PENGARUH PENAMBAHAN Na DAN K DENGAN RASIO YANG BERBEDA PADA MEDIA AIR TAWAR TERHADAP PERTUMBUHAN DAN TINGKAT KELANGSUNGAN HIDUP UDANG VANAME *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931)

(Skripsi)

Oleh

LIETHA NURDIANTI
1854111002

FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2022

ABSTRACT

THE EFFECT OF Na AND K ADDITION AT DIFFERENT RATIO IN FRESHWATER MEDIA ON GROWTH AND SURVIVAL RATE OF PACIFIC WHITE SHRIMP *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931)

By

LIETHA NURDIANTI

Pacific white shrimp farming can be done by balancing the mineral content in freshwater media with appropriate salinity. Minerals that can be used are Na and K. This research aimed to analyze the growth and survival rate of pacific white shrimp that was cultured in freshwater media with different ratios of Na and K additions. The research design used a completely randomized design (CRD) with 3 treatments and 4 repetitions at the ratio of Na and K minerals including (A) 17:1, (B) 27:1, and (C) 37:1 for 35 days of maintenance. The results showed that the addition of Na and K minerals at a ratio of 27:1 was able to increase the growth and survival rate of pacific white shrimp reared in freshwater media with a survival rate of 69,50±5,26%, as well as growth absolute weight and specific growth rate which resulted in values of 1,69±0,03 g and 11,90±0,04%/day. The addition of Na and K minerals in freshwater media with a ratio of 27:1 could be applied by shrimp farmers to maintain mineral stability during culture.

Keywords: *specific white shrimp, Na and K minerals, freshwater, survival rate, growth.*

ABSTRAK

PENGARUH PENAMBAHAN Na DAN K DENGAN RASIO YANG BERBEDA PADA MEDIA AIR TAWAR TERHADAP PERTUMBUHAN DAN TINGKAT KELANGSUNGAN HIDUP UDANG VANAME *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931)

Oleh

LIETHA NURDIANTI

Budi daya udang vaname dapat dilakukan dengan menyeimbangkan kandungan mineral pada media air tawar dengan salinitas yang sesuai. Mineral yang dapat digunakan yaitu Na dan K. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pertumbuhuan dan tingkat kelangsungan hidup udang vaname yang dipelihara pada media air tawar dengan rasio penambahan Na dan K yang berbeda. Rancangan penelitian yang digunakan yaitu rancangan acak lengkap (RAL) dengan 3 perlakuan dan 4 kali pengulangan pada rasio mineral Na dan K, di antaranya (A) 17:1, (B) 27:1, dan (C) 37:1 selama 35 hari pemeliharaan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan mineral Na dan K pada rasio 27:1 mampu meningkatkan pertumbuhan dan tingkat kelangsungan hidup udang vaname yang dipelihara pada media air tawar dengan nilai tingkat kelangsungan hidup sebesar 69,50±5,26%, serta pertumbuhan bobot mutlak dan laju pertumbuhan spesifik yang menghasilkan nilai sebesar 1,69 ±0,03 g dan 11,90±0,04%/hari. Penambahan mineral Na dan K secara langsung pada media air tawar dengan rasio 27:1 dapat diaplikasikan oleh pembudi daya udang vaname dengan mempertahankan kestabilan mineral selama pemeliharaan.

Kata kunci: *udang vaname, mineral Na dan K, air tawar, tingkat kelangsungan hidup, pertumbuhan.*

.

PENGARUH PENAMBAHAN Na DAN K DENGAN RASIO YANG BERBEDA PADA MEDIA AIR TAWAR TERHADAP PERTUMBUHAN DAN TINGKAT KELANGSUNGAN HIDUP UDANG VANAME *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931)

Oleh

LIETHA NURDIANTI

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
2022

Judul Skripsi : **PENGARUH PENAMBAHAN Na DAN K DENGAN RASIO YANG BERBEDA PADA MEDIA AIR TAWAR TERHADAP PERTUMBUHAN DAN TINGKAT KELANGSUNGAN HIDUP UDANG VANAME *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931)**

Nama Mahasiswa : **Lietha Nurdianti**

Nomor Pokok Mahasiswa : **1854111002**

Jurusan/Program Studi : **Perikanan dan Kelautan/Budidaya Perairan**

Fakultas : **Pertanian**

MENYETUJUI,

1. Komisi Pembimbing

Dr. Supono, S.Pi., M.Si.	**Hilma Putri Fidyandini, S.Pi., M.Si.**
NIP. 19701002 200501 1 002	NIP. 19900128 201903 2 018

2. Ketua Jurusan Perikanan dan Kelautan
Universitas Lampung

Dr. Indra Gumay Yudha, S.Pi., M.Si.
NIP. 19700815 199903 1 001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

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

   Sekretaris : **Hilma Putri Fidyandini, S.Pi., M.Si.**

   Penguji
   Bukan Pembimbing : **Limin Santoso, S.Pi., M.Si.**

2. Dekan Fakultas Pertanian

Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si.
NIP 19611020 198603 1 002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi: **10 Oktober 2022**

PERNYATAAN

Dengan ini menyatakan bahwa:

1. Skripsi ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik sarjana baik di Universitas Lampung maupun perguruan tinggi lainnya.

2. Karya tulis ini murni gagasan, rumusan, dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain, kecuali arahan 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 naskah, dengan naskah disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.

4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya tulis ini serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi ini.

Bandarlampung, November 2022

Yang membuat pernyataan,

Lietha Nurdianti

NPM. 1854111002

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan pada 16 Maret 2000 di Bandarlampung sebagai anak kedua dari tiga bersaudara pasangan Bapak Abdul Dahyi dan Ibu Nurseha. Penulis memiliki seorang kakak bernama Ahmad Dani Nurdiansyah dan seorang adik bernama Shaskia Nurdianti.

Penulis memulai pendidikan di Taman Kanak-kanak (TK) Dwi Tunggal Bandarlampung (2005–2006), pendidikan Sekolah Dasar Negeri (SDN) 2 Jagabaya (2006–2012), pendidikan Sekolah Menengah Pertama (SMP) Al-azhar 3 Bandarlampung (2012–2015), dan pendidikan Sekolah Menengah Atas Negeri (SMAN) 5 Bandarlampung dengan Jurusan IPA (2015–2018). Penulis melanjutkan pendidikan ke jenjang sarjana (S1) pada tahun 2018 Program Studi Budidaya Perairan, Jurusan Perikanan dan Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Mandiri Masuk Perguruan Tinggi Negeri Wilayah Barat (SMMPTN-Barat).

Semasa menjadi mahasiswa, penulis berhasil lolos seleksi pendanaan Program Mahasiswa Wirausaha (PMW) pada tahun 2020 dan 2021, serta pernah mengikuti perlombaan Program Kreatifitas Mahasiswa Riset Eksakta (PKM-RE) pada tahun 2021. Penulis pernah melakukan kegiatan magang industri di UPTD Balai Benih Ikan (BBI) Kota Metro pada komoditas ikan gurami (Januari–Februari 2020) dan di Balai Karantina Ikan, Pengendalian Mutu dan Keamanan Hasil Perikanan (BKIPM) Lampung bidang indentifikasi virus dan bakteri pada ikan (Juli–Agustus 2020). Penulis juga pernah menjadi asisten dosen pada praktikum mata kuliah Kimia Dasar (2019), Fisiologi Hewan Air (2020), Penyakit dan Parasit Organisme

Akuatik (2020), dan Kualitas Air Akuakultur (2022). Selain itu, penulis aktif mengikuti kegiatan kemahasiswaan pada Himpunan Mahasiswa Perikanan dan Kelautan (Himapik) yaitu menjadi anggota Bidang Pengembangan Minat dan Bakat pada tahun 2019/2020 dan menjadi Sekretaris Bidang Pengembangan Minat dan Bakat Himapik tahun 2021 pada kepengurusan Kabinet Sahitya Baruna.

Beberapa kegiatan yang pernah dilakukan penulis di antaranya, pada Januari–Februari 2021 penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Kelurahan Tanjung Senang, Kecamatan Tanjung Senang, Kota Bandarlampung selama 40 hari. Pada Agustus–September 2021, penulis melaksanakan praktik umum (PU) di CV Ardiyanti, Kecamatan Palas, Kabupaten Lampung Selatan selama 30 hari dengan judul "Teknik Pembesaran Ikan Gabus (*Channa striata*) di CV Ardiyanti, Kecamatan Palas, Kabupaten Lampung Selatan". Pada April–Mei 2022, penulis melakukan penelitian di Laboratorium Budidaya Perikanan, Jurusan Perikanan dan Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung dengan judul "Pengaruh Penambahan Na dan K dengan Rasio yang Berbeda pada Media Air Tawar terhadap Pertumbuhan dan Tingkat Kelangsungan Hidup Udang Vaname *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931)".

PERSEMBAHAN

Bismillahirrahmanirrahim
Dengan menyebut nama Allah yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang.

Puji syukur kepada Allah SWT yang telah memberikan limpahan rahmat serta karunia-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi ini.

Dengan kerendahan hati dan ketulusan, kupersembahkan skripsi ini sebagai tanda bukti dan kasih sayangku.

Untuk yang tersayang:

Bapak Abdul Dahyi dan Ibu Nurseha
yang selalu memberikan doa, kasih sayang, dukungan, dan nasihat serta upaya hingga mampu menghantarkanku hingga ke jenjang
Sarjana Perikanan.

Kakak, adik, dan seluruh keluarga besarku yang selalu memberi semangat dan dukungan di setiap langkahku untuk menyelesaikan kuliahku.

Bapak dan Ibu dosen yang telah memberikan ilmu dengan tulus ikhlas serta sahabat-sahabatku tersayang yang selalu mendukung dan menemaniku saat senang maupun susah.

Dan almamaterku tercinta
Universitas Lampung

MOTTO

"Sesungguhnya sesudah keselitan itu ada kemudahan maka apabila kamu selesai (dari satu pekerjaan), lakukanlah dengan sungguh-sungguh (pekerjaan) yang lain."

(Q.S Al Insyirah: 6-7)

"Sesungguhnya Allah tidak akan mengubah keadaan suatu kaum, sebelum mereka mengubah keadaan diri mereka sendiri."

