

**PENGGUNAAN WATER PROBIOTIC SUPLEMEN *Bacillus* BR DALAM
MENEKAN POPULASI BAKTERI *Vibrio* sp. PADA BUDIDAYA UDANG
VANAME *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931)**

(Skripsi)

Oleh

SISKA AMELIA

1914111032



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG**

2023

**PENGGUNAAN WATER PROBIOTIC SUPLEMEN *Bacillus* BR DALAM
MENEKAN POPULASI BAKTERI *Vibrio* sp. PADA BUDIDAYA UDANG
VANAME *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931)**

Oleh

SISKA AMELIA

Skripsi

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

Pada

**Jurusan Perikanan dan Kelautan
Fakultas Pertanian**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG**

2023

ABSTRACT

THE USE OF *Bacillus* BR AS WATER PROBIOTIC SUPPLEMENTS TO SUPPRESS THE *Vibrio* sp. POPULATIONS IN VANNAME SHRIMP *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) CULTIVATION

By
SISKA AMELIA

Vannamei (*Litopenaeus vannamei*) is a fishery commodity that has high economic value. However, in vannamei shrimp cultivation, disease caused by pathogenic bacteria from the genus *Vibrio* is one of the limiting factors, so it is necessary to add *Bacillus* BR supplements water probiotic. This study aimed to determine the effect of using *Bacillus* BR supplements water probiotic given to aquaculture water on the population of *Vibrio* sp. bacteria in vannamei shrimp farming. The design used was a completely randomized design (CRD) with 3 treatments and 4 repetitions, namely treatment A (Control), treatment B (10 mg/L), and treatment C (20 mg/L). The data collected were total vibrio count (TVC), total organic matter (TOM) growth in absolute weight, survival rate and water quality. The results showed that the provision of *Bacillus* BR supplements water probiotic had a significant effect on the total green vibrio colonies in the aquaculture water media and the digestive tract of vannamei shrimp ($P < 0,05$). Treatment C gave the lowest total value of green vibrio colony bacteria in the aquaculture water and shrimp digestive tract of 0 ± 0 CFU/mL and $0,7 \pm 0,9 \times 10^1$ CFU/mL, followed by treatment B of $1,5 \pm 3 \times 10^2$ CFU/mL and $1,3 \pm 2,5 \times 10^3$ CFU/mL. While the results of total organic matter, survival rate and absolute weight growth did not show significantly different results ($P > 0,05$). The conclusion of this study was that water probiotic supplementation with *Bacillus* BR had been proven to suppress the population of *Vibrio* sp. green colonies culture water media and digestive tract of vannamei shrimp with the best dose of 20 mg/L.

Keywords: Vannamei (*Litopenaeus vannamei*). *Vibrio* sp., Probiotics, *Bacillus*.

ABSTRAK

PENGGUNAAN WATER PROBIOTIC SUPLEMEN *Bacillus* BR DALAM MENEKAN POPULASI BAKTERI *Vibrio* sp. PADA BUDIDAYA UDANG VANAME *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931)

Oleh
SISKA AMELIA

Udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) adalah salah satu komoditas perikanan yang memiliki nilai ekonomi yang tinggi. Namun dalam budi daya udang vaname penyakit yang disebabkan oleh bakteri patogen dari genus *Vibrio* menjadi salah satu faktor pembatas sehingga perlu ditambahkan *water probiotic* suplemen *Bacillus* BR. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh penggunaan suplemen *Bacillus* BR yang diberikan pada air budi daya terhadap populasi bakteri *Vibrio* sp. pada budi daya udang vaname. Rancangan yang digunakan adalah rancangan acak lengkap (RAL) dengan 3 perlakuan dan 4 kali ulangan yaitu perlakuan A (kontrol), perlakuan B (dosis 10 mg/L), dan perlakuan C (dosis 20 mg/L). Data yang dikumpulkan yaitu *total vibrio count* (TVC), pertumbuhan bobot mutlak, tingkat kelangsungan hidup, total bahan organik (TOM) dan kualitas air. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian *water probiotic* suplemen *Bacillus* BR memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap total vibrio koloni hijau pada media air budi daya dan saluran pencernaan udang vaname ($P < 0,05$). Perlakuan C memberikan nilai total vibrio koloni hijau terendah pada air budi daya dan saluran pencernaan udang sebesar 0 ± 0 CFU/mL dan $0,7 \pm 0,9 \times 10^1$ CFU/mL, disusul dengan perlakuan B sebesar $1,5 \pm 3 \times 10^2$ CFU/mL dan $1,3 \pm 2,5 \times 10^3$ CFU/mL. Adapun total bahan organik, tingkat kelangsungan hidup dan pertumbuhan bobot mutlak tidak menunjukkan hasil yang berbeda nyata ($P > 0,05$). Kesimpulan dari penelitian ini adalah pemberian *water probiotic* suplemen *Bacillus* BR terbukti dapat menekan populasi bakteri *Vibrio* sp. koloni hijau (*green colony*) pada media air budi daya dan saluran pencernaan udang vaname dengan dosis terbaik yaitu 20 mg/L.

Kata kunci: Udang vaname (*Litopenaeus vannamei*), *Vibrio* sp., probiotik, *Bacillus*.

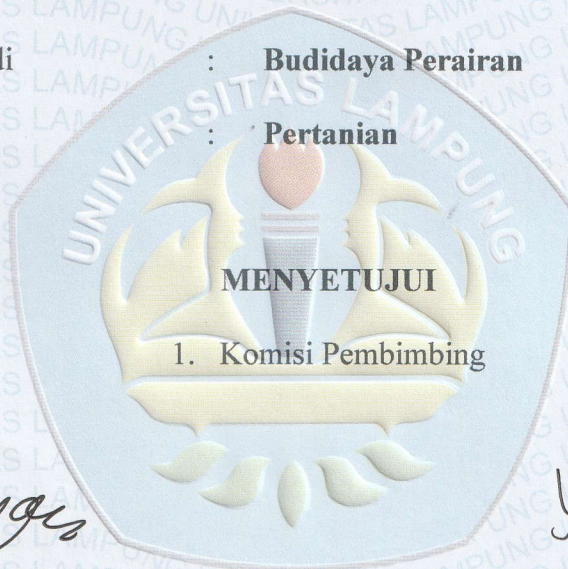
Judul Skripsi : **PENGGUNAAN *WATER PROBIOTIC* SUPLEMEN *Bacillus* BR DALAM MENEKAN POPULASI BAKTERI *Vibrio* sp. PADA BUDIDAYA UDANG VANAME *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931)**

Nama Mahasiswa : **Siska Amelia**

Nomor Pokok Mahasiswa : **1914111032**

Program Studi : **Budidaya Perairan**

Fakultas : **Pertanian**



Dr. Supono, S.Pi., M.Si.
NIP. 19701002 200501 1 002

Yeni Elisdiana, S.Pi., M.Si.
NIP. 19900318 201903 2 026

2. Ketua Jurusan Perikanan dan Kelautan

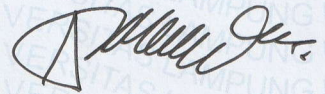
Dr. Indra Gumay Yudha, S.Pi., M.Si.
NIP. 19700815 199903 1 001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

