ke cairan ekstrasel pada saat media luar berubah salinitasnya. Hormon osmoregulasi akan memperlancar osmoregulasi. Selain itu sistem saraf pusat pada waktu fase *intermolt* memerintahkan Organ-X untuk bekerja, dimana di dalam Organ-X

terdapat sel neurosekresi yang berfungsi untuk sekresi hormon osmoregulasi dan sekresi *Molt Inhibitory Hormone* (MIH) yang menghambat ganti kulit. Sedangkan pada waktu akan ganti kulit, kerja Organ-X diganti Organ-Y yang mensekresikan *Molt Accelerating Hormone* (MAH) untuk persiapan ganti kulit yaitu komponen-komponen anorganik dari eksoskeleton tua diserap masuk pembuluh darah dan disimpan dalam hepatopankreas (Anggoro dan Nakamura, 1996). Pada saat ganti kulit terjadi penambahan ukuran/pertumbuhan. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada skema Gambar 3.



Gambar 3. Skema hubungan osmoregulasi, molting dan pertumbuhan

(Sumber: Anggoro dan Nakamura, 1996)

Beberapa peneliti mendapatkan bahwa pada fase persiapan ganti kulit, osmolaritas *haemolymph* udang sangat tinggi. Pada fase tersebut terjadi mobilisasi dan akumulasi cadangan nutrien, terutama kalsium, fosfor serta nutrien organik ke dalam *haemolymph* dan hepatopankreas. Pada fase tersebut juga terjadi penyiapan ganti kulit baru diiringi dengan penyerapan nutrien organik dan kalsium dari kulit lama (Yamaoka dan Scheer, 1970; Mantel dan Farmer, 1983; Ferraris, *et al.*, 1986). Pada fase pasca ganti kulit, osmolaritas *haemolymph* udang berada pada tingkatan paling rendah. Hal ini disebabkan oleh terjadinya pengenceran

haemolymph sebagai akibat meningkatnya absorpsi air selama proses ganti kulit, serta meningkatnya pemakaian nutrien organik dan anorganik di dalam *haemolymph* untuk pertumbuhan jaringan somatik (kulit dan otot) (Gilles, 1979; Dalla Via, 1986).

Fase antar ganti kulit merupakan periode paling lama (sekitar 70%). Osmolaritas *haemolymph* udang pada fase ini cukup mantap. Osmolaritas pada fase ini dianggap sebagai tekanan osmotik ideal (isoosmotik). Panjangnya periode tersebut berkaitan dengan beberapa faktor penyebab antara lain, terjadinya proses pertumbuhan sel dan jaringan somatik serta pengerasan kulit baru, pada fase ini akan mendorong organ-X untuk tetap mensekresikan hormon penghambat ganti kulit (MH). Pengeluaran hormon tersebut akan menghambat kerja organ-Y, sehingga sekresi hormon ganti kulit (MAH) tidak terjadi selama fase antar ganti kulit dan kesiapan akumulasi materi dan energi untuk aktivitas ganti kulit berikutnya membutuhkan waktu yang relatif lama (Cheng *et al.*, 2012).

Kondisi lingkungan dan faktor nutrisi juga berpengaruh terhadap frekuensi molting. Suhu yang lebih tinggi akan meningkatkan molting pada udang. Beberapa faktor lain yang dapat mempengaruhi molting udang antara lain: cahaya, salinitas, dan photoperiod (Bishop dan Herrnkind, 1976). Penyerapan oksigen pada waktu molting kurang efisien sehingga kadang ditemukan kematian karena kekurangan oksigen (*hypoxia*). Molting dianggap sebagai proses fisiologis yang menyebabkan stres pada udang, sehingga petambak harus hati-hati untuk memaksa udang melakukan molting. Setelah molting berlangsung, (carapace masih lunak), udang lainnya akan menyerang bahkan memakannya (kanibal). Udang yang baru molting biasanya akan membenamkan diri dalam lumpur di tengah tambak untuk menghindari gangguan dari udang lainnya.

Siklus hidup udang vaname dianggap sebagai katadromus. Udang dewasa akan memijah di laut lepas juvenil akan migrasi ke pantai. Di habitat alam, udang vaname dewasa mengalami matang gonad dan memijah di laut lepas (*offshore*) dengan kedalaman sekitar 70 meter dengan salinitas sekitar 35 ppt. Telur akan menetas menjadi larva dan berkembang di laut lepas sebagai bagian dari zooplankton. *Post larva* udang vaname akan bergerak terus ke arah pantai dan menetap di dasar estuari. Daerah estuari kaya akan nutrien, salinitas dan suhu

yang berfluktuasi. Setelah beberapa bulan di estuari, udang dewasa akan bergerak ke laut lepas setelah organ seksual sempurna, matang gonad, dan melakukan pemijahan (Wyban dan Sweeney, 1991).

Udang vaname memiliki karakteristik yang sangat unik jika dibandingkan dengan jenis udang yang lainnya. Pertumbuhan udang vaname berlangsung secara cepat sampai ukuran 20 gram dengan kenaikan 3 gram per minggu dengan kepadatan penebaran 100 ekor/m², sementara pertumbuhan setelah ukuran tersebut mengalami penurunan, yaitu sekitar 1 gram/minggu. Udang vaname termasuk organisme *euryhaline*, yaitu tahan terhadap perubahan salinitas yang luas. Udang vaname mampu hidup dengan baik pada salinitas 2 ppt sampai 40 ppt, tetapi akan tumbuh dengan cepat pada salinitas yang lebih rendah ketika lingkungan dan cairan pada udang (hemolim) berada dalam kondisi isoosmotik.

Rasa udang vaname pada salinitas rendah dan tinggi mengalami perbedaan. Udang vaname yang dipelihara pada salinitas yang lebih tinggi akan memiliki kandungan asam amino bebas yang lebih tinggi pula akibatnya memiliki rasa yang lebih manis. Pada pembesaran udang vaname, ketika menjelang panen, diusahakan salinitas air ditingkatkan untuk memperoleh rasa yang lebih manis alami (Wyban dan Sweeney, 1991). Udang vaname sebagai organisme poikilotermal, aktivitasnya dipengaruhi suhu lingkungan. Suhu tubuhnya mengikuti suhu lingkungan. Jika suhu lingkungan naik maka suhu tubuhnya akan naik dan metabolismenya juga mengalami kenaikan, akibatnya nafsu makan akan meningkat, begitu sebaliknya. Udang vaname akan mengalami kematian jika suhu air turun sampai 15°C atau di atas 33 °C selama 24 jam atau lebih (Wyban dan Sweeney, 1991).

2.3. Sistem Budidaya

Tingkatan sistem budidaya udang tergantung dari input teknologi yang digunakan dan kepadatan penebaran. Sistem budidaya udang vaname secara umum terbagi menjadi 4, yaitu ekstensif/tradisional, semi intensif, intensif dan supra intensif. Menurut FAO (2006), perbedaan keempat sistem tersebut adalah:

1. Ekstensif, memiliki kriteria: luas lahan 5-10 ha, kedalaman 0,7-1,2 m, kepadatan penebaran 4-10 ekor/m², mengandalkan pakan alami, udang

dipelihara selama 4-5 bulan dengan berat 11-12 gram, dan produktivitas kolam 150-500 kg/ha/siklus.