(Q.S Ar Rad: 11)

"Jika seluruh rencana yang kita inginkan terjadi tidak sesuai dengan yang diharapkan, tersenyum serta bersyukurlah, dan ingat bahwa manusia mendesain dengan cita-cita, sedangkan Allah mendesain dengan cinta."

(LN)

"Apa yang melewatkanku tidak akan pernah menjadi takdirku, dan apa yang ditakdirkan untukku tidak akan pernah melewatkanku."

(Umar bin Khattab)

"Pendidikan merupakan perlengkapan paling baik untuk hari tua."

(Aristoteles)

SANWACANA

Puji syukur ke hadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "Pengaruh Penambahan Na dan K dengan Rasio yang Berbeda pada Media Air Tawar terhadap Pertumbuhan dan Tingkat Kelangsungan Hidup Udang Vaname *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931)" sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Perikanan di Universitas Lampung. Shalawat dan salam pada Rasulullah SAW yang telah membawa kita pada zaman yang terang benderang hingga saat ini.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si selaku Dekan Fakultas Pertanian, Universitas Lampung;
2. Dr. Indra Gumay Yudha, S.Pi., M.Si selaku Ketua Jurusan Perikanan dan Kelautan, Fakutas Pertanian, Universitas Lampung;
3. Munti Sarida, S.Pi., M.Sc., Ph.D selaku Ketua Program Studi Budidaya Perairan, Jurusan Perikanan dan Kelautan, Fakutas Pertanian, Universitas Lampung;
4. Deny Sapto Chondro Utomo, S.Pi., M.Si selaku Pembimbing Akademik, yang selalu memberikan arahan dan bimbingan selama perkuliahan;
5. Dr. Supono, S.Pi., M.Si selaku Pembimbing Utama yang telah memberikan ilmu, perhatian, bimbingan, motivasi, serta kritik dan saran yang membangun dalam proses penyelesaian skripsi ini;
6. Hilma Putri Fidyandini, S.Pi., M.Si selaku Pembimbing Kedua yang telah memberikan ilmu, perhatian, bimbingan, motivasi, serta kritik dan saran yang membangun dalam proses penyelesaian skripsi ini;
7. Limin Santoso, S.Pi., M.Si selaku Penguji Utama yang telah memberikan dukungan, ilmu, serta kritik dan saran yang membangun dalam proses

penyelesaian skripsi ini;

8. Seluruh Dosen Jurusan Perikanan dan Kelautan yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat dan pengalaman hidup kepada penulis selama menjadi mahasiswa;
9. Seluruh staf admministrasi Jurusan Perikanan dan Kelautan yang telah membantu segala urusan administrasi selama masa perkuliahan;
10. Kedua orang tuaku tercinta, Abdul Dahyi dan Nurseha, serta keluarga besarku yang selalu memberikan kasih sayang, doa, dukungan moril maupun materil yang selama ini diberikan kepada penulis;
11. Rekan seperjuangan, Meilin Chairani Abmar, Aryanti Rafika Sari, Dhea Adinda Ryzky, Putri Rahma Sari, Azizah, Dwi Ramadhan, Manarul Huda, Ade Hardiansyah, Maulana Irvansyah, dan M. Nasir Mahmudin, atas segala bantuan, semangat, dan doa dalam masa perkuliahan dan penyelesaian skripsi ini;
12. Keluarga besar Poseidon 2018 yang telah menjadi rekan dan saudara/i yang paling menyenangkan dalam berkembang bersama serta saling memberikan motivasi dan dukungan dalam perkuliahan dan penyelesaian skripsi ini;
13. Teman-teman Jurusan Perikanan dan Kelautan Octopus 2018 yang telah memberikan dukungan dan semangat pada penulis.

Semoga amal kebaikan yang telah diberikan mendapat imbalan dari Allah SWT. Penulis menyadari penyusunan skripsi ini masih banyak kekurangan, namun penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca. Aamiin Ya Rabbal Alamin.

Bandarlampung, November 2022
Penulis

Lietha Nurdianti

DAFTAR ISI

Halaman

DAFTAR ISI i
DAFTAR TABEL iii
DAFTAR GAMBAR iv
DAFTAR LAMPIRAN v
I. PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Tujuan Penelitian 3
1.3 Manfaat Penelitian 4
1.4 Kerangka Pikir Penelitian 4
1.5 Hipotesis Penelitian 7
II. TINJAUAN PUSTAKA 9
2.1 Klasifikasi Udang Vaname 9
2.2 Morfologi Udang Vaname 9
2.3 Fisiologi Udang Vaname 10
2.4 Habitat dan Siklus Hidup Udang Vaname 11
2.5 Kualitas Air Pemeliharaan Udang Vaname 12
2.6 Kebutuhan serta Manfaat Mineral Na dan K bagi Udang Vaname 15
III. METODE PENELITIAN 18
3.1 Waktu dan Tempat 18
3.2 Alat dan Bahan 18
3.3 Rancangan Penelitian 20
3.4 Prosedur Penelitian 21
3.4.1 Persiapan Wadah Pemeliharaan 21
3.4.2 Persiapan Hewan Uji 21

3.4.3 Pemeliharaan Hewan Uji 22
3.5 Parameter Penelitian 22
3.5.1 Pertumbuhan 22
3.5.2 Tingkat Kelangsungan Hidup 23
3.5.3 Kualitas Air 24
3.6 Analisis Data 24
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN 25
4.1 Hasil 25
4.1.1 Pertumbuhan 25
4.1.2 Tingkat Kelangsungan Hidup 27
4.1.3 Kualitas Air 28
4.2 Pembahasan 31
V. SIMPULAN DAN SARAN 37
5.1 Simpulan 37
5.2 Saran 37
DAFTAR PUSTAKA 38
LAMPIRAN 44

DAFTAR TABEL

Tabel Halaman

1. Alat yang digunakan dalam penelitian 18
2. Bahan yang digunakan dalam penelitian..... 19
3. Satuan dan alat ukur kualitas air 24
4. Hasil pengukuran kuaitas air selama masa pemeliharaan 31

DAFTAR GAMBAR

Gambar Halaman

1. Kerangka pikir penelitian 6
2. Morfologi udang vaname 10
3. Siklus hidup udang vaname 12
4. Desain rancangan penelitian 20
5. Pertumbuhan bobot mutlak udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) 25
6. Laju pertumbuhan spesifik udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) 26
7. Tingkat kelangsungan hidup udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) 27
8. Grafik suhu selama pemeliharaan 28
9. Grafik pH selama pemeliharaan 29
10. Grafik DO (*disolved oxygen*) selama pemeliharaan 30
11. Persiapan wadah pemeliharaan 59
12. Persiapan hewan uji dan *sampling* bobot pada awal pemeliharaan 59
13. Pengecekan parameter kualitas air 59
14. Pemeliharaan hewan uji 60

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran Halaman

1. Perhitungan dosis mineral yang diberikan pada setiap perlakuan 45
2. Tabel program pemberian pakan/hari udang vaname selama masa pemeliharaan (35 hari) 47
3. Data performa pertumbuhan dan kelangsungan hidup udang vaname selama pemeliharaan 48
4. Analisis data 49
5. Data kualitas air udang vaname selama pemeliharaan..... 52
6. Persentase amonia tidak terionisasi (NH_3) pada pH dan suhu yang berbeda.. 58
7. Dokumentasi penelitian..... 59

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) merupakan salah satu produk ekspor perikanan yang banyak diminati serta permintaan pasar yang cenderung terus meningkat. Menurut Kementerian Kelautan dan Perikanan (2020), budi daya udang vaname merupakan andalan sektor perikanan budi daya yang menjadi perioritas pengembangan akuakutur di Indonesia dalam perekonomian nasional dengan produksi udang dalam negeri mencapai 800 ribu ton per tahun dan permintaan global mencapai 13–15 juta ton per tahun. Mengingat tingginya permintaan udang vaname, maka kegiatan produksi udang vaname perlu lebih ditingkatkan. Udang vaname memiliki keunggulan di antaranya lebih tahan terhadap penyakit dan produktivitas tinggi, penggunaan pakan dan ruang yang lebih efisien, serta memungkinkan udang untuk dapat bertahan hidup dengan kepadatan yang cukup tinggi. Hal inilah yang mendorong banyak petambak di Indonesia tertarik untuk membudidayakannya (Fuady *et al*., 2013).

Keberhasilan budi daya udang vaname dipengaruhi oleh beberapa faktor, salah satunya ialah kualitas air. Kualitas air yang mendukung kelangsungan hidup pada udang vaname ditentukan oleh kadar garam (salinitas), derajat keasaman (pH), kandungan oksigen terlarut (DO), kandungan amonia, kandungan plankton, kecerahan air dan lainnya (Hudi & Shahab, 2005). Jika kualitas air tidak sesuai dengan standar untuk budi daya, maka dapat menyebabkan kematian dan kerugian yang cukup tinggi pada budi daya udang vaname. Selain itu, menurut Gunarto & Henjarat (2008), laju pertumbuhan udang vaname yang dibudidayakan juga dipengaruhi oleh suplai pakan yang diberikan, pemupukan, aerasi, dan tingkat kelangsungan hidup.

Pada pertumbuhan dan kelangsungan hidup udang vaname, salinitas merupakan salah satu aspek penting dalam budi daya. Udang vaname merupakan jenis udang yang bersifat *euryhaline,* yakni organisme akuatik yang mempunyai kemampuan beradaptasi pada salinitas yang luas dengan rentang 0,5–40 ppt (Rahman *et al*., 2015). Karakterteristik tersebut merupakan suatu kelebihan dari udang vaname sehingga dapat dibudidayakan pada media salinitas rendah, bahkan air tawar, dan memberi peluang besar bagi pembudi daya untuk mengembangkan komoditas tersebut di perairan daratan.

Menurut Arsad *et al*. (2015) *dalam* Amri & Kanna (2008), umumnya udang vaname dibudidayakan pada salinitas optimum berkisar 10–30 ppt, namun dapat tumbuh dengan baik pada salinitas 5–45 ppt. Hal tersebut menjadi masalah bagi pembudi daya yang lokasi budi dayanya jauh dari sumber air laut, dimana pembudi daya kesulitan untuk mendapatkan air dengan salinitas yang sesuai. Solusi untuk mengatasi masalah tersebut ialah dengan dikembangkannya budi daya udang vaname pada media air tawar yang kadar mineralnya disesuaikan dengan air yang bersalinitas layak digunakan pada budi daya udang vaname. Salinitas perairan dapat memengaruhi aktivitas fisiologi udang vaname. Semakin tinggi salinitas, maka konsentrasi elektrolit semakin besar dan berpengaruh terhadap tingginya tekanan osmotik. Di sisi lain, penurunan salinitas menyebabkan laju osmoregulasi meningkat sehingga laju beban osmotik, konsumsi O_2, dan tingkat stres pada udang vaname meningkat (Amiruddin, 2016).