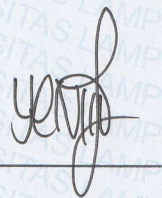
Ketua

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



Sekretaris

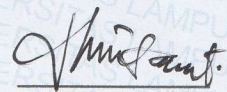
: **Yeni Elisdiana, S.Pi., M.Si.**



Penguji

Bukan Pembimbing

: **Limin Santoso, S.Pi., M.Si.**

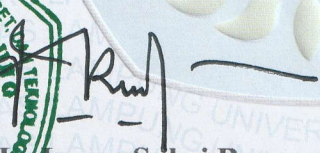


2. Dekan Fakultas Pertanian



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

0110201986031002



Tanggal lulus ujian skripsi : **27 Juni 2023**

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa :

1. Karya tulis yang berupa skripsi/laporan ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik (sarjana), baik di Universitas Lampung maupun di 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 dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan 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.

Bandar Lampung, 21 September 2023

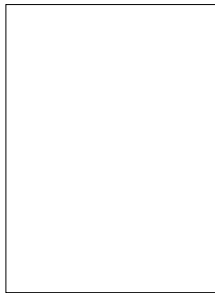
Yang membuat pernyataan



Siska Amelia

NPM. 1914111032

RIWAYAT HIDUP



Penulis memiliki nama lengkap Siska Amelia, lahir di Kotaagung, Kabupaten Tanggamus, Lampung pada tanggal 11 Juli 2000, anak tunggal dari ayah yang bernama Syahroji dan ibu bernama Khamsanah. Penulis menempuh pendidikan formal di SD Negeri 4 Kuripan (2006-2012), Madrasah Tsanawiyah Negeri (MTsN) 1 Tanggamus (2012-2015), dan Sekolah Menengah Atas (SMA) Muhammadiyah 1 Kotaagung (2015-2018). Penulis kemudian melanjutkan pendidikan strata-1 pada tahun 2019 di Program Studi Budidaya Perairan, Jurusan Perikanan dan Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN).

Selama menjadi mahasiswa penulis pernah menjadi asisten dosen pada mata kuliah Imunologi Ikan (2023) dan Hama dan Penyakit Ikan (2023). Penulis mengabdikan ilmu dan keahliannya kepada masyarakat dengan melaksanakan Kuliah Kerja Nyata di Desa Banjar Negoro, Kecamatan Wonosobo, Kabupaten Tanggamus pada tahun 2022. Penulis menerapkan ilmu yang telah didapatkan selama perkuliahan dalam Praktik Umum (PU) di Laboratorium Patologi, Balai Pengujian Kesehatan Ikan dan Lingkungan (BPKIL) Serang. Penulis pernah melakukan magang di Hatchery Benur Berkah Mandiri (BBM) Kalianda pada tahun 2021. Penulis juga pernah mengikuti organisasi kemahasiswaan dan menjadi pengurus Bidang Pengabdian Masyarakat Himpunan Mahasiswa Perikanan dan Kelautan (Himapik) Unila pada tahun 2021/2022.

PERSEMBAHAN

Alhamdulillah, Segala puji bagi Allah SWT yang telah memberikan kasih sayang, kekuatan, dan pembekalan ilmu. Atas karunia serta kemudahan yang Engkau berikan akhirnya skripsi ini dapat terselesaikan. Tak lupa shalawat serta salam selalu terlimpahkan kepada Nabi Muhammad SAW.

Saya persembahkan karya sederhana ini kepada:

Abah dan Ibu tercinta

Sebagai tanda bukti, hormat dan rasa terima kasih yang tiada terhingga sehingga karya ini saya persembahkan kepada orang tua saya, yaitu Ibu Khamsanah dan Abah Syahroji, yang telah memberikan kasih sayang, dukungan, ridho, dan cinta kasih yang tiada terhingga yang tidak mungkin dapat kubalas hanya dengan selembar kertas yang bertuliskan kata persembahan. Semoga ini menjadi langkah awal untuk membuat Ibu dan Abah bahagia karena kusadar, selama ini belum bisa berbuat lebih. Untuk Ibu dan Abah yang telah menjadi tempat bersandar, memberikan motivasi, dan doa yang tak pernah putus,
Terima kasih Ibu dan terima kasih Abah

Teman-teman

Terima kasih untuk kawan-kawanku, terkhusus sahabat-sahabatku yang selalu memberikan motivasi dan semangat untuk menyelesaikan skripsi ini.

&

Almameter tercinta
Universitas Lampung

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih sedalam-dalamnya kepada Hatchery PT. Maju Tambak Sumur (MTS) Kalianda, Lampung Selatan yang telah memberikan izin dan memfasilitasi kegiatan penelitian ini.

MOTTO

"Barangsiapa yang tidak mensyukuri yang sedikit, maka ia tidak akan mampu mensyukuri sesuatu yang banyak" (HR. Ahmad)

"Sesungguhnya jika kamu bersyukur, pasti kami akan menambah (nikmat) kepadamu, namun jika kamu mengingkari (nikmat-Ku), maka sesungguhnya azab-Ku sangatlah pedih" (QS. Ibrahim: 7)

"Cukuplah Allah (menjadi penolong) bagi kami dan Dia sebaik-baik pelindung"
(QS. Ali Imran: 173)

"Tawakal yaitu percaya penuh bahwa rencana Allah adalah rencana terbaik"
(Yasmin Mogahed)

"Hatiku tenang karena mengetahui bahwa apa yang melewatkanmu tidak akan pernah menjadi takdirmu, dan apa yang ditakdirkan untukmu tidak akan pernah melewatkanmu" (Umar bin Khattab)

SANWACANA

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan segala kasih, karunia, dan penyertaan-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Penggunaan *Water Probiotic* Suplemen *Bacillus* BR dalam Mene-kan Populasi Bakteri *Vibrio* sp. Pada Budidaya Udang Vaname *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931)”.