2. Semi intensif, memiliki kriteria: Luas lahan 1-5 ha, kedalaman 1,0-1,2 m, kepadatan penebaran 10-60 ekor/m², pakan alami dan buatan, produktivitas 500 - 2.000 kg/ha/siklus, dan mulai ada penambahan aerasi
3. Intensif, memiliki kriteria: Luas lahan 0,1-1,0 ha, kedalaman tambak > 1,5 m, kepadatan penebaran 60 – 300 ekor/m², menggunakan pakan buatan dengan frekuensi 4-5 kali/hari, menggunakan aerasi yang kuat (1 HP menopang 500 kg udang), FCR 1,4-1,8, dan produktivitas mencapai 7-20.000 kg/ha/siklus.
4. Super intensif, memiliki kriteria: kepadatan penebaran 300-450 ekor/m², Menggunakan aerasi kuat, produktivitas 28.000 – 68.000 kg/ha/siklus.

Berbeda dengan udang jenis lainnya, udang vaname memiliki banyak keunggulan sehingga sangat potensial sekali sebagai kultivan untuk dipelihara di tambak. Produktivitas yang tinggi, *marketable*, dan mudah dibudidayakan menjadi alasan utama petambak udang beralih membudidayakannya. Berikut ini adalah keunggulan udang vaname sebagai kultivan pada tambak air payau.

2.4. Spesies Eurihalin

Kemampuan organisme air beradaptasi terhadap perubahan salinitas berbeda-beda. Berdasarkan kemampuan dalam beradaptasi terhadap lingkungan, organisme akuatik terbagi menjadi dua golongan, yaitu stenohalin dan eurihalin. Organisme akuatik yang tergabung dalam kelompok stenohalin mempunyai kemampuan terbatas terhadap perubahan salinitas sehingga hanya mampu hidup pada media dengan rentang salinitas yang terbatas, misalnya udang windu (*Penaeus monodon*). Sementara organisme akuatik yang termasuk golongan eurihalin mempunyai kemampuan beradaptasi terhadap rentang salinitas yang luas, misalnya udang vaname atau vaname (*Penaeus vannamei*). Perubahan salinitas media akan berpengaruh pada osmolaritas media dan cairan tubuh (plasma) udang. Perbedaan osmolaritas media dan plasma udang yang disebabkan oleh perbedaan salinitas akan menentukan tingkat kerja osmotik udang. Semakin tinggi salinitas, makin kecil kapasitas maksimum (kejenuhan) oksigen di dalam

air (Parsons *et al.*, 1984). Sedangkan daya racun amonia (NH₃) biasa meningkat pada suhu yang lebih tinggi dari salinitas yang rendah (Bower dan Bidwell, 1978).

Menurut Florkin (1960), salinitas berhubungan erat dengan osmoregulasi hewan air dimana apabila salinitas turun secara mendadak dan di dalam kisaran yang besar, maka akan menyulitkan hewan dalam mengatur osmoregulasi tubuhnya mengikuti perubahan salinitas sehingga dapat menyebabkan kematian. Salinitas air merupakan salah satu parameter yang berpengaruh langsung terhadap tekanan osmotik air (Sutaman, 1993). Salinitas dapat dinyatakan sebagai total konsentrasi garam-garam (elektrolit) yang terionisasi di dalam air (Nybakken, 1988). Sifat osmotik dari air berasal dari seluruh elektrolit yang terlarut tersebut. Semakin tinggi salinitas, konsentrasi elektrolit makin besar, sehingga tekanan osmotiknya makin tinggi. Komposisi elektrolit utama penentu salinitas air dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi Elektrolit-Elektrolit Utama Penentu Salinitas Air

(Mc Connaughey dan Zottoll, 1983)

Komposisi / Elektrolit	Presentase (%)
(a) Kation	
Na ⁺	30,40
Mg ²⁺	3,70
Ca ²⁺	1,16
K ⁺	1,10
SO ₄ ²⁻	7,70
Si ²⁺	0,04
(b) Anion	
Cl ⁻	55,50
CO ₃ ²⁻ dan HCO ₃ ⁻	0,19
H ₃ BO ₃	0,07
(c) Lain-lain	0,44

Udang vaname termasuk katadromus yaitu udang dewasa hidup di laut sedangkan udang muda akan berpindah ke daerah pantai. Udang ini di lingkungan alam mendiami dasar perairan berlumpur dari garis pantai hingga kedalaman sekitar 72 meter (235 kaki) dan menghuni daerah mangrove yang terlindung dari gangguan luar. Di habitat aslinya perairan Amerika Selatan, Tengah, dan Utara, udang akan matang kelamin, kawin, dan bertelur di kolom air laut terbuka dengan kedalaman 70 meter yang memiliki suhu 26-28°C dan salinitas sekitar 35 ppt.

Telur akan menetas menjadi larva yang merupakan bagian zooplankton di perairan terbuka. Post larva vaname kemudian bergerak ke pantai, dan berdiam di dasar perairan dangkal. Laut perairan dangkal terdapat nutrisi melimpah, serta salinitas dan suhu air lebih bervariasi dibandingkan laut terbuka. Setelah beberapa bulan di daerah estuari, udang dewasa akan kembali ke lingkungan laut dalam, dan mengalami kematangan seksual, kawin, dan bertelur (Eloovara 2001; Wyban & Sweeney 1991).

Meskipun mempunyai kemampuan beradaptasi terhadap salinitas yang luas, udang vaname akan tumbuh optimal pada media isoosmotik dimana salinitas media sama dengan tingkat kerja osmotik (TKO) udang. Tingkat kerja osmotik udang vaname pada fase intermolt adalah 861,00 mOSM/l H₂O atau setara dengan 29,5 ppt (Supono *et al.*, 2014). Udang vaname secara luas telah dibudidayakan menggantikan udang yang banyak mengalami permasalahan penyakit dan *survival rate* yang rendah. Udang vaname dapat dibudidayakan dengan densitas yang tinggi meskipun tanpa ganti air. *L. vannamei* merupakan spesies eurihalin dan dapat dibudidayakan pada salinitas 0-50 ppt, meskipun pertumbuhan terbaik diperoleh pada salinitas 10-25 ppt.

2.5. Tingkat Kerja Osmosis

Tingkat kerja osmotik merupakan suatu mekanisme kerja yang dilakukan oleh suatu organisme apabila kondisi media hidupnya terdapat perbedaan tekanan osmotik dengan tekanan osmotik cairan tubuhnya (Anggoro, 1990). Perbedaan osmolaritas media hidup dengan cairan tubuh (hemolim) udang menentukan besarnya tingkat kerja osmotik udang. Semakin besar perbedaan osmolaritas media hidup dengan osmolaritas cairan tubuh udang maka semakin besar pula tingkat kerja osmotik yang dialami oleh udang (Mantel dan Farmer, 1983). Osmotik antara cairan tubuh dengan media lingkungan yang tinggi akan menyebabkan proses fisiologis terganggu, udang akan mengalami stress bahkan dapat mengalami kematian (*mortality*) masal (Anggoro *et al.*, 2019). Osmoregulasi hewan akuatik berkaitan erat dengan salinitas, semakin tinggi salinitas maka akan semakin tinggi tekanan osmosisnya. Udang vaname mampu

menyesuaikan diri terhadap tekanan osmosis yang berasal dari lingkungannya. Penyesuaian tersebut memerlukan banyak energi sehingga apabila energi yang digunakan untuk osmoregulasi meningkat maka energi untuk pertumbuhan menurun, sehingga menurunkan laju pertumbuhan udang vaname (Anggoro, 2006). Secara umum terdapat tiga keadaan yang berhubungan dengan tekanan osmotik (Fujaya, 2004)