Budi daya udang vaname pada media air tawar dapat dilakukan dengan menyeimbangkan kandungan mineral pada media air tersebut dengan salinitas yang sesuai untuk pertumbuhan udang vaname. Kandungan garam terpenting dalam air laut (34,5 ppt) meliputi klorida (55%), natrium (31%), sulfat (8%), magnesium (4%), kalsium (1%), dan kalium (1%), sedangkan air tawar mengandung kadar garam kurang dari 0,5 ppt (Destrina, 2015). Penyerapan ion atau mineral dipengaruhi oleh keberadaan ion lainnya dalam air. Penyerapan ion kalium dipengaruhi oleh konsentrasi ion natrium di air dan juga sebaliknya. Adapun konsentrasi ion magnesium dipengaruhi oleh konsentrasi ion kalsium dalam air dan juga sebaliknya.

Natrium dapat mendukung dan mengatur keseimbangan pH dan proses osmotik antara cairan tubuh dengan lingkungan pada budi daya udang, serta sangat penting untuk proses metabolisme. Di sisi lain, kekurangan kadar mineral kalium dapat mengganggu penyerapan mineral dalam tubuh yang dapat mengakibatkan penipisan kulit, kehilangan nafsu makan, dan peningkatan stres pada udang (Taqwa *et al*., 2010). Air laut yang bersalinitas 34,5 ppt dengan standar rasio 27:1 mengandung 10.500 mg/l mineral Na dan 380 mg/l mineral K. Agar media air tawar setara dengan air laut bersalinitas 5 ppt, diperlukan penyeimbangan faktor ion/mineral dalam air dengan penambahan mineral Na dan K yang setara dengan air laut bersalinitas 5 ppt. Hal tersebut disebabkan adanya penyerapan ion/mineral yang saling dipengaruhi oleh keberadaan ion lainnya dalam air (Boyd, 2018).

Berdasarkan penelitian-penelitian sebelumnya, telah dilakukan penelitian sehubungan dengan penambahan natrium dan kalium pada air tawar selama masa penurunan salinitas rendah (Taqwa, 2011), dan penambahan mineral kalium pada pakan terhadap pertumbuhan dan kelangsungan hidup udang vaname yang dipelihara pada media salinitas rendah (Sari, 2019). Namun, saat ini belum ada penelitian lebih lanjut yang mengkaji perbedaan rasio natrium dan kalium yang ditambahkan langsung pada media air tawar terhadap pertumbuhan dan tingkat kelangsungan hidup udang vaname. Oleh karena itu, dalam penelitian ini perlu dilakukannya analisis mengenai pengaruh rasio terbaik mineral Na dan K dalam air terhadap pertumbuhan dan tingkat kelangsungan hidup udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) yang dipelihara pada media air tawar.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini ialah sebagai berikut:

1. Menganalisis pertumbuhan udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) yang dipelihara pada media air tawar dengan rasio penambahan Na dan K yang berbeda.
2. Menganalisis tingkat kelangsungan hidup udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) yang dipelihara pada media air tawar dengan rasio penambahan Na dan K yang berbeda.

1.3 Manfaat Penelitian

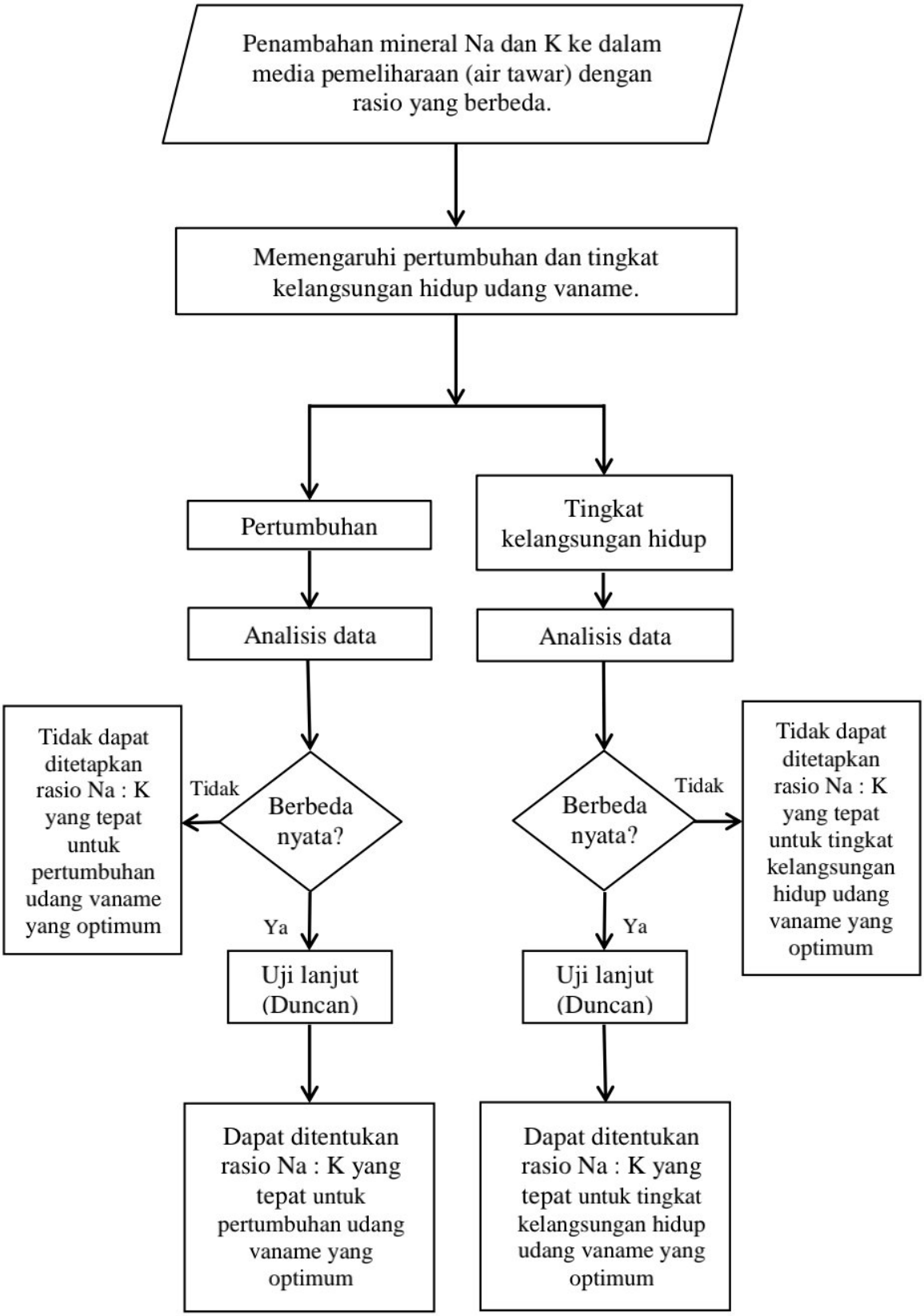
Manfaat dari hasil penelitian ini ialah dapat memberikan informasi mengenai pengaruh rasio penambahan Na dan K yang terbaik pada media air tawar terhadap pertumbuhan dan tingkat kelangsungan hidup udang vaname (*Litopenaeus vannamei*).

1.4 Kerangka Pikir Penelitian

Udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) merupakan salah satu produk ekspor perikanan yang banyak diminati dan permintaan pasar yang terus meningkat. Udang vaname merupakan jenis udang yang bersifat *euryhaline*, yakni organisme akuatik yang mempunyai kemampuan beradaptasi pada salinitas yang luas dengan rentang 0,5–40 ppt. Pada umumnya udang vaname dibudidayakan pada salinitas optimum berkisar 10–30 ppt, namun dapat tumbuh dengan baik pada salinitas 5–45 ppt. Mengenai hal tersebut munculnya masalah bagi pembudi daya yang lokasi budi dayanya jauh dari sumber air laut, dimana pembudi daya mengalami kesulitan untuk mendapatkan air dengan salinitas yang sesuai. Solusi untuk mengatasi masalah tersebut ialah dengan dikembangkannya budi daya udang vaname pada media air tawar yang kadar mineralnya disesuaikan dengan air yang bersalinitas layak untuk digunakan pada budi daya udang vaname.

Penyerapan ion/mineral dipengaruhi oleh keberadaan ion lainnya dalam air. Penyerapan ion kalium dipengaruhi oleh konsentrasi ion natrium di air dan juga sebaliknya, sedangkan konsentrasi ion magnesium dipengaruhi oleh konsentrasi ion kalsium dalam air dan juga sebaliknya. Pada media pemeliharaan air tawar mengalami kekurangan kandungan mineral penting bagi pertumbuhan dan tingkat kelangsungan hidup udang vaname, seperti mineral Na dan K. Salah satu solusi untuk memenuhi kebutuhan mineral tersebut pada budi daya udang vaname di media air tawar ialah dengan menambahkan mineral tersebut secara langsung ke dalam media pemeliharaan pada dosis yang disetarakan dengan salinitas layak udang vaname untuk mendukung partumbuhan dan kelangsungan hidup udang vaname.

Parameter yang diamati pada pemeliharaan udang vaname selama penelitian ialah pertumbuhan bobot mutlak, laju pertumbuhan spesifik, tingkat kelangsungan hidup, dan kualitas air yang meliputi suhu, pH, DO (*dissolved oxygen*), uji vibrio, alkalinitas, TAN (*total ammonia nitrogen*), dan amonia. Data tersebut kemudian dianalisis dengan tingkat kepercayaan 95% untuk mendapatkan simpulan dari hasil penelitian yang dilakukan. Penambahan Na dan K secara langsung pada media pemeliharaan (air tawar), diharapkan dapat meningkatkan pertumbuhan dan tingkat kelangsungan hidup udang vaname. Dari uraian tersebut dapat diperjelas dengan kerangka pikir penelitian yang disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Kerangka pikir penelitian

1.5 Hipotesis Penelitian

Hipotesis yang digunakan pada penelitian ini ialah sebagai berikut:

1. Hipotesis parameter pertumbuhan

   A. Pertumbuhan Bobot Mutlak

   H_0 : semua $\tau i = 0$

   Penambahan mineral Na dan K dengan rasio berbeda pada media air tawar menghasilkan pengaruh yang tidak berbeda nyata terhadap pertumbuhan bobot mutlak udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) pada tingkat kepercayaan 95%.