Dalam menyelesaikan skripsi ini, penulis banyak mendapat dukungan, masukan, bantuan, dorongan, saran, bimbingan dan kritik dari berbagai pihak. Maka dengan segenap kerendahan hati penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya 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, Universitas Lampung;
3. Dr. Munti Sarida, S.Pi., M.Sc., Ph.D selaku Ketua Program Studi Budidaya Perairan, Jurusan Perikanan dan Kelautan;
4. Dr. Supono., S.Pi., M.Si., selaku Pembimbing Utama yang telah memberikan bimbingan, waktu, arahan, kritik, dan saran dalam penyelesaian skripsi ini;
5. Yeni Elisdiana, S.Pi., M.Si. selaku Pembimbing Kedua dan Pembimbing Akademik yang telah memberikan arahan, ilmu, waktu, kritik, dan saran dalam penyelesaian skripsi ini;
6. Limin Santoso, S.Pi., M.Si., selaku Pembahas yang telah meluangkan waktu, arahan, masukan, kritik serta saran dalam penyelesaian skripsi ini;

7. Bapak arif selaku Teknisi dari Hatchery PT. Maju Tambak Sumur Kalianda yang telah mengizinkan untuk penelitian di Hatchery MTS;
8. Ayah, Ibu, serta keluarga yang telah banyak mendoakan dan memberikan semangat;
9. Teman-teman seperjuangan atau sahabat selama menjadi mahasiswa di Program Studi Budidaya Perairan: Erma Kusuma Wardani, Widuri Nayunda Sa-fitri, Nurfadila Maulana Hikmah, Diana Natasya yang telah memberi dukungan dan semangat;
10. Rekan-rekan mahasiswa budidaya perairan 2019 yang telah memberikan dukungan;

Dengan adanya skripsi ini, penulis berharap dapat membantu dan memberi informasi kepada teman-teman mahasiswa lainnya dan masyarakat umum. Dalam pembuatan skripsi ini telah dilakukan dengan segala usaha semaksimal mungkin. Namun tentunya masih ada banyak kekurangan dan keterbatasan dalam skripsi ini. Oleh karenanya diharapkan segala saran dan kritik untuk perbaikan dan penyempurnaan skripsi ini.

Bandar Lampung, 21 September 2023

Penulis

Siska Amelia

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	xiv
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR TABEL	xviii
DAFTAR LAMPIRAN	xix
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	3
1.3 Manfaat Penelitian.....	4
1.4 Kerangka Pikiran	4
1.5 Hipotesis.....	6
II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Biologi Udang Vaname (<i>Litopenaeus vannamei</i>).....	8
2.1.1 Klasifikasi dan Morfologi.....	8
2.1.2 Habitat dan Siklus Hidup.....	9
2.1.3 Kelangsungan Hidup dan Pertumbuhan.....	10
2.2 Probiotik	11
2.2.1 <i>Bacillus</i> sp.	12
2.3 Suplemen <i>Bacillus</i> BR.....	13
2.4 <i>Vibrio</i> sp.	14
2.5 <i>Total Organic Matter</i> (TOM).....	16
2.5 Kualitas Air.....	16
III. METODE PENELITIAN	
3.1 Waktu dan Tempat	19

3.2 Alat dan Bahan.....	19
3.3 Rancangan Penelitian.....	20
3.4 Prosedur Penelitian.....	21
3.4.1 Tahap Persiapan.....	21
3.4.2 Pelaksanaan Penelitian.....	22
3.4.3 Sampling Data.....	22
3.4.4 Pengamatan.....	22
3.5 Analisis Data.....	25
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	
4.1 Hasil.....	26
4.1.1 <i>Total Vibrio Count</i>	26
4.1.2 Total Bahan Organik.....	28
4.1.3 Tingkat Kelangsungan Hidup.....	29
4.1.4 Pertumbuhan Bobot Mutlak.....	30
4.1.5 Kualitas Air.....	31
4.2 Pembahasan.....	31
V. SIMPULAN DAN SARAN.....	
5.1 Simpulan	39
5.2 Saran.....	39
DAFTAR PUSTAKA.....	40
LAMPIRAN.....	47

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Profil bakteri <i>Vibrio</i> sp.	14
2. Alat yang digunakan dalam penelitian.	18
3. Bahan yang digunakan dalam penelitian.	19
4. Total bakteri vibrio pada air budi daya.	26
5. Total bakteri vibrio pada saluran pencernaan/usus	27
6. Kualitas air	30
7. Total vibrio pada media kultur budi daya.....	48
8. <i>Vibrio</i> koloni kuning.....	48
9. <i>Vibrio</i> koloni hijau	49
10. Total vibrio pada saluran pencernaan (usus) udang vaname.....	49
11. Total bakteri vibrio	50
12. Total bahan organik (<i>total organic matter</i>).....	50
13. Tingkat kelangsungan hidup	51
14. Pertumbuhan bobot mutlak	51
15. Uji normalitas bakteri vibrio koloni kuning	52
16. Uji homogenitas bakteri vibrio koloni kuning	52
17. Uji Anova bakteri vibrio koloni kuning	52
18. Uji normalitas bakteri vibrio koloni hijau	53
19. Uji homogenitas bakteri vibrio koloni hijau	53
20. Uji Anova bakteri vibrio koloni hijau.....	53
21. Uji Duncan bakteri vibrio koloni hijau minggu ke-1.....	54
22. Uji Duncan bakteri vibrio koloni hijau minggu ke-3.....	54
23. Uji Duncan bakteri vibrio koloni hijau minggu ke-5.....	54

24. Uji normalitas bakteri vibrio koloni kuning pada saluran pencernaan	55
25. Uji homogenitas bakteri vibrio koloni kuning pada saluran pencernaan	55
26. Uji Anova bakteri vibrio koloni kuning pada saluran pencernaan	55
27. Uji normalitas bakteri vibrio koloni hijau pada saluran pencernaan	56
28. Uji homogenitas bakteri vibrio koloni hijau pada saluran pencernaan.....	56
29. Uji Anova bakteri vibrio koloni hijau pada saluran pencernaan.....	56
30. Uji Duncan bakteri vibrio koloni hijau pada saluran pencernaan.....	57
31. Uji normalitas total bahan organik.....	57
32. Uji homogenitas total bahan organik	57
33. Uji Anova total bahan organik	57
34. Uji normalitas tingkat kelangsungan hidup.....	58
35. Uji homogenitas tingkat kelangsungan hidup	58
36. Uji Anova tingkat kelangsungan hidup	58
37. Uji normalitas pertumbuhan bobot mutlak.....	59
38. Uji homogenitas pertumbuhan bobot mutlak	59
39. Uji Anova pertumbuhan bobot mutlak	60

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Diagram alir kerangka pemikiran	5
2. Morfologi udang vaname (<i>Litopenaeus vannamei</i>)	7
3. Siklus hidup udang vaname (<i>Litopenaeus vannamei</i>)	9
4. <i>Bacillus</i> sp.	11
5. <i>Vibrio</i> sp.	13
6. Tata letak penelitian	19
7. Diagram total bahan organik.	28
8. Diagram tingkat kelangsungan hidup.	28
9. Diagram pertumbuhan bobot mutlak.	29
10. Pengecekan kualitas air	47
11. Pembuatan media TCBS.....	47
12. Bakteri vibrio koloni kuning (<i>yellow colony</i>).	47
13. Bakteri vibrio koloni hijau (<i>green colony</i>).....	47
14. Pengukuran bobot udang	47
15. Aktivasi probiotik	47

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Dokumentasi.....	47
2. Data hasil penelitian.....	48
3. Data hasil uji SPSS.	52