1. Hiperosmotik, merupakan keadaan saat konsentrasi zat terlarut di lingkungan lebih rendah daripada konsentrasi zat terlarut di dalam sel. Keadaan hiperosmotik akan mengakibatkan pelarut di dalam sel keluar dan mengakibatkan sel mengkerut.
2. Hipoosmotik, merupakan keadaan saat konsentrasi zat terlarut di lingkungan lebih rendah daripada konsentrasi zat terlarut di dalam sel. Keadaan hipoosmotik akan mengakibatkan pelarut di lingkungan masuk dan mengakibatkan sel mengembang.
3. Isoosmotik, merupakan keadaan saat konsentrasi zat terlarut di lingkungan seimbang dengan konsentrasi zat terlarut di dalam sel. Keadaan isoosmotik merupakan keadaan yang paling optimum untuk pertumbuhan suatu jenis organisme. Kondisi isoosmotik dikenal sebagai kondisi keseimbangan osmotik.

Krustasea ini melakukan pengambilan aktif garam dari medium eksternal dalam upaya mengimbangi kehilangan garam karena difusi keluar atau sekresi antennal. Karena ion-ion hilang selama sekresi isoosmotik, pengambilan air bersama ion-ion dari medium harus dikontrol untuk mempertahankan keseimbangan air yaitu lewat adanya permukaan-permukaan sel yang permeabel air. Hasil bersih ion-ion akan diserap dari cairan sehingga konsentrasi osmotik sama antara darah dan urin (Robertson 1960). Dalam sel-sel klorid insang atau terletak pada bagian perpanjangan sistem tubular sitoplasma, terdapat suatu Na^+K^+ -activated ATPase yang berfungsi sebagai pompa ion. Enzim ini secara ekstensif dan aktif melakukan transpor Na^+ keluar dari sel untuk bertukar dengan K^+ ke dalam sel (Imsland et al. 2003). Kurangnya kebutuhan energi untuk pompa ion pada salinitas optimal dapat mengarahkan pada pengurangan aktivitas sel-sel klorida yang kemudian akan mengurangi aktivitas enzim Na^+K^+ -ATPase. Hasil

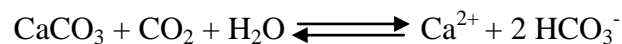
penelitian menunjukkan bahwa pada postlarva vaname aktivitas enzim ini sekitar $46,8 \pm 13,2$ $\mu\text{mol fosfat/g.j}$ di media salinitas 30 ppt, sedangkan di media salinitas 10 ppt sekitar $79,9 \pm 19,6$ $\mu\text{mol fosfat/g.j}$ (Palacios et al. 2004). Kebutuhan energi untuk aktivitas enzim Na^+K^+ -ATPase secara umum lebih rendah di lingkungan yang isoosmotik, sehingga energi yang disimpan cukup substansial untuk meningkatkan sintasan dan pertumbuhan (Imsland et al. 2003; Palacios et al. 2004).

Informasi cukup rinci tentang pengaturan osmotik hemolim seperti dikemukakan Sang dan Fotedar (2004) berdasarkan penelitian pada western king prawn (*P. latisulcatus*). Hasil penelitian selama 20 dan 60 hari menunjukkan bahwa semakin tinggi salinitas perlakuan terjadi kecenderungan peningkatan osmolaritas hemolim, juga dengan semakin besar ukuran udang maka osmolaritas hemolim semakin tinggi. Pada salinitas 46 ppt, udang yang berukuran $2,98 \pm 0,35$ g memiliki osmolaritas hemolim sekitar $977,75 \pm 15,31$ mOsm/l H₂O. Osmolaritas hemolim kemudian meningkat menjadi $1102 \pm 50,27$ mOsm/l H₂O setelah 60 hari pemeliharaan ketika ukuran udang $4,27 \pm 0,76$ gram. Pada pengukuran hari ke-20, udang yang dipelihara pada salinitas 46 ppt menunjukkan osmolaritas hemolim tertinggi sekitar $1001,00 \pm 41,6$ mOsm/l H₂O, yang berbeda nyata dibanding perlakuan salinitas lainnya (10, 22, 34 ppt). Osmolaritas hemolim terendah, $664,00 \pm 57,70$ mOsm/l H₂O dihasilkan pada pemeliharaan di salinitas 10 ppt. Hasil pengukuran lainnya menunjukkan indeks hepatosomatik dan indeks otot ekor lebih rendah pada udang di salinitas 46 ppt yang mengindikasikan penggunaan energi lebih banyak dari hepatopankreas untuk aktivitas osmoregulasi pada kondisi salinitas tersebut

2.6. Kebutuhan Mineral

Salinitas yang rendah akan menghasilkan tekanan osmotik pada tubuh udang lebih yang rendah dibanding dengan lingkungan air sekitarnya sehingga, udang vannamei mengalami kesulitan dalam memperoleh makro mineral dari air. Penambahan mineral dapat dilakukan melalui pemberian pakan dan melalui air. Namun, kelarutan yang tinggi pada pakan menyebabkan aplikasi mineral pada pakan kurang memberikan hasil yang nyata. Faktor kimia dan biologi air sangat

berperan penting dalam kegiatan budidaya udang vaname. Komposisi ion yang ada dalam air lebih penting dari salinitas sendiri. Meskipun ion yang paling penting dalam osmoregulasi adalah natrium dan klorida, namun keberadaan ion-ion yang lainnya sangat berpengaruh dalam budidaya udang. Beberapa penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa kalsium (Ca), kalium (K) dan magnesium (Mg) merupakan ion yang paling penting dalam menentukan tingkat kelulushidupan udang (Davis *et al.*, 2004). Penambahan kalsium karbonat (CaCO_3) pada kolam budidaya bertujuan untuk: 1) menetralkan ion Al, Fe dan Mn) menambah unsur Ca^{2+} ke dalam perairan. Boyd (1988) menyatakan bahwa penetral utama dalam kapur yaitu karbonat (CO_3^{2-}) yang menghasilkan OH^- , sehingga akan merangsang perombakan bahan organik yang mengandung Al, Fe, Mn menjadi dipercepat. Bahan kapur (CaCO_3) di perairan juga akan bereaksi dengan CO_2 yang kemudian membentuk kalsium dan bikarbonat. Persamaan reaksi kesetimbangan yang terjadi antara *calcite* (CaCO_3) dengan bikarbonat (HCO_3^-) sebagai berikut :



Konsentrasi kalsium (Ca^{2+}) akan meningkat setelah pengapuran. *Calcite* sebenarnya memiliki daya larut rendah, namun kelarutan bahan ini akan meningkat jika karbondioksida melimpah. Bikarbonat mengandung sifat basa karena tersusun atas karbonat (CO_3^{2-}). Melalui reaksi hidrolisis selanjutnya dengan H_2O , bikarbonat akan menghasilkan OH^- . Pengapuran pada perairan yang alkalinitasnya rendah akan menyebabkan peningkatan pH pada pagi hari karena adanya peningkatan pada sistem penyangga (peningkatan ion OH^-) yang selanjutnya menyebabkan perubahan pH air harian tidak terlalu berfluktuatif (Boyd 1988).