   H_1 : minimal ada satu $\tau i \neq 0$

   Minimal terdapat satu perlakuan penambahan mineral Na dan K dengan rasio berbeda pada media air tawar yang menghasilkan pengaruh yang berbeda nyata terhadap pertumbuhan bobot mutlak udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) pada tingkat kepercayaan 95%.

   B. Laju Pertumbuhan Spesifik

   H_0 : semua $\tau i = 0$

   Penambahan mineral Na dan K dengan rasio berbeda pada media air tawar menghasilkan pengaruh yang tidak berbeda nyata terhadap laju pertumbuhan spesifik udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) pada tingkat kepercayaan 95%.

   H_1 : minimal ada satu $\tau i \neq 0$

   Minimal terdapat satu perlakuan penambahan mineral Na dan K dengan rasio berbeda pada media air tawar yang menghasilkan pengaruh yang berbeda nyata terhadap laju pertumbuhan spesifik udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) pada tingkat kepercayaan 95%.

2. Hipotesis parameter tingkat kelangsungan hidup

   H_0 : semua $\tau i = 0$

   Penambahan mineral Na dan K dengan rasio berbeda pada media air tawar menghasilkan pengaruh yang tidak berbeda nyata terhadap tingkat kelangsungan hidup udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) pada tingkat kepercayaan 95%.

H_1 : minimal ada satu $\tau i \neq 0$

Minimal terdapat satu perlakuan penambahan mineral Na dan K dengan rasio berbeda pada media air tawar yang menghasilkan pengaruh yang berbeda nyata terhadap tingkat kelangsungan hidup udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) pada tingkat kepercayaan 95%.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Klasifikasi Udang Vaname

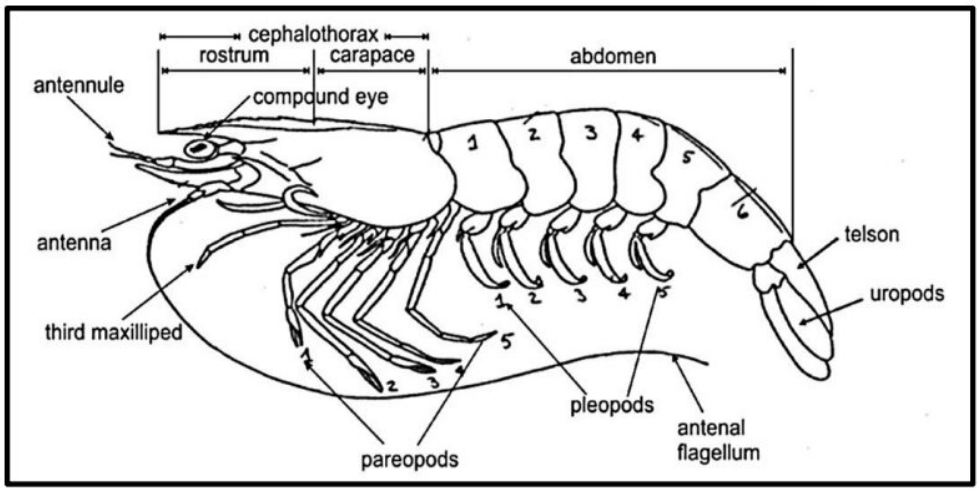
Klasifikasi udang vaname menurut Holthuis (1980) adalah sebagai berikut:

Kingdom	: Animalia
Filum	: Arthropoda
Kelas	: Crustacea
Subkelas	: Malacostraca
Ordo	: Decapoda
Subordo	: Natantia
Infra ordo	: Penaeidea
Super famili	: Penaeioidea
Famili	: Penaeidae
Genus	: *Penaeus*
Subgenus	: *Litopenaeus*
Spesies	: *Litopenaeus vannamei*

2.2 Morfologi Udang Vaname

Pada umumnya tubuh udang vaname dapat dibagi menjadi dua bagian, yaitu bagian kepala yang menyatu dengan bagian dada disebut *cephalothorax* dan bagian badan hingga ke ekor. Bagian *chephalothorax* terlindung oleh kulit *chitin* yang disebut karapas atau cangkang kepala dengan bagian depan berbentuk meruncing, melengkung, dan bergerigi yang disebut cucuk kepala atau *rostrum* (Kordi, 2007). Pada *chephalothorax* udang vaname terdapat *antenna* dan *antennula* yang berfungsi sebagai alat peraba dan pencium, tiga pasang *maxilliped*, serta 5 pasang kaki berjalan (periopada) dengan bentuk beruas-ruas yang ber-ujung di bagian *dactylus*. Pada *dactylus* terdapat capit (kaki ke-1, ke-2, dan ke-3) dan tanpa capit (kaki ke-4 dan ke-5). Udang vaname memiliki 2 gerigi di bagian ventral rostrum,

sedangkan di bagian dorsalnya memiliki 8–9 gerigi (Zulkarnain, 2011). Morfologi udang vaname dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Morfologi udang vaname
Sumber: Warsito (2012)

Menurut Haliman & Adijaya (2005), udang vaname memiliki tubuh yang berbuku-buku dan memiliki aktivitas pergantian kulit udang (*moulting*) pada bagian luar (eksoskeleton) secara periodik. Saat terjadinya *moulting*, cangkang udang akan terlepas dari tubuh. Udang vaname juga memiliki ciri khusus yaitu terdapat pigmen karotenoid pada kulit udang. Kadar pigmen ini akan terus berkurang dengan seiring pertumbuhan udang tersebut. Saat mengalami *moulting* sebagian besar pigmen pada kulit ikut terbuang, dimana keberadaan pigmen memberikan warna putih kemerahan pada tubuh udang. Pada bagian *cephalothorax* memiliki 13 ruas di antaranya 5 ruas di bagian kepala dan 8 ruas di bagian dada. Bagian tubuh dan abdomen terdapat 6 ruas dengan tiap ruas (segmen) memiliki sepasang kaki renang yang beruas-ruas. Pada ujung ruas ke-6 terdapat ekor kipas sebanyak 4 lembar dan 1 telson yang meruncing.

2.3 Fisiologi Udang Vaname

Menurut Gunarto & Hendrajat (2008), pada awalnya udang vaname merupakan udang yang digolongkan ke dalam hewan pemakan segala, seperti bangkai (*omnivorus scavenger*) atau pemakan detritus. Usus udang menunjukkan bahwa udang ini merupakan omnivora, namun lebih cenderung karnivora yang memakan

crustacea kecil dan *polychaeta*. Berikut merupakan sifat-sifat yang dimiliki oleh udang vaname (*Litopenaeus vannamei*), menurut Fegan (2003) di antaranya:

1. *Nocturnal*

   Secara alami udang merupakan hewan *nocturnal* yang aktif pada malam hari untuk mencari makan, sedangkan pada siang hari sebagian bersembunyi di dalam substrat atau lumpur.

2. Kanibalisme

   Udang vaname merupakan udang yang menyerang sesamanya, udang sehat akan menyerang udang yang lemah terutama pada saat *moulting* atau udang sakit. Sifat kanibal akan muncul terutama bila udang tersebut dalam keadaan kekurangan pakan pada padat tebar tinggi.

3. Omnivora

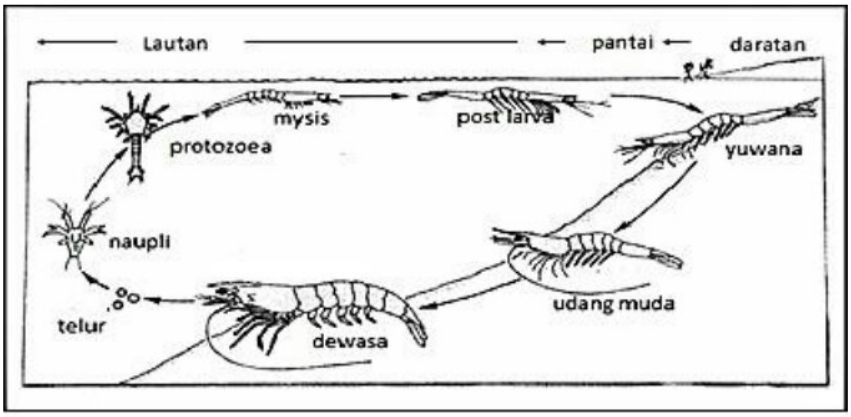
   Udang vaname termasuk jenis hewan pemakan segala, baik dari jenis tumbuhan maupun hewan (omnivora), sehingga kandungan protein pakan yang diberikan lebih rendah dibandingkan dengan pakan untuk udang windu yang bersifat cenderung karnivora, sehingga biaya pakan relatif lebih murah.

2.4 Habitat dan Siklus Hidup Udang Vaname

Menurut Wyban & Sweeney (1991), udang vaname merupakan udang asli yang berasal dari perairan Amerika Latin dengan kondisi iklim subtropis. Habitat udang vaname adalah di laut tropis yang suhu airnya melebihi 20°C. Suhu optimum bagi pertumbuhan dan kelangsungan hidup udang vaname ialah sebesar 23–30°C. Saat usia muda, udang ini biasanya hidup di perairan payau seperti muara dan pantai, namun udang vaname dewasa lebih menyukai hidup di laut. Udang vaname mulai dibudidayakan di Asia, tepatnya di Taiwan, tahun 1990 dan pada akhirnya merambah ke berbagai negara di Asia pada tahun 2001, termasuk di Indonesia.