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) merupakan salah satu komoditas perikanan yang memiliki nilai ekonomi yang tinggi dan banyak diminati karena kandungan nilai gizi yang baik. KKP (2022) menyatakan bahwa produksi udang di Indonesia mencapai 1,21 juta ton dengan nilai Rp79,21 triliun pada tahun 2021. Jumlah tersebut naik 9,20% dibandingkan dengan tahun sebelumnya sebesar 1,11 juta ton dengan nilai Rp66,53 triliun (KKP, 2022). Sebagai salah satu komoditas unggulan nasional, udang selalu menjadi pilihan untuk bisa dilibatkan dalam upaya peningkatan pendapatan negara dan menggapai target kenaikan produksi hingga 250% pada tahun 2024 mendatang. Untuk mewujudkan hal tersebut, Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya (DJPB) Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP) mendorong program terobosan untuk meningkatkan produktivitas dan kontinuitas budi daya udang di Indonesia. Adapun strategi yang dilakukan yakni dengan melakukan revitalisasi tambak udang tradisional menjadi tambak udang semi intensif. Hal ini karena budi daya udang vaname dengan pola intensif, terlebih super intensif, merupakan sistem budi daya masa depan dengan padat tebar yang tinggi dan juga produktivitas yang tinggi (Herdianti *et al.*, 2015). Namun demikian, sistem budi daya super intensif memiliki konsekuensi yaitu dapat menyebabkan menurunnya kualitas air budi daya, seperti peningkatan limbah akuakultur berupa bahan organik, sisa pakan, feses, dan peningkatan densitas fitoplankton serta meningkatkan perkembangan bakteri patogen, yang dapat menyebabkan kematian kultivan budi daya (Herdianti *et al.*, 2015).

Salah satu penyebab penyakit adalah kualitas air yang mengalami penurunan karena adanya pencemaran lingkungan. Penyakit adalah salah satu faktor pembatas dalam budi daya udang vaname karena menjadi penyebab kegagalan budi daya

udang akibat tingginya tingkat mortalitas udang budi daya yang dapat disebabkan oleh infeksi virus maupun bakteri patogen (Nindarwi & Yanuhar, 2013). Bakteri patogen dapat menyerang larva udang pada saat udang dalam keadaan stres dan lemah. Salah satu bakteri patogen yang sering menyebabkan penyakit pada udang budi daya yaitu bakteri *Vibrio* sp. Bakteri *Vibrio* sp. dapat hidup di perairan budi daya dan dapat mengancam kehidupan udang budi daya. *Vibrio* sp. sering dikatakan bakteri patogen oportunistik. Akibat dari infeksi mikroorganisme patogen tersebut, banyak kultivan yang dibudidayakan mengalami kematian massal dan menyebabkan pembudi daya mengalami kerugian ekonomi yang cukup tinggi.

Dalam mengatasi permasalahan budi daya yang diakibatkan oleh bakteri patogen, perlu adanya penerapan teknologi yang aman agar produksi udang meningkat serta dapat mencegah adanya sumber penyakit yang berasal dari faktor fisika, kimia, ataupun dari faktor biologinya. Teknologi yang diharapkan adalah teknologi yang murah, praktis, dan juga tepat guna. Salah satu teknologi yang dapat diaplikasikan pada budi daya udang adalah melalui penggunaan probiotik. Pada umumnya, probiotik dapat didefinisikan sebagai mikroorganisme yang memiliki kemampuan untuk memodifikasi komposisi bakteri dalam air, saluran pencernaan hewan akuatik, dan sedimen serta dapat digunakan untuk suplemen pakan atau *feed additive* yang dapat meningkatkan kesehatan inang dan juga dapat berperan sebagai agen bio-kontrol (Flores, 2011). Verschuere *et al.* (2000) menyatakan bahwa probiotik adalah agen mikroba hidup yang mampu memberikan keuntungan bagi inang dengan memodifikasi komunitas mikroba atau berasosiasi dengan inang, memperbaiki nilai nutrisi dan pemanfaatan pakan, meningkatkan respons inang terhadap penyakit, dan memperbaiki kualitas lingkungan. Salah satu jenis bakteri yang banyak dimanfaatkan sebagai probiotik dalam akuakultur adalah genus *Bacillus*.

Pada penelitian sebelumnya penggunaan probiotik yang terdiri dari *Bacillus* sp., *Pseudomonas* sp., *Nitrosomonas* sp., *Aerobacter* sp., dan *Nitrobacter* sp. menunjukkan adanya interaksi yang menghasilkan berbagai jenis enzim yang dapat menghambat pertumbuhan bakteri lain, seperti bakteri *Vibrio* sp. (Mustafa *et al.*, 2019). Hal ini sesuai dengan pendapat yang dikemukakan oleh Kauffman *et al.* (2000) bahwa sifat suatu organisme yang bersimbiosis dengan mikroorganisme

lain, kerja menjadi lebih optimal dalam menghadapi organisme lain, hal tersebut dikenal sebagai *quorum sensing*.

Selain bakteri probiotik yang dapat dimanfaatkan, mineral dan enzim kompleks juga sangat berguna dalam budi daya udang vaname. Mineral merupakan komponen anorganik yang dibutuhkan oleh makhluk hidup, termasuk udang. Udang menyerap beberapa mineral, tidak hanya yang berasal dari pakan tapi juga berasal dari lingkungan perairan. Mineral menjadi komponen penunjang proses fotosintesis bagi mikroorganisme, seperti plankton pada tambak. Jika plankton pada tambak dalam keadaan stabil, kondisi lingkungan tambak juga akan semakin baik. Dengan begitu, udang tidak akan mudah terserang penyakit. Dibuktikan juga oleh penelitian Kurniawan *et al.* (2021) bahwa penggunaan mineral (MgO, CaCO₃, HCO₃, NaCl, KCl, H₃PO₄) dapat meningkatkan pertumbuhan dari udang vaname, sedangkan enzim sangat berperan besar dalam proses pencernaan udang terhadap pakan yang didapat dari luar agar bisa dirubah menjadi bahan nutrisi atau senyawa yang lebih sederhana dan mudah diserap oleh udang yang dimanfaatkan untuk tumbuh dan bertahan hidup.

Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang bagaimana pengaruhnya jika *Bacillus* dan mikroorganisme berharga lain, mineral (SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃, Na₂O₃, CaO, MgO, TiO₂, Mn, Zn) dan enzim nabati kompleks dikombinasikan menjadi *water probiotic* suplemen *Bacillus* BR sebagai solusi dalam menangani permasalahan yang sering terjadi pada budi daya udang vaname, yaitu untuk menekan populasi vibrio yang sering menjadi kendala terbesar bagi pembudi daya udang vaname.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini yaitu menganalisis pengaruh penggunaan *water probiotic* suplemen *Bacillus* BR dalam menekan populasi bakteri *Vibrio* sp. dalam media budi daya dan pencernaan udang vaname (*Litopenaeus vannamei*).