Fungsi kalsium dalam proses osmoregulasi sehubungan dengan stabilitas permeabilitas branchial insang dalam mengatur transport natrium (Na^+) dan air (Potts 1984). Menurut Wood (2000), kalsium akan berikatan dengan komponen protein membran untuk mengubah fluiditas dalam membran. Fungsi kalsium berhubungan dengan perkembangan *channel* khusus dalam membran sel yang berpengaruh penting dalam menentukan permeabilitas sel dari ion Na^+ dan K^+ . Efek kalsium melalui kandungan ion ini dalam pori sel yang dapat mempengaruhi

transepithelial menjadi positif yaitu mengurangi pengeluaran Na^+ melebihi pengeluaran Cl^- dalam sel (Potts 1984). Suatu penelitian telah melaporkan bahwa konsentrasi kalsium eksternal berpengaruh terhadap keseimbangan osmotik pada ikan *pinfish* air laut (*Lagodon rhomboides*) selama pemeliharaan di air bersalinitas rendah (Carrier & Evans 1976). Konsentrasi kalsium media sekitar 10 mmol dapat mempengaruhi permeabilitas insang untuk ion Na^+ sehingga kadar ion ini dalam tubuh tetap tinggi. Namun, peningkatan *efflux* ion Na^+ ke luar tubuh ditunjukkan pada media tanpa suplementasi Ca^{2+} yang meningkatkan mortalitas ikan hingga 96%.

Fungsi kalsium lainnya adalah dalam pembentukan jaringan keras dari tulang, eksoskeleton, sisik, dan gigi. Selama proses pembentukan jaringan tubuh ini, kalsium berperan utama karena 99% kalsium dalam tubuh terdapat dalam jaringan terutama tulang atau eksoskeleton (Piliang 2005). Secara singkat, Larvor (1983) menyebutkan bahwa proses pembentukan eksoskeleton meliputi produksi awal osteoid dari osteoblasts, pematangan osteoid, permulaan mineralisasi, kemudian terjadi mineralisasi.

Potasium (K^+) adalah suatu elemen intraseluler yang penting. Ion ini sangat berpengaruh dalam metabolisme ketika terjadi pengeluaran energi dibutuhkan untuk menjaga konsentrasi konstan gradien melewati dinding sel. Berbagai jenis bahan yang dibutuhkan sel dibawa melalui transpor aktif natrium (Na^+) yang terhubung dengan transpor potasium (K^+) di bagian dalam sel melalui sepasang pompa ion. Sistem ini menggunakan energi dari ATP yang dimanfaatkan untuk aktivitas Na^+K^+ -ATPase (Larvor 1983). Pada perairan air payau dan tawar, potasium merupakan unsur pokok yang ditemukan sedikit. Konsentrasi potasium mempengaruhi aktivitas enzim Na^+K^+ ATPase pada krustasea yaitu dalam mempertahankan aktivitas enzim ini tetap konstan ketika terjadi fluktuasi salinitas lingkungan perairan (McGraw & Scarpa 2003).

Di perairan salinitas rendah, potasium adalah mineral yang paling berkorelasi dengan sintasan post larva vaname. Dari hasil investigasi komposisi mineral beberapa perairan di Amerika, Saoud *et al.* (2003) melaporkan bahwa sintasan vaname cenderung lebih tinggi pada perairan dengan konsentrasi K^+ yang tinggi. Penelitian lainnya oleh McGraw dan Scarpa (2003) yang menguji efek K^+

dengan mineral lain menunjukkan bahwa sintasan post larva vaname tetap tinggi ketika dilakukan penambahan K^+ sebanyak 10 ppm dalam media air tawar. Nilai sintasan dicapai sekitar 83-97% pada pemeliharaan selama 24 jam dan 77-83% pada pemeliharaan 48 jam. Sedangkan penggunaan mineral lain seperti Ca^{2+} , Mg^{2+} , dan SO_4 menunjukkan kecenderungan penurunan sintasan.

Penambahan K^+ juga berpengaruh terhadap sintasan dan pertumbuhan udang vaname dalam jangka waktu pemeliharaan lebih lama. Davis *et al.* (2005) melaporkan bahwa penambahan K^+ (bentuk larutan KCl dan KCl-MgCl) dalam media mampu mempertahankan sintasan benih vaname relatif tinggi (76,5-89,0%) setelah pemeliharaan 21 hari di media salinitas 4 ppt. Selanjutnya, dari hasil penerapan di tambak bersalinitas rendah, McNevin *et al.* (2004) melaporkan terjadi peningkatan produksi udang vaname mencapai 4.068 kg/hektar (awalnya 595 kg/hektar) ketika kandungan K^+ dan Mg^{2+} ditingkatkan dari 6,2 ppm K^+ ke 40 mg/L K^+ dan 4,6 ppm Mg^{2+} ke 20 ppm Mg^{2+} . Sumber K^+ dan Mg^{2+} yang digunakan adalah potasium klorida (KCl) dan potasium magnesium sulfat (Kmag: $K_2SO_4 \cdot 2MgSO_4$).

Roy *et al.* (2007) melaporkan bahwa konsentrasi K^+ media berbeda berpengaruh terhadap sintasan dan pertumbuhan udang vaname. Hasil penelitian selama pemeliharaan 14 hari dengan menggunakan postlarva menunjukkan bahwa media dengan konsentrasi K^+ 10, 20, 40 ppm dalam media buatan 4 ppt mampu mempertahankan sintasan sekitar 46,3-55,0%, sedangkan pada konsentrasi K^+ terendah (5 ppm), nilai sintasan yang dicapai hanya 21,25%. Nilai sintasan dan pertumbuhan individu tertinggi ditunjukkan pada media pengenceran air laut 4 ppt (kontrol) yaitu sekitar 78% dan 0,132 g. Hasil uji selanjutnya dengan menggunakan juvenil vaname selama pemeliharaan 49 hari menunjukkan peningkatan nilai sintasan pada perlakuan K^+ 10-40 ppm serta kontrol (93,3-96,7%). Seperti hasil penelitian pertama, sintasan terendah (23,3%) ditunjukkan pada media dengan konsentrasi K^+ 5 ppm. Nilai osmolaritas hemolim, konsumsi oksigen, dan laju mineralisasi hepatopankreas yang terukur relatif sama pada semua perlakuan. Juvenil vaname mencapai pertumbuhan maksimal sekitar 4,9 g pada media kontrol 4 ppt.