Udang vaname dewasa biasanya hidup berkelompok dan bereproduksi setelah betina berganti cangkang. Udang vaname bereproduksi di daerah pantai lepas yang dangkal. Menurut Haliman & Adijaya (2005), proses reproduksi udang vaname meliputi pemindahan *spermatophore* dari udang jantan ke udang betina. Peneluran bertempat pada daerah pantai lepas yang lebih dalam. Telur-telur dikeluarkan dan

difertilisasi secara eksternal di dalam air. Berikut merupakan siklus hidup udang vaname yang dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Siklus hidup udang vaname
Sumber: Haliman & adijaya (2005)

2.5 Kualitas Air Pemeliharaan Udang Vaname

Menurut Avimelech (1999), salah satu faktor yang memengaruhi pertumbuhan dan kematian udang adalah makanan. Udang hanya dapat menyerap sekitar 16,3–40,87% protein pada pakan, dan sisanya dibuang dalam bentuk feses, ekskresi, dan residu pakan. Haliman & Adijaya (2005) menyatakan bahwa selain pakan, kualitas air yang baik dapat mendukung pertumbuhan dan perkembangan udang vaname secara optimal. Kualitas air budi daya sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan dan kelangsungan hidup udang yang dibudidayakan. Jika kualitas air baik, udang akan tumbuh lebih cepat, tingkat kelangsungan hidup lebih tinggi, sehingga biomassa udang meningkat. Di sisi lain, kualitas air buruk pada udang vaname dapat mengurangi nafsu makan, menghambat pertumbuhan, membuat udang stres, menghambat reproduksi, serta menurunkan tingkat kelulushidupan (*survival rate*) yang pada akhirnya dapat menurunkan biomassa pada udang. Beberapa parameter kualitas air yang memengaruhi pertumbuhan dan kelangsungan hidup udang di antaranya, suhu, pH, DO (*dissolved oxygen*), kepadatan vibrio, alkalinitas, TAN (*total ammonia nitrogen*), dan amonia. Menurut Goddard (1996), suhu dan DO merupakan faktor utama yang dapat memengaruhi nafsu makan, metabolisme dan pertumbuhan udang. Oleh karena itu, perlu pengontrolan kualitas air secara berkala selama masa pemeliharaan.

Suhu merupakan salah satu faktor penentu bagi kehidupan udang. Udang merupakan hewan *poikiloterm* dimana suhu tubuhnya mengikuti suhu lingkungan (Amri & Iskandar, 2008). Menurut Suwarsih *et al*. (2016), suhu air dapat memengaruhi berbagai proses baik biologi, fisika, maupun kimia air. Suhu juga dapat meningkatkan aktivitas fotosintesis pakan alami (*phytoplankton*), dan suhu air akan memengaruhi kelangsungan hidup, pertumbuhan, morfologi, reproduksi, tingkah laku, pergantian kulit, serta metabolisme pada udang. Jika suhu air terlalu rendah, proses metabolisme akan terhambat dan nafsu makan berkurang, sedangkan jika suhu terlalu tinggi, metabolisme menjadi lebih cepat yang dapat berakibat kematian. Menurut Wyban & Sweeney (1991), udang vaname tidak dapat beradaptasi dengan baik jika berada pada suhu kurang dari 15℃ atau di atas 33℃ dalam jangka waktu 24 jam, dan suhu yang optimal untuk pertumbuhan udang vaname pada kisaran 22–30℃ atau pada kisaran 23,5–31,5℃ (Abdelrahman *et al*., 2018). Namun berdasarkan penelitian Wasielesky (2003) tentang metabolisme udang vaname menunjukkan bahwa nafsu makan udang vaname paling tinggi terjadi pada suhu 30℃.

Derajat keasaman (pH) adalah logaritma negatif dari aktifitas ion hidrogen yang menunjukkan kesuburan atau potensi produktivitasnya. Nilai pH yang optimum untuk tambak udang berkisar antara 6–9 (Haliman & Adijaya, 2005) atau pada kisaran 7,0–8,5 (Badan Standardisasi Nasional, 2014). Pada pH yang terlalu rendah (asam) dapat diatasi dengan pengapuran, sedangkan pH terlalu tinggi (basa) diatasi dengan penambahan larutan yang bersifat asam. Pada pH di bawah 4,5 atau di atas 9,0 dapat menyebabkan udang mudah terserang penyakit, kurangnya nafsu makan, serta dapat mengakibatkan udang vaname menjadi keropos dan berlumut (*fouling disease*). Umumnya nilai pH air tambak pada siang hari lebih tinggi dibandingkan dengan pagi hari. Hal tersebut disebabkan adanya kegiatan fotosintesis oleh fitoplankton yang menyerap CO_2 dan sebaliknya pada pagi hari CO_2 melimpah sebagai hasil dari pernafasan udang (Taqwa *et al*., 2008).

Oksigen terlarut (*dissolved oxygen*) atau DO ialah parameter hidrobiologis yang dianggap sangat penting karena keberadaannya menentukan pertumbuhan dan

kelangsungan hidup udang. Jumlah oksigen terlarut dalam air dipengaruhi oleh banyak faktor, terutama suhu air, respirasi, dan tingkat bahan organik. Selain itu, DO digunakan oleh mikroorganisme dalam mengurai bahan organik pada tambak. Di tambak udang tropis, tingkat oksigen dalam air tambak biasanya rendah karena suhu yang lebih tinggi. Pada siang hari, lebih banyak O_2 yang dihasilkan melalui fotosintesis dibandingkan dengan yang dikeluarkan dari air oleh respirasi hewan. Di samping itu, pada malam hari dimana suhu menjadi rendah yang diikuti dengan meningkatnya aktivitas fitoplankton mengakibatkan turunnya kandungan DO dalam air (Amri & Iskandar 2008). DO dapat diperoleh dari sistem aerasi, seperti kincir, *jet bubble,* dan aerator modern *nanobubble*. Menurut Badan Standardisasi Nasional (2014), kadar DO pada pemeliharaan udang vaname disarankan >4,0 mg/l, sebab jika nilai DO rendah dapat menyebabkan toksisitas air hingga kematian masal dan DO yang baik ialah berada pada kisaran 4–6 mg/l (Haliman & Adijaya 2005).

Pada perairan budi daya udang vaname, biasanya terkendala dengan munculnya penyakit yang dapat mengganggu pertumbuhan dan kelangsungan hidup udang hingga dapat menyebabkan kematian massal. Penyakit vibriosis merupakan salah satu dari sekian banyak penyakit yang sering menyerang pada budi daya udang vaname. *Vibrio* sp. merupakan bakteri gram negatif yang sering ditemukan di berbagai kasus penyakit yang menginfeksi pada udang vaname, baik sebagai patogen primer maupun sebagai ko-infeksi pada kasus penyakit-penyakit tertentu yang disebabkan oleh patogen lain (Aprilia *et al*., 2016). Berdasarkan hasil identifikasi laboratorium bakteri vibrio dapat dikelompokan berdasarkan warna koloninya dan setiap warna koloni memiliki karakteristik yang berbeda. Warna koloni tersebut ialah berpendar (*luminescent*), kuning, hijau, dan hitam. Nilai batas maksimal total vibrio koloni yang tumbuh tersebut tidak boleh melebihi $1x10^4$ CFU/ml, sedangkan nilai batas maksimal total bakteri yang tumbuh sebesar $1x10^6$ CFU/ml (Anjasmara *et al*., 2018). Penanganan vibrio dapat dilakukan dengan melihat perbandingan TVC (*total vibrio count*) dengan TBC (*total bacteria count*), yaitu kelimpahannya tidak melebihi 1% dari TBC. Jika melebihi nilai tersebut, dapat mengakibatkan infeksi vibriosis pada udang. Apabila total vibrio lebih tinggi

dibandingkan dengan total bakteri, maka dapat dilakukan pemberian bakteri *Bacillus* dan penyiponan/pergantian air (Puspitasari *et al*., 2020).

Alkalinitas memiliki peran pada perairan untuk menyangga (*buffer*) terhadap penambahan asam dan basa. Alkalinitas diperlukan sebagai nitrifikasi untuk menumbuhkan bakteri dan fitoplankton. Alkalinitas yang sesuai untuk menopang kelangsungan hidup dan pertumbuhan udang vaname di perairan berada pada kisaran 100–150 mg/l (Badan Standardisasi Nasional, 2014). Alkalinitas juga terlibat dalam proses *moulting* pada udang. Langkah-langkah untuk meningkatkan alkalinitas adalah pengapuran dengan $CaCO_3$, $CaMg(CO_3)_2$, dan $Ca(OH)_2$. Di dalam air, senyawa ini bereaksi dengan CO_2 membentuk bikarbonat (HCO_3^-) sebagai ion utama yang membetuk alkalinitas (Supono, 2017).

Amonia adalah senyawa beracun yang merupakan produk sampingan dari proses perombakan bahan organik di dalam air. Kandungan amonia erat kaitannya dengan derajat oksidasi air. Kadar DO yang tinggi dapat mengakibatkan rendahnya kadar amonia yang disebabkan adanya proses oksidasi oleh fitoplankton menjadi NH_4, yang dapat digunakan dalam proses fotosintesis (Widigdo & Soewardi, 1999). Menurut Stickney (2008), konsentrasi amonia di perairan sangat dipengaruhi oleh tinggi rendahnya salinitas, pH, dan suhu. Saat pH atau suhu naik, kadar amonia relatif lebih tinggi dibandingkan dengan amonium, yang membuat lebih beracun bagi udang. Menurut Badan Standardisasi Nasional (2014), kadar amonia pada kualitas air pemeliharaan yang baik bagi udang vaname ialah <0,1 mg/l. Kemudian untuk kadar TAN (*total ammonia nitrogen*) di perairan yang baik bagi udang vaname ialah <1,0 mg/l (Supono, 2017).

2.6 Kebutuhan serta Manfaat Mineral Na dan K bagi Udang Vaname

Kebutuhan gizi ikan dan *crustacea* meliputi karbohidrat, protein, asam amino, lemak, asam lemak, vitamin, dan mineral (Schmittou *et al*., 2004). Mineral merupakan substansi anorganik yang mempunyai beberapa fungsi dalam tubuh hewan, di antaranya untuk menjaga proses metabolisme, sebagai bahan pembentuk tulang, gigi, karapas, sebagai ko-enzim, menjaga keseimbangan tekanan osmotik, dan

keseimbangan asam basa dalam tubuh (Sukarman & Lili, 2011). Salah satu mineral kation utama yang dibutuhkan oleh udang yaitu Na dan K yang merupakan mineral utama pada media pemeliharaan udang vaname (Boyd, 2018).