1.3 Manfaat Penelitian

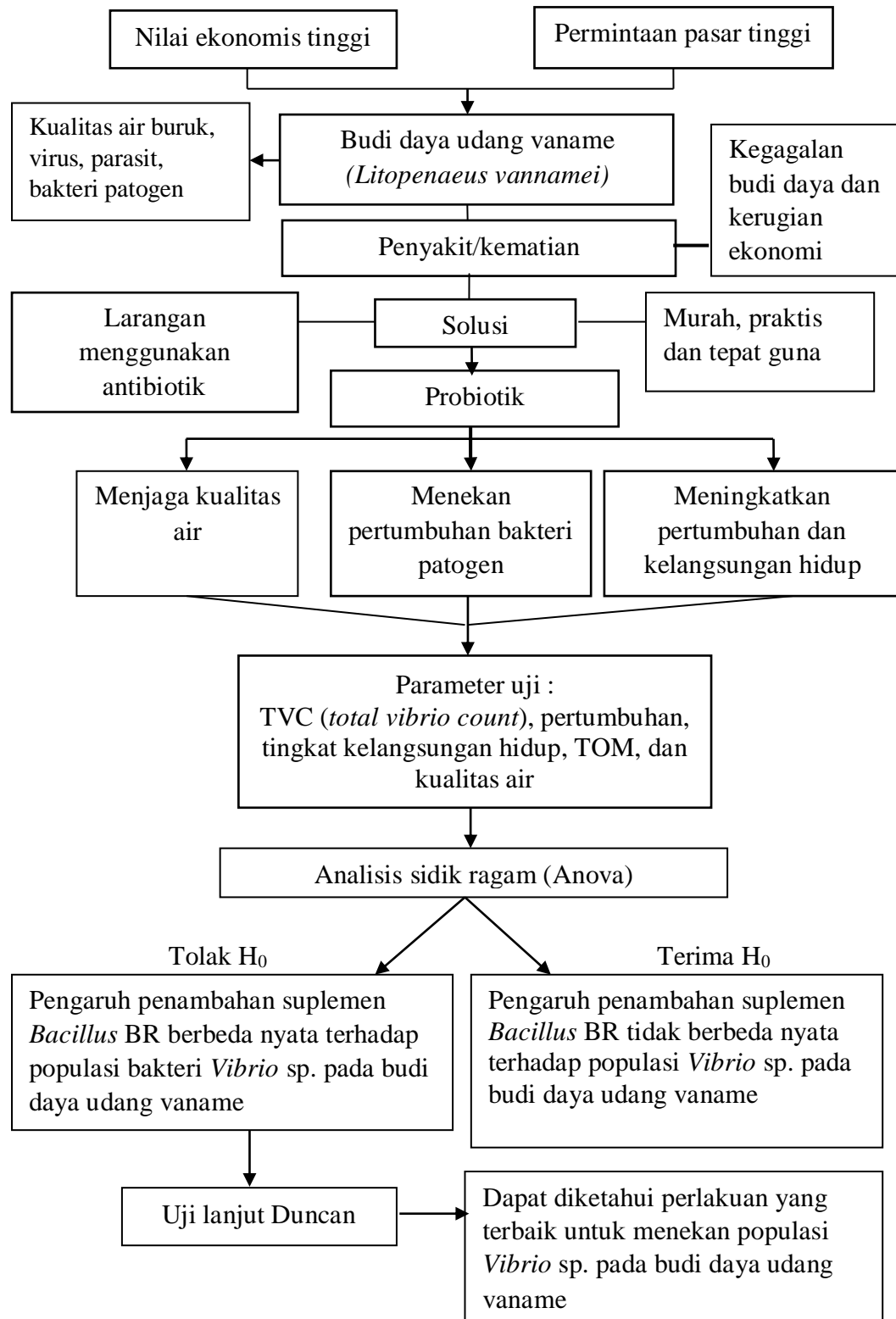
Manfaat dari penelitian ini yaitu dapat mengetahui pengaruh dari kombinasi *Bacillus* dengan mikroorganisme probiotik lainnya, enzim dan mineral dalam bentuk suplemen *Bacillus* BR untuk menekan populasi bakteri *Vibrio* sp. yang sering menjadi kendala dalam budi daya udang vaname.

1.4 Kerangka Pemikiran

Udang vaname merupakan komoditas yang berkontribusi penting dalam sektor budi daya perikanan di Indonesia. Udang vaname memiliki peran yang nyata dalam menggantikan agroindustri udang asli Indonesia, yaitu udang windu (*Penaeus monodon*) yang mengalami penurunan dan gagal produksi akibat faktor teknis maupun non teknis. Dari segi ekonomis, vaname merupakan jenis udang yang memiliki prospek ekonomis yang tinggi karena digemari banyak orang. Oleh karena itu, para pembudi daya ikan dan petambak banyak yang beralih ke udang vaname yang menyebabkan pesatnya pertumbuhan komoditas dari udang vaname. Dalam budi daya udang vaname, salah satu faktor yang menyebabkan kegagalan dalam budi daya adalah penyakit, baik penyakit yang disebabkan oleh kualitas air, virus, parasit, ataupun bakteri patogen. Salah satu bakteri patogen yang sering ditemukan dalam budi daya udang adalah bakteri *Vibrio* sp. Bakteri ini dapat hidup di perairan khususnya perairan budi daya sehingga dapat mengancam kehidupan udang yang dibudidayakan. *Vibrio* sp. sering dikatakan bakteri patogen oportunistik. Akibat infeksi *Vibrio* sp. banyak udang budi daya yang mengalami kematian massal sehingga menimbulkan kerugian ekonomi yang cukup tinggi.

Dalam pencegahan penyakit ini, penggunaan antibiotik tidak diperbolehkan karena menyebabkan residu yang memiliki efek buruk terhadap kesehatan manusia yang mengonsumsinya. Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk mencegah penyakit, baik yang disebabkan oleh penurunan kualitas air maupun patogen, adalah dengan menggunakan probiotik. Cara ini sangat aman digunakan karena tidak menyebabkan residu ataupun menyebabkan pencemaran lingkungan. Pada penelitian ini, probiotik yang digunakan adalah suplemen *Bacillus* BR yang dicampurkan ke dalam air budi daya yang diharapkan dapat tetap menjaga kualitas air serta

menekan pertumbuhan dari bakteri patogen termasuk bakteri *Vibrio* sp. Diagram alir kerangka pemikiran dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Kerangka pemikiran penelitian

1.4 Hipotesis

Hipotesis dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Kelimpahan vibrio dalam media budi daya

H_0 : semua $\tau_i = 0$: Penggunaan suplemen probiotik *Bacillus* BR tidak menghasilkan pengaruh yang berbeda nyata terhadap populasi bakteri *Vibrio* sp. pada media air budi daya udang vaname (*Litopenaeus vannamei*).

H_1 : minimal ada satu $\tau_i \neq 0$: Penggunaan suplemen probiotik *Bacillus* BR minimal memberikan satu pengaruh yang berbeda nyata terhadap populasi bakteri *Vibrio* sp. pada media air budi daya udang vaname (*Litopenaeus vannamei*).

2. Kelimpahan vibrio dalam saluran pencernaan udang

H_0 : semua $\tau_i = 0$: Penggunaan suplemen probiotik *Bacillus* BR tidak menghasilkan pengaruh yang berbeda nyata terhadap populasi bakteri *Vibrio* sp. dalam saluran pencernaan udang vaname (*Litopenaeus vannamei*).