Penurunan salinitas air pada media pemeliharaan akan mengakibatkan menurunnya kandungan mineral di perairan budidaya. Penambahan beberapa mineral dalam budidaya udang vaname salinitas rendah dapat dilakukan untuk meningkatkan survival rate dan pertumbuhan udang. Beberapa sumber mineral yang dapat ditambahkan dalam kegiatan budidaya udang dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Sumber mineral untuk budidaya udang

(Davis *et al.*, 2004)

Garam mineral	Formula	Nama dagang	komposisi
Kalsium sulfat	$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	Gypsum	22% Ca, 53% SO ₄ , 55% hardness
Potassium klorida	KCl	Muriate of potash	50% K, 45% Cl
Potassium magnesium sulfat	$\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot 2\text{MgSO}_4$	K-mag	17,8% K, 10,5% Mg, 63,6% SO ₄
Potassium sulfat	K_2SO_4	-	41,5% K, 50,9 SO ₄
Sodium klorida	NaCl	Rock salt	39% Na, 61% Cl

Rendahnya kandungan mineral pada kegiatan budidaya akan menyebabkan pertumbuhan udang yang lambat. Contoh mineral yang dapat digunakan pada media pemeliharaan berupa kalium dan kalsium. Kalium termasuk dalam logam esensial yang diperlukan dalam proses fisiologis hewan yang terikat dalam protein. Kalium termasuk enzim yang berguna dalam proses metabolisme tubuh (Arifin, 2008). Ion kalium merupakan salah satu unsur pokok yang ditemukan sedikit di perairan payau dan tawar. Mineral kalsium merupakan unsur yang penting dalam perkembangan serta pertumbuhan tulang pada ikan, eksoskeleton (karapas) pada krustasea (Millamena *et al.*, 2002), menjaga keseimbangan osmotik, proses pembekuan darah, sekresi hormon dan sistem saraf (Guillaume *et al.*, 2001). Pada perairan salinitas tinggi, kebutuhan kalsium udang dapat

terpenuhi melalui proses difusi dari lingkungan. Namun, pada media budidaya dengan salinitas rendah, ketersediaan mineral kalsium sangat sedikit. Pertukaran kalsium antara cairan tubuh dengan media sekitarnya dilakukan melalui insang dengan laju 90% diserap dan 70% dilepaskan. Penyimpanan kalsium akan terus berlangsung selama ganti kulit. Pada salinitas tinggi, konsentrasi mineral air sangat meningkat termasuk mineral kalsium dan kalium yang sangat diperlukan untuk pengerasan cangkang selama proses molting.

III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini akan dilaksanakan pada tanggal 1 Juni - 20 Agustus 2021 di Laboratorium Perikanan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

3.2 Bahan dan Alat

Bahan yang diperlukan pada penelitian ini terdapat pada Tabel 3.

Tabel 3. Bahan penelitian

No	Bahan	Kegunaan
1	Udang PL 10	Hewan uji
2	Air laut	Media kultur
3	Air tawar	Dilusi air laut
4	Kaporit	Sterilisasi air
5	KCL	Sumber mineral kalium
6	CaCO ₃	Sumber mineral kalsium
7	Pakan Komersil	Pakan hewan uji

Peralatan yang diperlukan pada penelitian ini terdapat pada Tabel 4.

Tabel 4. Peralatan penelitian.

No	Alat	Kegunaan
1	Kontainer volume 70 L (29 unit)	Wadah pemeliharaan
2	Water quality checker	Pengujian DO, suhu
3	pH meter	Mengukur pH air
4	Blower 100 watt	Suplai oksigen terlarut
5	Selang dan batu aerasi	Suplai oksigen terlarut
6	<i>Refraktometer</i>	Alat ukur salinitas

3.3 Rancangan Penelitian

Penelitian dilakukan dalam tiga percobaan penelitian secara terpisah. Masin-masing penelitian menggunakan rancangan acak lengkap (RAL). Penelitian pertama merupakan pemeliharaan udang vaname pada berbagai tingkat salinitas yang terdiri dari 5 perlakuan dengan 3 ulangan. Penelitian pertama dilakukan untuk mengetahui perbedaan pengaruh salinitas berbeda terhadap pertumbuhan, tingkat kelangsungan hidup, dan konversi pakan udang vaname. Berikut ini adalah perlakuan yang digunakan dalam penelitian antara lain:

1. Perlakuan A: Pemeliharaan udang vaname dengan salinitas 5 ppt
2. Perlakuan B: Pemeliharaan udang vaname dengan salinitas 10 ppt
3. Perlakuan C: Pemeliharaan udang vaname dengan salinitas 15 ppt
4. Perlakuan D: Pemeliharaan udang vaname dengan salinitas 20 ppt
5. Perlakuan E: Pemeliharaan udang vaname dengan salinitas 25 ppt

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \sum j$$

Keterangan:

i :Perlakuan A,B,C, D, E

j :Ulangan 1,2,3

Y_{ij} :Nilai pengamatan salinitas berbeda dari perlakuan A, B, C, D, E terhadap pertumbuhan, kelangsungan hidup, dan konversi pakan udang vaname pada ulangan ke-j

μ :Nilai tengah umum

- τ_i :Pengaruh salinitas berbeda perlakuan ke-i terhadap pertumbuhan, kelangsungan hidup, dan konversi pakan udang vaname
- \sum_{ij} :Pengaruh galat percobaan salinitas berbeda perlakuan ke-i terhadap pertumbuhan, kelangsungan hidup, dan konversi pakan udang vaname pada ulangan ke-j

Penelitian kedua yaitu pemeliharaan udang vaname pada salinitas rendah 5 ppt dengan penambahan mineral kalsium pada berbagai dosis. Penelitian kedua menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) yang terdiri dari 4 perlakuan dengan 3 ulangan. Perlakuan ini dilakukan untuk mengetahui perbedaan pengaruh pertumbuhan, kelangsungan hidup dan konversi pakan udang vaname yang dipelihara pada salinitas rendah dengan penambahan mineral berupa kalsium pada media pemeliharaan. Berikut merupakan perlakuan yang diberikan dalam penelitian antara lain:

1. Perlakuan A: Pemeliharaan udang vaname salinitas 5 ppt (kontrol)
2. Perlakuan B: Pemeliharaan udang vaname salinitas 5 ppt + kalsium 50 mg/L
3. Perlakuan C: Pemeliharaan udang vaname salinitas 5 ppt + kalsium 100 mg/L
4. Perlakuan D: Pemeliharaan udang vaname salinitas 5 ppt + kalsium 150 mg/L

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \sum_{ij}$$

Keterangan:

- i :Perlakuan A,B,C, D, E
- j :Ulangan 1,2,3
- Y_{ij} :Nilai pengamatan penambahan kalsium dari perlakuan A, B, C, D, E terhadap pertumbuhan, kelangsungan hidup, dan konversi pakan udang vaname pada ulangan ke-j
- μ :Nilai tengah umum
- τ_i :Pengaruh penambahan kalsium pada perlakuan ke-i terhadap pertumbuhan, kelangsungan hidup, dan konversi pakan udang vaname

\sum_{ij} :Pengaruh galat percobaan penambahan kalsium perlakuan ke-i terhadap pertumbuhan, kelangsungan hidup, dan konversi pakan udang vaname pada ulangan ke-j

Penelitian ketiga yaitu pemeliharaan udang vaname pada salinitas rendah 5 ppt dengan penambahan mineral kalium pada berbagai dosis. Penelitian ketiga menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) yang dari 4 perlakuan dengan 3 ulangan. Perlakuan ini dilakukan untuk mengetahui perbedaan pengaruh pertumbuhan, kelangsungan hidup, dan konversi pakan udang vaname yang dipelihara pada salinitas rendah 5 ppt dengan penambahan mineral berupa kalium pada media pemeliharaan. Berikut merupakan perlakuan yang diberikan dalam penelitian antara lain:

1. Perlakuan A: Pemeliharaan udang vaname salinitas 5 ppt (kontrol)
2. Perlakuan B: Pemeliharaan udang vaname salinitas 5 ppt + kalium 50 mg/L
3. Perlakuan C: Pemeliharaan udang vaname salinitas 5 ppt + kalium 100 mg/L
4. Perlakuan D: Pemeliharaan udang vaname salinitas 5 ppt + kalium 150 mg/L