Salah satu upaya untuk mempertahankan tingkat kelangsungan hidup dan menghasilkan pertumbuhan yang optimal pada udang vaname yang dipelihara pada media air tawar dapat dilakukan melalui penambahan mineral dalam media pemeliharaan. Ketika terjadi perubahan salinitas, maka akan diiringi dengan penurunan pH dan tekanan osmotik media yang menyebabkan udang menjadi stres, nafsu makan berkurang, dan cenderung berkulit tipis. Penambahan mineral diperlukan untuk meningkatkan kadar pH pada media pemeliharaan, dan pembentukan eksoskeleton (struktur rangka yang terdapat di luar tubuh), dan juga esensial dalam proses osmoregulasi (Chang, 2006).

Menurut Gusrina (2008), ion K adalah suatu elektrolit yang sering dijumpai pada tubuh dalam bentuk ion terionisiasi penuh dan merupakan partikel utama yang bertanggung jawab pada proses osmoregularitas. Ion K akan memengaruhi kelarutan protein dan komponen lainnya. Mineral K berperan penting dalam metabolisme *crustacea*. Mineral ini berperan dalam berlangsungnya proses aktivitas enzim osmoregulasi Na^+ K^+ ATPase (natrium kalium adenosin triposfatase) yang prosesnya bergantung pada konsentrasi K^+ yang berperan untuk mempertahankan keadaan konstan dalam hemolim ketika terjadi fluktuasi salinitas pada media pemeliharaan (Arifin, 2008). Selain itu, kalium bagi udang berperan untuk memelihara keseimbangan air dan keseimbangan osmotik normal, asam-basa, dan iritabilitas otot. Kekurangan kalium dapat menyebabkan tidak efisiennya penggunaan pakan, pertumbuhan lambat, dan kematian semakin meningkat.

Penambahan mineral natrium klorida (NaCl) pada media air pemeliharaan diketahui dapat mengurangi gangguan yang berhubungan dengan sistem osmoregulasi udang (Utami, 2008). Natrium klorida dibentuk dari HCl dan NaOH, dimana kedua zat ini merupakan asam dan basa kuat. Asam dan basa kuat artinya bahwa kedua zat ini akan terionisasi secara sempurna di dalam air. Dengan demikian, NaCl

akan terionisasi secara sempurna di dalam air menjadi ion Na^+ dan $C1^-$. Penambahan NaCl akan meningkatkan kadar garam media air pemeliharaan hingga mencapai tingkat yang setara dengan salinitas air laut (Cameiro & Urbinati 2006).

III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April–Mei tahun 2022, yang bertempat di Laboratorium Budidaya Perikanan, Jurusan Perikanan dan Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Alat yang digunakan dalam penelitian

No	Nama alat	Fungsi
1	Bak kontainer kapasitas 70 liter (61 x 42,5 x 38 cm^3)	Wadah pemeliharaan udang vaname.
2	*Blower*	Alat produksi oksigen.
3	Selang dan batu aerasi	Alat untuk memperbanyak gelembung udara pada air.
4	Selang sifon	Alat penyiponan.
5	Toples pakan	Wadah penyimpanan pakan.
6	Refraktometer	Pengukur salinitas air.
7	pH meter	Pengukur pH air.
8	DO meter	Pengukur oksigen terlarut dan suhu dalam air.
9	*Scope net*	Alat untuk mengambil udang.
10	Timbangan digital	Alat untuk menimbang bahan yang akan digunakan.
11	Paranet	Penutup kontainer.
12	Genset	Sumber cadangan listrik.
13	Kertas saring	Alat penyaring air untuk uji alkalinitas.
14	1 set buret	Alat untuk titrasi dalam uji alkalinitas.
15	Erlenmeyer	Wadah dari larutan bahan kimia.
16	Pipet tetes dan *micropipette*	Alat tetes/ukur larutan dan sampel.
17	Botol sampel	Wadah sampel air.
18	Lampu bunsen	Pemanas untuk mensterilkan *spreader.*
19	Tabung reaksi	Wadah untuk menghomogenkan larutan pada uji TAN.

Tabel 1. Alat yang digunakan dalam penelitian (lanjutan)

No	Nama alat	Fungsi
20	*Spektrofotometer*	Alat untuk menghitung kepadatan amonia.
21	*Cuvet*	Wadah sampel pada *spektrofotometer*.
22	Cawan petri	Wadah pembuatan media TCBS pada uji *Vibrio*.
23	*Spreader*	Alat penyebaran sampel pada media TCBS.
24	Inkubator	Tempat inkubasi pada uji *Vibrio*.
25	*Hotplate magnetic stirrer*	Alat pemanas dan menghomogenkan media TCBS.
26	*Yellowtip* dan *bluetip*	Alat bantu *micropipette* untuk mengambil larutan/sampel.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Bahan yang digunakan dalam penelitian

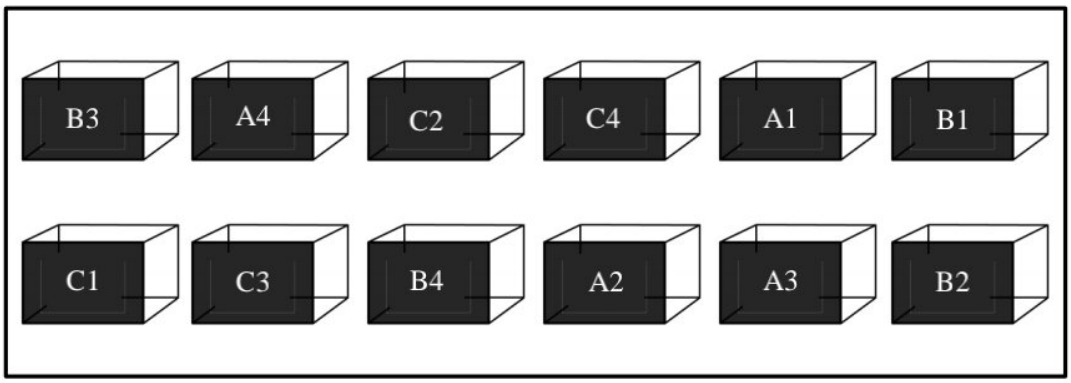
No	Bahan	Fungsi
1	Udang vaname stadia PL 15	Hewan uji penelitian.
2	Mineral sodium dari NaCl	Penambahan mineral pada media pemeliharaan
3	Mineral kalium dari KCl	Penambahan mineral pada media pemeliharaan
4	Mineral magnesium dari $MgCl_2$	Penambahan mineral pada media pemeliharaan
5	Mineral kalsium dari $CaCO_3$	Penambahan mineral pada media pemeliharaan
6	Pakan komersil SI-01	Bahan penunjang pertumbuhan dan kelangsungan hidup udang vaname.
7	Air tawar	Media pemeliharaan udang vaname.
8	Media TCBS	Media selektif pada uji vibrio.
9	Alkohol 70%	Larutan sterilisasi pada uji vibrio.
10	Akuades	Pelarut senyawa kimia.
11	Larutan $MnSO_4$	Pelarut saat uji TAN.
12	Larutan *hypoclorous*	Pelarut saat uji TAN.
13	Larutan *phenate*	Pelarut saat uji TAN.
14	Larutan NH_4Cl	Larutan standar konsentrasi TAN.
15	Larutan indikator PP	Indikator pembanding dalam proses titrasi.
16	Larutan indikator BCG-MR	Indikator untuk mengetahui asam dalam keadaan berlebih.
17	Larutan H_2SO_4	Larutan untuk menghitung total alkalinitas.
18	Etanol 95%	Pelarut pada indikator PP dan BCG-MR.

3.3 Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian yang digunakan ialah rancangan acak lengkap (RAL) yang terdiri dari 3 perlakuan dan 4 kali pengulangan. Perlakuan yang diberikan ialah penambahan mineral Na dan K dengan rasio yang berbeda ke dalam media pemeliharaan, yaitu rasio 17:1, 27:1, dan 37:1. Media pemeliharaan juga diberi penambahan mineral Mg dan Ca di setiap perlakuan dengan rasio 3:1 atau sesuai dengan standar ketentuan air laut pada salinitas 5 ppt yaitu 196 mg/l : 60 mg/l yang mengacu pada Boyd (2018). Hasil perhitungan dosis penambahan mineral Na, K, Mg, dan Ca pada setiap perlakuan dapat dilihat pada Lampiran 2. Perlakuan tersebut ialah sebagai berikut:

(1) Perlakuan A: Penambahan mineral Na dan K dengan rasio sebesar 17:1 (935 mg/l : 55 mg/l).
(2) Perlakuan B: Penambahan mineral Na dan K dengan rasio sebesar 27:1 (935 mg/l : 34,6 mg/l).
(3) Perlakuan C: Penambahan mineral Na dan K dengan rasio sebesar 37:1 (935 mg/l : 25,3 mg/l).

Penempatan setiap satuan percobaan dilakukan secara acak. Berikut merupakan desain susunan rancangan penelitian yang dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Desain rancangan penelitian

Keterangan:

A: Penambahan mineral Na dan K dengan rasio sebesar 17:1.

B: Penambahan mineral Na dan K dengan rasio sebesar 27:1.

C: Penambahan mineral Na dan K dengan rasio sebesar 37:1.

3.4 Prosedur Penelitian

3.4.1 Persiapan Wadah Pemeliharaan

Penelitian ini dilakukan pada lokasi *semi outdor* yang menggunakan bak kontainer sebagai wadah pemeliharaan yang berkapasitas 70 liter dengan memiliki ukuran 61 x 42,5 x 38 cm^3 sebanyak 15 unit, dengan 3 unit bak kontainer tersebut dijadikan sebagai tandon. Tandon yang disediakan berupa air yang memiliki kandungan mineral sesuai dengan masing-masing perlakuan. Sebelum bak kontainer digunakan, dilakukan disinfeksi terlebih dahulu dengan menggunakan deterjen dan dibilas hingga bersih dengan air mengalir. Kemudian bak kontainer dikeringkan di bawah sinar matahari untuk meminimalisir adanya mikroba yang berbahaya bagi hewan uji. Setiap bak kontainer diberikan label sesuai dengan perlakuan dan ulangannya. Setelah itu, bak kontainer diisi dengan media pemeliharaan berupa air tawar sebanyak 50 liter dan diaerasi selama 24 jam. Pemasangan aerasi dilakukan pada masing-masing wadah pemeliharaan sebanyak 3 batu aerasi per bak kontainer sebagai suplai oksigen terlarut pada wadah pemeliharaan. Setelah diaerasi selama 24 jam, ditambahkan mineral Na, K, Mg, dan Ca dengan jumlah yang telah disesuaikan dengan perlakuan serta dipastikan pada media pemeliharaan dari awal hingga akhir pemeliharaan bersalinitas 5 ppt. Kemudian media pemeliharaan diaerasi kembali selama 3 hari. Pemberian aerasi ini, selain bertujuan untuk meningkatkan kadar DO, juga menetralkan pH dan suhu air, agar udang vaname dapat tumbuh secara optimal, serta melarutkan mineral dalam air. Setelah mineral homogen, dilakukan pengecekan kualitas air pada setiap media pemeliharaan untuk mendapatkan data awal penelitian.