H_1 : minimal ada satu $\tau_i \neq 0$: Penggunaan suplemen probiotik *Bacillus* BR minimal memberikan satu pengaruh yang berbeda nyata terhadap populasi bakteri *Vibrio* sp. dalam saluran pencernaan udang vaname (*Litopenaeus vannamei*).

3. Total bahan organik

H_0 : semua $\tau_i = 0$: Penggunaan suplemen probiotik *Bacillus* BR tidak menghasilkan pengaruh yang berbeda nyata terhadap total bahan organik pada media air budi daya udang vaname (*Litopenaeus vannamei*).

H_1 : minimal ada satu $\tau_i \neq 0$: Penggunaan suplemen probiotik *Bacillus* BR minimal memberikan satu pengaruh yang berbeda nyata terhadap total bahan organik pada media air budi daya udang vaname (*Litopenaeus vannamei*).

4. Tingkat kelangsungan hidup

H_0 : semua $\tau_i = 0$: Penggunaan suplemen probiotik *Bacillus* BR tidak menghasilkan pengaruh yang berbeda nyata terhadap tingkat kelangsungan hidup udang vaname (*Litopenaeus vannamei*).

H_1 : minimal ada satu $\tau_i \neq 0$: Penggunaan suplemen probiotik *Bacillus* BR minimal memberikan satu pengaruh yang berbeda nyata terhadap tingkat kelangsungan hidup udang vaname (*Litopenaeus vannamei*).

5. Pertumbuhan bobot mutlak

H_0 : semua $\tau_i = 0$: Penggunaan suplemen probiotik *Bacillus* BR tidak menghasilkan pengaruh yang berbeda nyata terhadap pertumbuhan bobot mutlak udang vaname (*Litopenaeus vannamei*).

H_1 : minimal ada satu $\tau_i \neq 0$: Penggunaan suplemen probiotik *Bacillus* BR minimal memberikan satu pengaruh yang berbeda nyata terhadap pertumbuhan bobot mutlak udang vaname (*Litopenaeus vannamei*).

II. TINJAUAN PUSTAKA

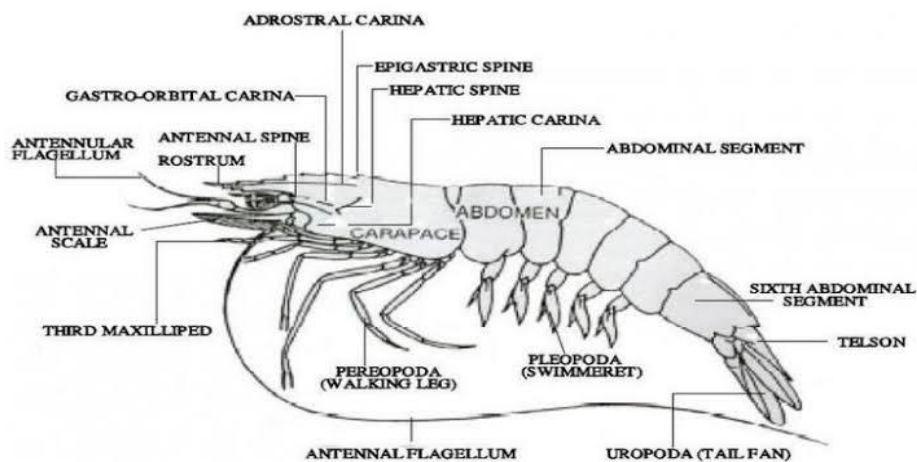
2.1 Biologi Udang Vaname

2.1.1 Klasifikasi dan Morfologi

Klasifikasi udang vaname menurut Wyban & Sweeney (1991) :

Phylum	: Arthropoda
Class	: Crustacea
Subclass	: Malacostraca
Series	: Eumalacostraca
Superordo	: Eucarida
Ordo	: Decapoda
Famili	: Penaeidae
Genus	: <i>Penaeus</i>
Subgenus	: <i>Litopenaeus</i>
Species	: <i>Litopenaeus vannamei</i>

Morfologi udang vaname dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Morfologi udang vaname (*Litopenaeus vannamei*)
Sumber: Wyban & Sweeney (1991)

Udang vaname termasuk genus *Penaeus* yang dicirikan oleh adanya gigi pada rostrum bagian atas dan bawah, mempunyai dua gigi di bagian ventral dari rostrum dan gigi 8-9 di bagian dorsal serta mempunyai antena panjang (Elovaara, 2001). Tubuh udang vaname berwarna putih transparan sehingga lebih umum dikenal sebagai “white shrimp”. Namun, ada juga yang berwarna kebiruan karena lebih dominannya kromatofor biru. Panjang tubuh dapat mencapai 23 cm. Tubuh udang vaname dibagi menjadi dua bagian, yaitu kepala (*thorax*) dan perut (*abdomen*), sedangkan pada bagian perut (*abdomen*) udang vaname terdiri dari enam ruas dan pada bagian abdomen terdapat lima pasang kaki renang dan sepasang uropoda (mirip ekor) yang membentuk kipas bersama telson.

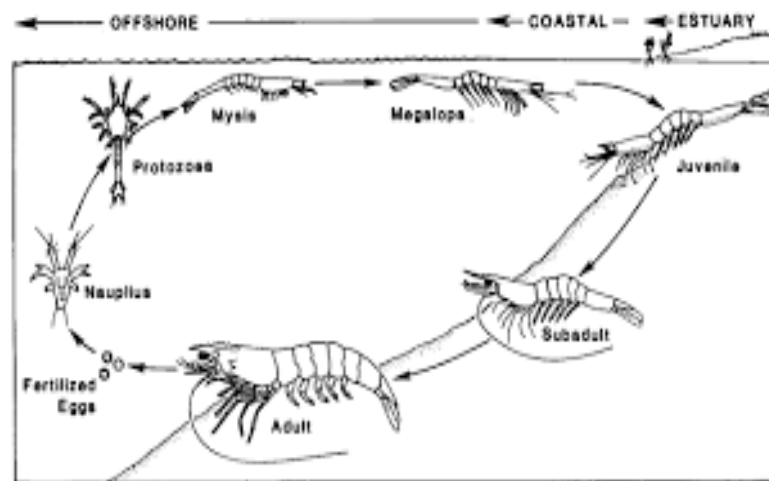
Kepala udang vaname terdiri dari antena, antenula, 3 pasang *maxilliped* dan 5 pasang kaki berjalan (*periopoda*) atau kaki sepuluh (*decapoda*). *Maxilliped* sudah mengalami modifikasi dan berfungsi sebagai organ untuk makan. Pada ujung *periopoda* beruas-ruas berbentuk capit (*dactylus*). *Dactylus* ada pada kaki ke-1, ke-2, dan ke-3. Haliman & Adijaya (2005) mengemukakan bahwa sifat-sifat yang dimiliki oleh udang vaname yaitu bersifat nokturnal atau aktif pada malam hari atau kondisi gelap, bersifat *euryhaline* yaitu dapat hidup pada kisaran salinitas yang luas 15-30 ppt, bersifat kanibal, tipe pemakan lambat tetapi terus menerus (*continuous feeder*), menyukai hidup di dasar (bentik) dan mencari makan lewat organ sensor (*chemoreceptor*).