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \sum_{ij}$$

Keterangan:

i :Perlakuan A,B,C, D, E

j :Ulangan 1,2,3

Y_{ij} :Nilai pengamatan penambahan kalium dari perlakuan A, B, C, D, E terhadap pertumbuhan, kelangsungan hidup, dan konversi pakan udang vaname pada ulangan ke-j

μ :Nilai tengah umum

τ_i :Pengaruh penambahan kalium pada perlakuan ke-i terhadap pertumbuhan, kelangsungan hidup, dan konversi pakan udang vaname

\sum_{ij} :Pengaruh galat percobaan penambahan kalium perlakuan ke-i terhadap pertumbuhan, kelangsungan hidup, dan konversi pakan udang vaname pada ulangan ke-j

3.4 Prosedur Penelitian

3.4.1 Persiapan Wadah

Penelitian dilakukan menggunakan wadah kontainer bervolume 70 L sebanyak 20 akuarium untuk penelitian tingkat kerja osmosis dan sebanyak 9 akuarium untuk penelitian penambahan mineral (kalsium dan kalium) pada media pemeliharaan. Dilakukan sterilisasi pada masing-masing wadah menggunakan kaporit dengan dosis 30 mg/L. Masing-masing akuarium diisi air hingga volume 70 L dengan salinitas berbeda. Salinitas air media diatur sesuai dengan perlakuan yang telah ditetapkan. Setting aerasi dilakukan pada masing-masing wadah pemeliharaan sebanyak 3-4 batu aerasi per wadah sebagai suplai oksigen pada wadah pemeliharaan. Pengenceran air laut menggunakan rumus seperti yang dilakukan oleh Akbar (2012):

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

Keterangan: S_n : salinitas yang dikehendaki, S_1 : salinitas air laut, S_2 : salinitas air pengencer, V_1 : volume air laut, V_2 : volume air pengencer.

3.4.2 Penambahan Mineral (Kalsium dan Kalium)

Sebelum penelitian berlangsung, udang diaklimatisasi di air payau dengan salinitas 20 ppt selama 10 hari. Selanjutnya salinitas diatur sesuai dengan masing-masing perlakuan dan dilanjutkan pemeliharaan sampai akhir penelitian (40 hari). Mineral yang digunakan yaitu kalsium karbonat CaCO_3 sebagai sumber mineral kalsium dan kalium klorida KCl sebagai sumber mineral kalium. Kebutuhan mineral CaCO_3 dan KCl dihitung terlebih dahulu, selanjutnya masing-masing mineral diberi sedikit air pemeliharaan dan dilakukan pengadukan. Setelah semua mineral larut, lalu mineral dimasukkan ke dalam kontainer sesuai perlakuan. Dilakukan pengaturan aerasi yang kuat selama 24 jam agar mineral pada wadah pemeliharaan homogen. Perhitungan kebutuhan masing masing mineral dapat dilihat pada Lampiran 1.

3.4.3 Pemeliharaan Udang Vaname

Pemeliharaan udang vaname dilakukan secara terpisah pada masing-masing percobaan. Pemeliharaan dilakukan dalam wadah kontainer volume 70

liter dengan kepadatan 2 ekor/L atau sebanyak 140 ekor per wadah pemeliharaan. Udang uji yang digunakan yaitu pascalarva udang vaname yang berasal dari Central Pratiwi Bahari (CPB) Lampung Selatan. Pascalarva yang digunakan merupakan PL₁₀ dengan berat rata-rata $0,02 \pm 0,01$ gram/ekor. Aklimatisasi dilakukan pada saat penebaran udang ke dalam kontainer. Pemberian pakan menggunakan *blind feeding program* selama 40 hari pemeliharaan. Frekuensi pemberian pakan diberikan 3 kali sehari (06.00, 12.00, dan 19.00 WIB). Pakan yang digunakan berupa pakan komersial dengan kandungan protein 41%, lemak 7%, serat 3%, abu 13% dan kadar air 10%. Untuk menjaga kualitas air media penelitian, maka sisa-sisa pakan dan kotoran udang disipon setiap 10 hari. Untuk mempertahankan salinitas media, dilakukan pengukuran salinitas pada pagi dan sore hari menggunakan alat *refraktometer*. Jika terjadi peningkatan salinitas, dilakukan penambahan air tawar sampai salinitas media sesuai dengan perlakuan.

3.4.4 Pengelolaan Kualitas Air

Pengelolaan kualitas air dilakukan melalui pengamatan kondisi air selama pemeliharaan. Dilakukan pengecekan aerasi sebagai suplai oksigen pada masing masing wadah agar DO pada kisaran optimum. Pengukuran suhu, pH, dan DO meter dilakukan setiap hari. Penyiponan dilakukan pada wadah pemeliharaan perlakuan salinitas berbeda. Penyiponan dilakukan setiap 10 hari sekali selama 40 hari pemeliharaan. Pengukuran salinitas dilakukan setiap hari menggunakan alat *refraktometer* untuk mengetahui kandungan salinitas pada masing-masing wadah. pengukuran komposisi mineral dilakukan pada awal pemeliharaan. Pengukuran komposisi mineral dilakukan dengan mengambil sampel air sebanyak 1 liter air tawar dan air laut untuk dianalisis. Komposisi mineral dianalisa di Laboratorium Terpadu dan Sentra Inovasi Teknologi (LTSIT) Universitas Lampung. Metode analisis mineral menggunakan EPA 200.7 dengan alat *pyrex/glassware* dan Agilent/MP. AES 410. Komposisi mineral pada media pemeliharaan dapat dilihat pada Lampiran 2.

3.5 Parameter Pengamatan

3.5.1 Pertumbuhan Berat Mutlak

Pertumbuhan berat mutlak udang vaname *Litopenaeus vannamei* merupakan selisih berat rata-rata pada akhir pemeliharaan dengan awal pemeliharaan. Perhitungan pertumbuhan berat mutlak dapat dihitung dengan rumus (Yuan *et al.*, 2017) :

$$W_m = W_t - W_o$$

Keterangan :

W_m : Pertumbuhan berat mutlak (g)

W_t : Berat rata-rata akhir (g)

W_o : Berat rata-rata awal (g)

3.5.2 Laju Pertumbuhan Spesifik

Laju pertumbuhan spesifik atau *Specific growth rate* (SGR) adalah peresentase pertambahan udang setiap hari selama penelitian. Laju pertumbuhan harian udang dihitung dengan menggunakan rumus (Yuan *et al.*, 2017) sebagai berikut:

$$SGR = \left[\sqrt[n]{\frac{W_t}{W_o}} - 1 \right] \times 100\%$$

Keterangan: SGR = Laju Pertumbuhan Harian %, W_t = Berat tubuh rata-rata pada akhir pemeliharaan (g), W_o = Berat tubuh rata-rata pada awal pemeliharaan (g), n = Lama waktu pemeliharaan.

3.5.3 Tingkat Kelangsungan Hidup

Tingkat kelangsungan hidup atau *Survival rate* (SR) adalah perbandingan jumlah udang yang hidup sampai akhir pemeliharaan dengan jumlah udang pada awal pemeliharaan, yang dihitung menggunakan rumus Zokaifar (2012):

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

Keterangan: SR = Tingkat kelangsungan hidup (%), Nt = Jumlah udang hidup pada akhir pemeliharaan (ekor), No = Jumlah udang pada awal pemeliharaan (ekor).