3.4.2 Persiapan Hewan Uji

Hewan uji yang digunakan dalam penelitian ini ialah udang vaname stadia PL 15 dengan rata-rata bobot awal 0,315 g yang didapatkan dari *hatchery* CV Opye Kalianda, Lampung Selatan. Padat tebar pada setiap bak kontainer berisikan 50 ekor hewan uji atau 1 ekor/liter. Sebelum hewan uji dimasukkan ke dalam bak kontainer yang telah diberi perlakuan, hewan uji diaklimatisasi selama 15 menit untuk meminimalisir terjadinya stres ataupun kematian.

3.4.3 Pemeliharaan Hewan Uji

Pemeliharaan dan pengamatan udang vaname dilakukan selama 35 hari dengan pemberian pakan menggunakan pakan komersil berupa pakan pelet SI-01 yang memiliki kandungan protein 30%, lemak 6%, serat 3,5%, dan kadar abu 13%. Frekuensi pemberian pakan terhadap hewan uji diberikan sebanyak 3 kali sehari yaitu pada pukul 08.00, 14.00, dan 22.00 WIB dengan menggunakan metode *blind feeding* berdasarkan asumsi berat udang dan *feeding rate* (Supono, 2017). Kemudian dilakukan *sampling* bobot udang vaname dengan diambil sebanyak 10 ekor dari jumlah populasi untuk mengetahui bobot rata-rata udang vaname di awal pemeliharaan sehingga didapatkan hasil jumlah pakan per hari yang diberikan selama masa pemeliharaan. Tabel program pemberian pakan/hari udang vaname selama masa pemeliharaan dapat dilihat pada Lampiran 3.

3.5 Parameter Penelitian

Parameter yang diamati pada pemeliharaan udang vaname selama penelitian meliputi parameter pertumbuhan (pertumbuhan bobot mutlak dan laju pertumbuhan spesifik), tingkat kelangsungan hidup, serta kualitas air yang meliputi, suhu, pH, DO, uji vibrio, alkalinitas, TAN, dan amonia. Pengambilan data pada parameter pertumbuhan dan parameter tingkat kelangsungan hidup udang vaname dilakukan pada awal dan akhir masa pemeliharaan. Pengambilan data kualitas air berupa suhu, pH, dan DO dilakukan setiap 3 hari, uji vibrio dilakukan sebanyak 2 kali di awal dan di akhir pemeliharaan, serta uji alkalinitas dilakukan 1 kali di akhir pemeliharaan (hari ke-35). Adapun uji TAN dan amonia dilakukan sebanyak 2 kali di hari ke-20 dan hari ke-35 pemeliharaan.

3.5.1 Pertumbuhan

A. Pertumbuhan Bobot Mutlak

Pertumbuhan bobot mutlak udang vaname yang dinyatakan sebagai perubahan bobot tubuh rata-rata selama proses pemeliharaan berlangsung. Pertumbuhan bobot mutlak udang vaname dapat dihitung menggunakan persamaan yang dikemukakan oleh Effendie (1979) sebagai berikut:

$$Wm = W_t - W_0$$

Keterangan:

Wm : Pertumbuhan bobot mutlak (g)

W_t : Bobot akhir pemeliharaan (g)

W_0 : Bobot awal pemeliharaan (g)

B. Laju Pertumbuhan Spesifik

Laju pertumbuhan spesifk merupakan persentase pertambahan udang vaname di-setiap harinya selama pemeliharaan yang dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan yang dikemukakan oleh Khanjani *et al*. (2016) ialah sebagai berikut:

$$SGR = \frac{[(ln\ W_t - ln\ W_0) \times 100\%]}{T}$$

Keterangan:

SGR : Laju pertumbuhan spesifk (%/hari)

W_t : Berat rata-rata hewan uji pada akhir penelitian (g/ekor)

W_0 : Berat rata-rata hewan uji pada awal penelitian (g/ekor)

t : Waktu pemeiharaan (hari)

3.5.2 Tingkat Kelangsungan Hidup

Tingkat kelangsungan hidup udang vaname ialah perbandingan antara jumlah udang yang hidup hingga akhir pemeliharaan dengan jumlah udang di awal pemeliharaan yang dapat dihitung dengan menggunakan persamaan yang dikemukakan oleh Huisman (1976) sebagai berikut:

$$SR = \frac{N_t}{N_0} \times 100\%$$

Keterangan:

SR : Tingkat kelangsungan hidup (%)

N_t : Jumlah udang hidup di akhir pemeliharaan (ekor)

N_0 : Jumlah udang hidup di awal pemeliharaan (ekor)

3.5.3 Kualitas Air

Parameter kualitas air yang diukur selama 35 hari pemeliharaan yaitu suhu, pH, DO, kepadatan vibrio, alkalinitas, TAN, dan amonia. Berikut merupakan satuan dan alat pengukuran kualitas air yang disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Satuan dan alat ukur kualitas air

Parameter kualitas air	Satuan	Alat
Suhu	^{0}C	DO-meter
pH	-	pH-meter
DO	mg/l	DO-meter
Alkalinitas	mg/l	Titrasi
Kepadatan vibrio	CFU/ml	Media TCBS (*thiosufate citrate bile sucrose*)
TAN	mg/l	*Spektrofotometer*
Amonia	mg/l	*Spektrofotometer*

3.6 Analisis Data

Analisis data yang digunakan pada penelitian ini berupa analisis data secara kuantitatif dan kualitatif. Data hasil perhitungan yang didapatkan diolah menggunakan program Microsoft Excel 2010. Parameter yang diamati pada pemeliharaan udang vaname selama penelitian adalah pertumbuhan yang meliputi pertumbuhan bobot mutlak dan laju pertumbuhan spesifik, serta tingkat kelangsungan hidup yang dianalisis statistik secara kuantitatif menggunakan analisis ragam/*analysis of variance* (Anova) pada tingkat kepercayaan 95%, dan apabila berbeda nyata, maka diuji lanjut menggunakan uji Duncan dengan bantuan aplikasi SPSS v26.0, sedangkan data parameter kualitas air diinterpretasikan secara deskriptif.

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Simpulan dari penelitian ini ialah sebagai berikut:

1. Penambahan mineral Na dan K dengan rasio yang berbeda pada media air tawar memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap pertumbuhan udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) dengan rasio terbaik ialah 27:1.
2. Penambahan mineral Na dan K dengan rasio yang berbeda pada media air tawar memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap tingkat kelangsungan hidup udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) dengan rasio terbaik ialah 27:1.

5.2 Saran

Penambahan mineral Na dan K secara langsung ke dalam media pemeliharaan air tawar dengan rasio 27:1 dapat diaplikasikan oleh pembudi daya udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) dengan mempertahankan kestabilan mineral selama pemeliharaan.

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR PUSTAKA

Abdelrahman, H. A., Abebe, A. & Boyd, C. E. 2019. 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.

Ali, F. & Waluyo, A. 2015. Tingkat kelangsungan hidup dan pertumbuhan udang galah pada media bersalinitas. *Limnotek*. 22(1): 42-51.

Amiruddin, A. 2016. *Optimasi Salinitas yang Berbeda pada Larva Udang Vaname (Litopenaeus vannamei) Stadia PL 1 sampai 10 pada Wadah yang Terkontrol*. (Skripsi). Universitas Muhammadiyah Makasar. Makasar. 45 hlm.

Amri, K. & Iskandar, K. 2008. *Budidaya Udang Vaname: Secara Intensif, Semi Intensif, dan Tradisional.* PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta. 80 hlm.

Anggoro, S. & Muryati. 2006. Osmotic respons of tiger shrimp (*Penaeus monodon*) juvenile and adult at various level of molting stages and salinity. *Buletin Penelitian dan Pengembangan Industri*. 1(2): 59-63.

Anjasmara, B., Julyantoro, P. G. S. & Suryaningtyas, E. W. 2018. Total bakteri dan kelimpahan vibrio pada budidaya udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) sistem resirkulasi tertutup dengan padat tebar berbeda. *Current Trends in Aquatic Science*. 1(1): 1-7.

Aprilia, M., Sarjito. & Haditomo, A. H. C. 2016. Keanekaragaman agensia penyebab vibriosis pada udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) dan sensitivitasnya terhadap antibiotik. *Journal of Aquaculture Management and Technology*. 5(1):98-107.

Arifin, Z. 2008. Beberapa unsur mineral makro dalam sistem biologi dan metode analisisnya. *Jurnal Litbang Pertanian*. 27(3).

Avnimelech, Y. 1999. Carbon/nitrogen ratio as a control element in aquaculture systems. *Journal Aquaculture*. 176 (3-4), 227-235.

Azis, R., Nirmala, K. & Diatin, L. 2010. *Kinerja Pertumbuhan dan Tingkat Kelangsungan Hidup Udang Vaname (Litopenaeus vannamei) pada Salinitas*

30 ppt, 10 ppt, 5 ppt, dan 0 ppt. (Skripsi). Institut Pertanian Bogor. Bogor. 72 hlm.

Boyd, C. E. 2018. Revisiting ionic imbalance in low-salinity shrimp aquaculture. *Global Aquaculture Advocate.* Auburn University. Alabama USA. 4 hlm.

Carneiro, P. C. F. & Urbinati E. C. 2006. Salt as a stress response mitigator of matrinxz, *Btycotl cephalzrs* (Gunther), during transport. *Aquaculture Research*. Vol. 32: 297-304.