2.1.2 Habitat dan Siklus Hidup

Udang vaname merupakan udang asli di perairan Amerika Latin, dengan kondisi iklim subtropis dan lebih suka hidup di kedalaman sekitar 70 meter di habitat aslinya. Udang vaname bersifat nokturnal atau aktif mencari makan di malam hari. Proses kawin udang vaname ditandai dengan lompatan tiba-tiba dari betina. Saat melompat, betina melepaskan sel telur dan pada saat yang sama udang jantan melepaskan sperma, kemudian telur dan sperma bertemu sehingga proses kawin memakan waktu sekitar 1 menit.

Sepasang udang vaname berukuran 30-45 g dapat bertelur hingga 100.000-250.000 butir telur. Daur hidup udang vaname terdiri dari stadia naupli, stadia

zoea, stadia mysis, stadia post larva, stadia juvenil dan udang dewasa. Pada stadia naupli larva berukuran 0,32-0,59 mm, sistem pencernaannya belum sempurna, dan makanannya masih disimpan dalam bentuk kuning telur. Tahap zoea terjadi setelah larva ditebar pada bak pemeliharaan sekitar 15-24 jam, larva sudah berukuran 1,05-3,30 mm dan pada stadia ini benur mengalami 3 kali *moulting*. Pada tahap ini, benur sudah bisa diberi makan yang berupa artemia. Pada stadia mysis benur udang sudah menyerupai bentuk udang yang dicirikan dengan sudah terlihatnya ekor kipas (*uropoda*) dan ekor (*telson*). Selain itu, udang telah mencapai tahap post larva, dimana pada stadia ini udang sudah menyerupai udang dewasa. Hitungan stadianya sudah menggunakan hitungan hari yaitu, PL1 berarti post larva berumur satu hari pada stadia ini udang sudah mulai bergerak aktif (Haliman & Adijaya, 2005). Setelah tahap post larva dilanjutkan dengan tahap juvenil untuk kemudian menjadi udang dewasa. Siklus hidup udang vaname dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Siklus hidup udang vaname
Sumber: Wyban & Sweeney (1991)

2.1.3 Kelangsungan Hidup dan Pertumbuhan

Udang vaname merupakan varietas udang yang memiliki keunggulan yaitu waktu pemeliharaan yang lebih pendek dan tahap terhadap penyakit dan kualitas lingkungan hidup yang rendah terkait dengan kelangsungan hidup udang (Arifin *et al.*, 2005). Selain memengaruhi kelangsungan hidup, kualitas lingkungan juga dapat memengaruhi pertumbuhan. Pertumbuhan didefinisikan sebagai perubahan

ukuran, baik bobot maupun panjang dalam suatu periode waktu tertentu. Pertumbuhan larva dan pasca larva udang merupakan perpaduan antara proses perubahan struktur melalui metamorfosis dan ganti kulit. Semakin sering udang molting, maka pertumbuhan udang juga akan semakin cepat. Salah satu faktor yang memengaruhi pertumbuhan dan mortalitas udang adalah makanan. Menurut Avnimelech (1999), udang hanya dapat meretensi protein pakan sekitar 16,3- 40,87% dan sisanya dibuang dalam bentuk produk ekskresi, residu pakan dan feses.

Selain faktor makanan, kualitas air tambak yang baik akan mendukung pertumbuhan dan perkembangan udang vaname secara optimal (Haliman & Adijaya, 2005). Oleh karena itu, kualitas air tambak perlu diperiksa dan dikontrol secara seksama yaitu seperti suhu, pH, salinitas, dan DO. Suhu optimal untuk pertumbuhan udang vaname adalah berkisar antara 26-32°C. Jika suhu lebih dari angka optimum, maka metabolisme udang akan berlangsung cepat dan kebutuhan oksigen akan meningkat. Salinitas dan pH air di tambak berhubungan erat dengan keseimbangan ionik dan proses osmoregulasi di dalam tubuh udang. Udang muda yang berumur antara 1-2 bulan memerlukan kadar garam (pH) yang berkisar antara 15-25 ppt agar pertumbuhannya dapat optimal. Setelah umurnya lebih dari dua bulan, pertumbuhan relatif baik pada kisaran salinitas 5-30 ppt.

2.2 Probiotik

Salah satu teknologi yang dapat diaplikasikan pada budi daya udang adalah melalui penggunaan probiotik. Menurut Flores (2011), probiotik umumnya didefinisikan sebagai mikroorganisme yang memiliki kemampuan untuk memodifikasi komposisi bakteri dalam saluran pencernaan hewan akuatik, air, dan sedimen serta dapat digunakan untuk suplemen pakan yang dapat meningkatkan kesehatan inang dan berperan sebagai agen biokontrol. Probiotik berfungsi untuk memperbaiki kualitas air, meningkatkan respon imun dan nutrisi, dan menyingkirkan bakteri yang bersifat patogen. Probiotik digunakan untuk mengatasi bakteri patogen dan memperbaiki kualitas air. Gunarto *et al.* (2016) menyatakan bahwa probiotik memiliki keuntungan yang dapat digunakan untuk mengendalikan patogen pada inang dan lingkungan, menstimulasi imunitas udang dan sebagai perbaikan kualitas air. Selain menjaga atau mengendalikan patogen di lingkungan budi daya, probiotik juga

dapat berperan mengendalikan bakteri patogen pada saluran pencernaan ikan atau udang budi daya.

Selain berperan dalam mengendalikan bakteri patogen maupun kualitas air, probiotik juga dapat berperan dalam meningkatkan pertumbuhan dan sintasan. Penelitian Yudiati (2010), menunjukkan bahwa nilai pertumbuhan dan sintasan pada udang vaname yang diberikan probiotik mengalami peningkatan, dengan nilai pertumbuhan dan sintasan masing-masing 8 g/ekor dan 97,33 %. Hal ini juga sesuai dengan yang dikemukakan oleh Gunarto & Hendrajat (2008), penambahan bakteri probiotik ke wadah pemeliharaan udang vaname dapat berfungsi sebagai komplemen sumber pakan atau kontribusi pada sistem pencernaan makanannya dan juga menekan populasi bakteri patogen karena bakteri probiotik mampu menghasilkan bahan anti bakteri misalnya respon kekebalan, terutama sintasan dan pertumbuhan udang. Salah satu bakteri yang sering dijadikan probiotik dalam budi daya komoditas perairan yaitu *Bacillus* sp.

2.2.1 *Bacillus* sp.