3.5.4 Rasio Konversi Pakan

Rasio konversi pakan atau *Feed Conversion Ratio* (FCR) merupakan jumlah pakan yang diberikan untuk menghasilkan 1 kg daging. Menurut Yuan *et al.* (2017) FCR dapat dihitung menggunakan rumus:

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

Keterangan:

FCR :Rasio konversi pakan

F :Jumlah pakan yang diberikan selama pemeliharaan (kg)

Wt :Biomassa akhir (kg)

Wo :Biomassa awal (kg)

3.5.5 Kualitas Air

Parameter kualitas air yang diukur selama penelitian yaitu: suhu, pH, DO, alkalinitas air tawar dan laut pada awal penelitian, kandungan mineral (kalsium, kalium, magnesium, dan natrium). Pengukuran suhu, pH dan DO dilakukan pada setiap hari pada masing-masing wadah selama 45 hari pemeliharaan. Alat yang digunakan untuk mengukur suhu dan DO yaitu DO meter. pH meter digunakan untuk mengukur pH air pemeliharaan. Kandungan mineral (kalsium, kalium, magnesium, dan natrium) dilakukan pengukuran pada awal dan akhir penelitian.

3.6 Analisis Data

Data kualitas air dianalisis secara deskriptif. Data pertumbuhan, tingkat kelangsungan hidup, dan konversi pakan dianalisis secara statistik menggunakan analisis sidik ragam (Anova) dengan tingkat kepercayaan 95%. Jika terdapat perbedaan yang nyata, dilanjutkan dengan uji lanjut Duncan menggunakan aplikasi SPSS 23.0.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian ini, maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Pemeliharaan udang vaname pada salinitas berbeda berpengaruh terhadap pertumbuhan, tingkat kelangsungan hidup dan rasio konversi pakan udang vaname. Pertumbuhan dan rasio konversi pakan terbaik pada salinitas 15 ppt. Kelangsungan hidup terbaik pada salinitas 20 ppt.
2. Pemeliharaan udang vaname pada salinitas rendah 5 ppt dengan penambahan kalsium berpengaruh terhadap pertumbuhan, tingkat kelangsungan hidup dan rasio konversi pakan udang vaname. Tingkat kelangsungan hidup dan rasio konversi pakan terbaik pada penambahan kalsium 50 mg/L.
3. Pemeliharaan udang vaname pada salinitas rendah 5 ppt dengan penambahan kalium berpengaruh terhadap pertumbuhan, tingkat kelangsungan hidup dan rasio konversi pakan udang vaname. Penambahan kalium sebanyak 100 mg/L menghasilkan pertumbuhan, tingkat kelangsungan hidup dan rasio konversi pakan terbaik.

5.2 Saran

Disarankan untuk penelitian pemeliharaan udang pada salinitas rendah selanjutnya dapat dilakukan penambahan gabungan mineral kalsium dan kalium dengan memperhatikan komposisi rasio mineral penting lainnya pada media pemeliharaan. Selain itu perlu dilakukan pengukuran tingkat kerja osmosis udang vaname untuk mengetahui kondisi isoosmotik udang guna menghasilkan pertumbuhan, tingkat kelangsungan hidup dan rasio konversi pakan yang terbaik.

DAFTAR PUSTAKA

- Anita, A.W., Muhammad, A., dan Tri Yusuf, M. 2017. Pengaruh perbedaan salinitas terhadap pertumbuhan dan kelangsungan hidup larva udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) PL-13. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*, 16(1): 12-19.
- Abdelrahman, H. A., A. Abebe, dan C.E. Boyd. 2018. Influence of variation in water temperature on survival, growth and yield of Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei* in inland ponds for low-salinity culture. *Aquaculture Research*, 50(2): 658–672.
- Anggoro, S., Maghfiroh, A., dan Purnomo, P.J. 2019. Pola osmoregulasi dan faktor kondisi udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) yang dikultivasi di tambak intensif mojo ulujami pemaalang. *Journal Management of Aquatic Resources*, 8: 177-184.
- Anggoro, S., dan Muryati. 2006. Pola osmoregulasi udang pada berbagai fase molting. *Biological Bulletin Kimia Pembangunan*, 5(2): 11-16.
- Anggoro, S. 1990. *Keterkaitan Antara Molting Dan Osmoregulasi Pada Udang Windu (Penaeus monodon)*. (Disertasi). Program Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor. 56p
- Aziz, R. 2010. *Kinerja Pertumbuhan Dan Kelulushidupan Udang Vannamei (Litopenaeus vannamei) Pada Salinitas 30 ppt, 10 ppt, 5 ppt, dan 0 ppt*. (Skripsi). Institut Pertanian Bogor. Bogor. 53p
- Bishop, J.M., dan W.F. Herskind. 1976. Burning and molting pink shrimp *penaeus duorarum* (crustacea: penaeidae) under selected photoperiods of white light and uv-light. *Biological Bulletin*, 150: 163-183.
- Bower, C.E., dan Bidwell, J.P. 1978. Ionization of ammonia in seawater: effect of temperature, pH, and salinity. *Journal Fisheries Research Board Canada*, 35: 1012-1016.
- Boyd, C.E. 2018. Revisiting ionic imbalance in low salinity shrimp aquaculture. *Journal Global Aquaculture Advocate*, 12(1):1-4

- Boyd, C.E. 1979. *Water Quality Management In Ponds Fish Culture*. International Center For Aquaculture. Auburn University, Alabama USA, 30p
- Badan Standardisasi Nasional (BSN). 2014. *Udang Vaname (Litopenaeus vannamei, Boone 1931) Bagian 1: Produksi Induk Model Indoor*. BSN Jakarta. SNI 8037.1
- Carbajal J., Sánchez, L.O., dan Progrebnyak. 2011. Assessment and prediction of the water quality in shrimp culture using signal processing techniques. *Aquaculture International (Springer)*, 19: 1083–1104.
- Cheng, K.M., Hu, C.Q., Liu, Y.N., Zheng, S.X., dan Qi, X.J. 2012. Effects of dietary calcium, phosphorus and calcium/phosphorus ratio on the growth and tissue mineralization of *Litopenaeus vannamei* reared in low salinity water. *Journal Aquaculture*, 251(2- 4):472-483.
- Davis, D. Allen, M. Samocha Tzachi., dan Boyd, C.E. 2004. Acclimating pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*, to inland, low-salinity waters. *Southern Regional Aquaculture Centre*. 8p
- Davis, D.A., C.E. Boyd., D.B. Rouse., dan I.P. Saoud. 2005. Effects of potassium, magnesium and age on growth and survival of *Litopenaeus vannamei* postlarvae reared in inland low salinity well waters in west Alabama. *Journal of the World Aquaculture Society* 36(3): 416-419.
- Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya Kementerian Kelautan dan Perikanan [DJPB KKP]. 2020. *Pengembangan Komoditas Unggulan Strategis Perikanan Budidaya Dan Tata Kelola Perizinan Untuk Memacu Investasi*. Rencana Strategis Ditjen Perikanan Budidaya 2020. Jakarta
- Florkin, M. 1960. Ecology and metabolism in f. H. Waterman (ed) the physiology of crustacea. *Metabolism and Growth, Academic Press*, 207 (1-2):1-14.
- Guillaume, J., Kaushik, S., Bergot, P. dan Metailler, R. 2001. *Nutrition And Feeding Of Fish And Crustaceans*. Springer Science & Business Media, 169-181p.
- Holthuis, L.B. 1980. Shrimp and prawn of the world an annotated catalogue of species of interest to fisheries. *FAO Fisheries Synopsis*. 125 Vol. 1 : 271.
- Kaligis, E. 2015. Respons pertumbuhan udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) di media bersalinitas rendah dengan pemberian pakan protein dan kalsium berbeda. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 7(1):225-234.
- Laramore, S. 2015. *Increasing Shrimp Production In Florida By Establishing Environmental Mineral Guidelines For Low-Salinity Shrimp Culture*

Operations. Florida Department of Aquaculture and Consumer service Contract Final Report, 32 p.