Chang, R. 2006. *Kimia Dasar Edisi Ketiga Jilid 1*. Penerbit Erlangga. Jakarta. 68 hlm.

Davis, D. A., Samocha T. M. & Boyd, C.E. 2004. Aclimating pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) to inland, low-salinity waters. *Southern Regional Aquaculture Center (SRAC) Publication* No. 2601, June. USA.

Destrina, Z. 2015. *Prototype Alat Pengolahan Air Laut Menjadi Air Minum (Pengaruh Variasi Koagulan dan Packing Filter terhadap Kualitas Air dengan Analisa TDS, DO, Salinitas dan Kandungan Logam Mg2+ dan Ca2+).* (Skripsi). Politeknik Negeri Sriwijaya. Palembang. 66 hlm.

Dersjant-Li, Y., Schulze, H., Schrama, J. W., Verreth, J. A. & Verstegen, M. W. A. 2001. Feed intake, growth, digestibility of dry matter and nitrogen in young pigs as affected by dietary cation-anion difference and supplementation of xylanase1. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. 85(3-4): 101-109.

Effendie, M. I. 1979. *Metode Biologi Perikanan*. Yayasan Dewi Sri. Bogor. 112 hlm.

Fegan, D. F. 2003. *Manajemen yang Sehat dalam Budidaya Udang*. Gold Coin Indonesia Specialities. Jakarta. 75 hlm.

Ferdinand, P. F. & Ariebowo, M. 2007. *Praktis Belajar Biologi untuk Kelas XII Sekolah Menengah Atas/Madrasah Aliyah Program Ilmu Pengetahuan Alam*. Jakarta Visindo Media Persada. Jakarta. 190 hlm.

Fuady, M. F. & Mustofa, N. 2013. Pengaruh pengelolaan kualitas air terhadap tingkat kelulushidupan dan laju pertumbuhan udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) di PT. Indokor Bangun Desa, Yogyakarta. *Management of Aquatic Resources Journal Maquares.* 2(4): 155-162.

Fujaya, Y. 2004. *Fisiologi Ikan*. Cet 1. Rineka Cipta. Jakarta. 179 hlm.

Goddard, S. 1996. *Feed Management in Intensive Aquaculture*. Springer. US. 194 hlm.

Gunarto. & Henjarat, E. A. 2008. Budidaya udang vaname *(Litopenaeus vannamei)* pada pola semi-intensif dengan aplikasi beberapa jenis probiotik komersial. *Jurnal Riset Akuakultur*. 3(3): 339-349.

Gusrina. 2008. *Budidaya Ikan Jilid 2*. Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan,Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah. Departemen Pendidikan Nasional. Jakarta. 286 hlm.

Haliman, R. W. & Adijaya, D. S 2005. *Udang Vannamei, Pembudidaya dan Prospek Pasar Udang Putih yang Tahan Penyakit*. Penebar Swadaya. Jakarta. 75 hlm.

Hudi, L. & Shahab, A. 2005. *Optimasi Produktifitas Budidaya Udang Vaname (Litopenaeus vannamei) dengan Menggunakan Metode Respon Surface dan Non Linear Programming*. (Skripsi). Institut Teknologi Sepuluh November. Surabaya. 69 hlm.

Holthuis, L. B. 1980. FAO species catalogue vol. 1- shrimp and prawns of the world: an annotated catalogue of species of interest to fisheries. *FAO Fisheries Synopsis*. 1(125): 271.

Kementerian Kelautan dan Perikanan. 2020. *Menteri Edhy : Pantai Selatan Jawa Berpotensi Jadi Sentra Budidaya Udang*. https://kkp.go.id/artikel/20632-menteri-edhy-pantai-selatan-jawa-berpotensi-jadi-sentra-budidaya-udang. Diakses tanggal 6 Desember 2020.

Khanjani, M.H., Sajjadi, M.M., Alizadeh, M. & Sourinejad, I. 2016. Study on nursery growth performance of pacific white shrimp *(Litopenaeus vannamei Boone, 1931)* under different feeding levels in zero water exchange system. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*. 15(4) : 1465-1484.

Kordi, K. 2007. *Pemeliharaan Udang Vannamei (Litopenaeus vannamei).* Penerbit Indah. Surabaya. 55 hlm.

Mantel, L.H. & Farmer. 1983. Osmotic and ionic regulation. *The Biology of Crustacean Volume 5. Internal Anatomy and Physiological Regulation.* Academic Press. New York. 162 hlm.

McGraw, W. & Scarpa, J. 2002. Determining ion concentration for *Litopenaeus vannamei* culture in freshwater. *Global Aquaculture Advocate*. Harbor Branch Oceanographic Institution. Florida USA . 5 hlm.

Rahman, F., Rusliadi. & Iskandar, P. 2015. Growth and survival rate of western white prawns *(Litopaneaus vannamei)* on different salinity. *Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Riau*. 3(1) : 1-9.

Rahmat, W. 2021. *Pemberian Kalsium Karbonat ($CaCO_3$) pada Udang Vaname (Litopanaeus vannamei) di Media Air Tawar.* (Skripsi). Universitas Mataram. Mataram. 63 hlm.

Reed, P. A. & Floyd, R. F. 2002. Vibrio infection of fish. *IFAS Extension*. University of Florida. Florida. 3 hlm

Sari, T. Y. W. 2019. *Pengaruh Penambahan Mineral Potasium terhadap Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup Udang Vaname (Litopenaeus vannamei) pada Media Salinitas Rendah.* (Skripsi). Universitas Lampung. Lampung. 59 hlm.

Schmittou, H. R., Zhang, J. & Cremer, M.C. 2004. *Principles and practies of 80:20 pond fishfarming.* USA: American Soybean Association. 87-92 hlm.

Sihombing, Y. B. 2017. *Hubungan antara Jumlah Bakteri Vibrio.* sp *pada Sedimen dan pada Kerang Darah (Anadara granosa) di Perairan Pantai Desa Bina Maju Kabupaten Kepuauan Meranti*. (Skripsi). Universitas Riau. Pekan Baru. 83 hlm.

SNI 8037.1: 2014. *Udang Vaname (Litopenaeus vannamei, Boone 1931) Bagian 1: Produksi Induk Model Indoor*. Badan Standardisasi Nasional. 11 hlm.

Stickney, T. 2008. *Principles of Warm Water Aquaculture*. Departement of Wildlife and Fisheries Science. John Willey and Sons. NewYork. 374 hlm.

Sukarman. & Lili, S. 2011. Status mineral dalam pakan ikan dan udang. *Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur.* Balai Riset Budidaya Ikan Hias. Depok. 985-990 hlm.

Sutrisno. 2004. *Teknologi Penyediaan Air Bersih*. Rineka Cipta. Jakarta. 77 hlm.

Supono. 2017. *Teknologi Produksi Udang*. Plantaxia. Yogyakarta. 168 hlm.

Supono. 2018. *Manajemen Kualitas Air untuk Budidaya Udang*. CV Anugrah Utama Raharja. Lampung. 132 hlm.

Supriatna., Mahmudi, M., Musa, M. & Kusriani. 2020. Hubungan pH dengan parameter kualitas air pada tambak intensif udang vaname (*Litopenaeus vannamei*). *Journal of Fisheries and Marine Research*. 4(3): 368-374.

Suwarsih, M., Harahab, N. & Mahmudi, M. 2016. Kondisi kualitas air pada budidaya udang di tambak wilayah pesisir Kecamatan Palang Kabupaten Tuban. *Prosiding Seminar Nasional Kelautan*. 138-143 hlm.

Taqwa, F. H. 2008. *Pengaruh Penambahan Kalium pada Masa Adaptasi Penurunan Salinitas dan Waktu Pergantian Pakan Alami oleh Pakan Buatan*

terhadap Performa Pascalarva Udang Vaname (Litopenaeus vannamei). (Tesis). Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor. 84 hlm.

Taqwa, F. H. & Muhammad, S. 2010. Tingkat stres dan kelangsungan hidup pasca panen udang vaname *(Litopenaeus vannamei)* selama masa penurunan salinitas rendah dengan penambahan natrium dan kalium. *Prosiding Seminar Nasional Hasil Pelnelitian dan Pengkajian. Hasil Riset untuk Meningkatkan Kesejahteraan Rakyat.* ISBN 978-602-98295-0-1. Badan Penelitian dan Pengemangan Daerah Provinsi Sumatera Selatan Palembang. 431-436 hlm.

Taqwa, F. H. 2011. Tingkat kerja osmotik pascalarva udang vaname (*Litopanaeus vannamei*) selama masa penurunan salinitas rendah dengan penambahan natrium dan kalium. *Jurnal STP (Teknologi dan Terapan)*. (2): 23-28 hlm.

Utami, Y. T. R. 2008. *Penambahan Natrium Klorida (NaCl) pada Sistem Transportasi Udang Galah (Macrobrachium rosenbergii) dengan Media Air.* (Skripsi). Institut Pertanian Bogor. Bogor. 82 hlm.

Warsito. 2012. *Morfologi Udang Vannamei*. Rineka Cipta. Jakarta. 111 hlm.

Wasielesky, W., Bianchini, A., Sanchez, C. C. & Poersch, L. H. 2003. The effect of temperature, salinity and nitrogen product on food consumption of pink shrimp *Fartantepenaeus paulensis*. *Brazillian Archives of Biology and Technology.* 46 : 135-141.

Widigdo, B. & Soewardi, K. 1999. *Standard Operation Procedure (SOP) Budidaya Udang Windu di Proyek Pandu TIR Karawang*. Kerjasama PPTIR Karawang dengan FPIK IPB. Bogor. 56 hlm.

Widodo, A. F., Pantjara, B., Adhiyudanto, N. B. & Rachmansyah, R. 2011. Performansi fisiologis udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) yang dipelihara pada media air tawar dengan aplikasi kalium. *Jurnal Riset Akuakultur*. 6(2): 225-241.

Wyban, J. & Sweeney, J. N. 1991. *Intensive shrimp production technology: the Oceanic Institute shrimp manual*. The Oceanic Institute. USA 96825. 134 hlm.

Zulkarnain. 2011. *Kultur Jaringan*. Bumi Aksara. Jakarta. 58 hlm.