Larvor, P. 1983. Dynamic biochemistry of animal production. *Elsevier*, 281-315.

Liu, H., B. Tan, J. Yang, S. Chi, X. Dong, dan Q. Yang. 2016. Effects of aqueous Na/K and dietary K on growth and physiological characters of the pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*, reared in low salt well water. *Aquaculture research*, 47(2):540-53.

Mantel, L.H. dan L.L. Farmer. 1983. Osmotic and ionic regulation. *Internal Anatomy and Physiological Regulation*. Academic Press, (5): 54–162p.

McGraw, W.J. dan J. Scarpa. 2003. Minimum environmental potassium for survival of Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei* (Bonne) in freshwater. *Journal of Shellfish Research*, 22 (1): 263-267.

Mc Connaughey, B.H. dan R. Zottoli. 1983. *Introduction to Marine Biology*. Mosby co, London 574p.

Mc Nevin, A.A., Boyd, C.E., Silapajarn, O., dan Silapajarn, K. 2004. Ionic supplementation of pond waters for inland culture of marine shrimp. *Journal Of The World Aquatic Society* 35:460-467.

Manoppo, H. 2011. *Peran nukleotida sebagai imunostimulan terhadap respon imun nonspesifik dan resistensi udang vaname (Litopenaeus vannamei)*. (Disertasi). Institut Pertanian Bogor. Bogor 137p.

Millamena, O. M., Coloso, R.M., dan Pascual, F.P. 2002. Nutrition in tropical aquaculture. *Southeast Asian Fisheries Development Center (SEAFDEC) Tigbauan*, 57-66p.

Nengsih, E. A. 2015. Pengaruh aplikasi probiotik terhadap kualitas air dan pertumbuhan udang *Litopenaeus vannamei*. *Jurnal Biosains*, 1 (1): 11–16.

Nguyen, V.C., J. Schwabe., M. Hassler. 2021. White shrimp production systems in central Vietnam: Status and sustainability issues. *Egyptian Journal of Aquatic Biology and Fisheries*, 25(1): 111-122.

Nybakken. 1988. *Biologi Laut Suatu Pendekatan Ekologis*. PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.

Parsons, T. R., Yoshiaki, M., dan Lalli, C. M. 1984. A Manual of Chemical and Biological Methods for Seawater Analysis. *Pergamon Press*, 507p.

Pechenik, J. A., 2005. *Biology of the Invertebrates*. McGraw Hill Education. New York 438p.

- Potts WTW. 1984. *Fish physiology, Ion and Water Transfer*. Orlando: Academic Press, 105 –128p.
- Roy, L. A., Davis, D.A., Saoud, I.P., Boyd, C.A., Pine, H.J., dan Boyd, C.E. 2010. Shrimp culture in inland low salinity waters. *Reviews in Aquaculture*, 2(4): 191-208.
- Roy, L.A., Davis, D.A., Saoud, I.P., dan Henry, R.P. 2007. Effects of varying levels of aqueous potassium and magnesium on survival, growth, and respiration of *Litopenaeus vannamei* reared in low salinity waters. *Aquaculture*, 262:461-469.
- Purba, C. Y. 2012. Performa pertumbuhan, kelulushidupan, dan kandungan nutrisi larva udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) melalui pemberian pakan artemia produk lokal yang diperkaya dengan sel diatom. *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 1 (1): 102–115.
- Rahman, F., Rusliadi, R., dan Putra, I. 2016. *Growth And Survival Rate Of Western White Prawns (Litopenaeus vannamei) On Different Salinity. (Disertasi)*. Universitas Riau.
- Rusmiyati, S. 2012. *Menjala Rupiah Budidaya Udang Vannamei*. Pustaka Baru. Yogyakarta. 20-24 hlm.
- Salsabiela Mutiara. 2020. Pola osmoregulasi udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) dewasa yang diablastasi dan dikultivasi pada berbagai tingkat salinitas. *Gema Wiralodra*, 11 (1): 143-153.
- Sahri, A., Anggoro, S., dan Suprijanto, J. 2014. Habitat suitability modelling of asian-moon scallop (*Amusium pleunectes*) in brebes district water, central java, indonesia. *Journal of Marine Science and Engineering*. 4 (61): 1-13.
- Sawito. 2019. *Optimasi Salinitas Terhadap Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup Stadia Post Larva Udang Vaname (Litopenaeus vannamei, Boone 1931)*. (Skripsi). Program Studi Budidaya Perairan, Fakultas Pertanian. Universitas Muhammadiyah Makassar.
- Saoud, I.P., Davis, D.A., dan David, B. R. 2003. Suitability studies of inland well waters for *Litopenaeus vannamei* culture. *Aquaculture*, 217:373-383.
- Sulastri, A., Afandy, A., Atika, P., Prwadhi., Betrinda, M., Dhira, K. S., dan Nanik R. B. M. 2017. Studi kegiatan budidaya pembesaran udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) dengan penerapan sistem pemeliharaan berbeda. Fakultas perikanan dan ilmu kelautan. Universitas brawijaya. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*, 9 (1).

- Supono, J. Hutabarat, S.B. Prayitno, dan Y.S. Darmanto. 2014. White shrimp (*Litopenaeus vannamei*) culture using heterotrophic aquaculture system on nursery phase. *International Journal of waste Resources* 4 (2) :1000142.
- Sutaman. 1993. *Petunjuk Praktis Pembenihan Udang Windu Skala Rumah Tangga*. Kanisius. Yogyakarta.
- Taqwa, F.H., D. Djokosetiyanto., dan Affandi, R. 2008. Pengaruh penambahan kalium pada masa adaptasi penurunan salinitas terhadap performa pascalarva udang vaname (*Litopenaeus vannamei*). *Jurnal Riset Akuakultur*. 3(3): 431-436.
- Taqwa F.H., Sasanti, A.D., dan Gaffar, K. 2012. Kelangsungan hidup, tingkat kerja osmotik dan konsumsi oksigen pasca larva udang galah selama penurunan salinitas dengan air rawa pengencer yang ditambahkan kalium. *Prosiding InSINas 2012*.
- WWF-Indonesia. 2014. *Budidaya Udang Vannamei Tambak Semi Intensif dengan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL)*. Gedung Graha Simatupang, Jakarta Selatan, 243p.
- Wyban, J.A, dan J.N. Sweeney. 1991. *Intensive shrimp production technology*. The Oceanic Institute. University Of California. U.S.A. 158p.
- Yuan Q., Wang Q., Zhang T., Li Z., dan Liu J. 2017. Effects of water temperature on growth, feeding and molting of juvenile Chinese mitten crab *Eriocheir sinensis*. *Aquaculture*, 468: 169–174.