Klasifikasi *Bacillus* adalah sebagai berikut:

Kingdom	: Bacteria
Filum	: Firmicutes
Class	: Bacilli
Ordo	: Bacillales
Famili	: Bacilliaceae
Genus	: <i>Bacillus</i>
Species	: <i>Bacillus subtilis</i> , <i>Bacillus megaterium</i> , <i>Bacillus licheniformis</i>

Bentuk bakteri *Bacillus* dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. *Bacillus* sp.

Sumber: Jawetz *et al.* (2007)

Bacillus memiliki bentuk batang, *Bacillus* sebagian motil, flagellumnya khas lateral, membentuk endospora dimana endosporanya tidak lebih dari satu sel sporangium, merupakan bakteri gram positif dan bersifat aerobik sejati atau anaerobik fakultatif. Ciri pembeda yang menonjol dari bakteri ini adalah kemampuannya dalam membentuk endospora. Endosporanya memiliki resistensi tinggi terhadap panas dan dapat bertahan hidup lama (Pelczar & Chan, 2010). *Bacillus subtilis* berperan dalam dekomposisi awal terhadap bahan organik (Voset *et al.*, 2009). *Bacillus* membutuhkan kondisi tertentu untuk mencapai pertumbuhan yang optimal. Suhu yang diperlukan untuk pertumbuhan optimal sebesar 28-30°C, sedangkan suhu minimal pada pertumbuhannya sebesar 5-20°C dan suhu maksimal sebesar 45-55°C. Selain itu, faktor pertumbuhan yang penting bagi *Bacillus* adalah pH sebesar 5,5-8,5. Batas pH untuk pertumbuhan *Bacillus* belum ditentukan (Voset *et al.*, 2009). Salah satu jenis bakteri *Bacillus* yaitu *Bacillus subtilis* yang diberikan pada hewan akuatik mampu meningkatkan pertumbuhan dan resisten terhadap infeksi bakteri patogen *Vibrio* sp. Hal ini mungkin dipengaruhi oleh keberadaan bakteri probiotik yang meningkatkan sistem imunitas tubuh inang tersebut. Aplikasi probiotik di air pemeliharaan telah dilaporkan mampu memperbaiki kualitas air (Rengpipat *et al.*, 2000).

2.3 Suplemen *Bacillus* BR

Suplemen *Bacillus* BR adalah *water probiotic* yang mengandung *Bacillus* sp. dan mikroorganisme probiotik lainnya, zat atau enzim utama (enzim kompleks nabati), dan mineral yaitu SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃, Na₂O₃, CaO, MgO, TiO₂, Mn, Zn dan 30 lainnya. Suplemen *Bacillus* BR diharapkan dapat menekan berbagai proliferasi dan generasi mikroorganisme patogen, menekan eutrofikasi dan generasi algae berbahaya, meningkatkan pertumbuhan atau bobot udang 25-40%, menurunkan angka kematian udang, menguatkan sistem kekebalan udang, meningkatkan *volume* oksigen terlarut, ekspansi kemampuan pembersihan kualitas air, penurunan zat organik sedimen, pengurangan nitrogen nitrat, dan meningkatkan mikroorganisme yang berguna untuk perairan.

2.4 *Vibrio* sp.

Klasifikasi bakteri *Vibrio* adalah sebagai berikut:

Kingdom : Bacteria

Phylum : Proteobacteria

Class : Gammaproteobacteria

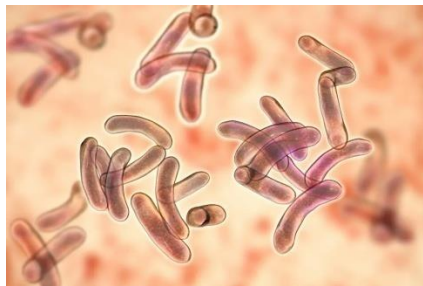
Ordo : Vibrionales

Family : Vibrionaceae

Genus : *Vibrio*

Species : *Vibrio cholerae*, *Vibrio harveyii*, *Vibrio parahaemolyticus*, *Vibrio vulnificus*, *Vibrio fluvialis*, *Vibrio mimicus*, *Vibrio hollisae*, *Vibrio damsela*, *Vibrio anginolyticus*, *Vibrio metschnikovii* (Jawetz *et al.*, 2007).

Beberapa spesies bakteri *Vibrio* yang patogenik di antaranya, yaitu *V. harveyii*, dan *V. parahaemolyticus* (Soedarto, 2015). Bentuk bakteri vibrio dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. *Vibrio* sp
Sumber: Alune (2021)

Penurunan produksi udang salah satunya disebabkan oleh penyakit, baik itu penyakit virus maupun bakteri. Vibriosis adalah salah satu penyakit yang menyerang udang, kerang-kerangan, dan ikan pada semua fase kehidupan. Vibriosis disebabkan oleh beberapa bakteri spesies *Vibrio*. Vibriosis telah banyak menyebabkan kematian pada tambak udang di seluruh dunia. Mortalitas akibat vibriosis terjadi ketika udang dalam kondisi stres yang disebabkan beberapa faktor, antara lain: kualitas air kolam yang buruk, kepadatan populasi, suhu air tinggi, rendahnya oksigen terlarut, dan pertukaran air yang sedikit. Pada udang dewasa vibriosis menunjukkan *hypoxic*, badan berwarna kemerahan, insang berwarna kecoklatan, berkurangnya nafsu makan, kelesuan, dan berenang dengan lambat ketepian permukaan kolam. Infeksi akibat *Vibrio* sp. pada hepatopankreas menunjukkan kerusakan

vakuola yang mengindikasikan rendahnya simpanan lemak dan glikogen. *Vibrio* sp. juga menyebabkan penyakit kaki merah pada fase juvenil hingga udang dewasa yang menyebabkan mortalitas hingga 95% selama musim panas. Infeksi oleh *V. harveyii* dan *V. splendidus* menyebabkan *luminescence* pada postlarva, juvenil, dan dewasa. Infeksi pada post larva menunjukkan pengurangan motilitas, reduksi fototaksis dan kekosongan usus.

Pada kondisi salinitas yang tinggi vibriosis disebabkan oleh spesies *V. harveyii*. Dalam beberapa kasus *Vibrio* sp. hanya menyebabkan penyakit ketika organisme inang mengalami penekanan sistem imun atau stres dengan frekuensi infeksi sering terjadi pada kondisi lingkungan yang buruk dan suhu tinggi atau panas. Vibriosis dapat menyerang udang dari fase larva hingga dewasa. *Vibrio harveyii* bersifat oportunistik, yaitu organisme yang dalam keadaan normal ada di lingkungan pemeliharaan yang bersifat saprofitik dan berkembang menjadi patogenik apabila kondisi lingkungan dan inangnya memburuk. Bakteri ini tumbuh secara optimal pada suhu 30°C, salinitas antara 20-30 ppt dengan pH 7,0 dan bersifat anaerobik fakultatif, yaitu dapat hidup baik dengan atau tanpa adanya oksigen.

Vibrio sp. adalah bakteri gram negatif berbentuk batang melengkung (seperti koma), hidup anaerob fakultatif di air asin, tidak membentuk spora, dan uji positif pada oksidase. Semua anggota bakteri ini aktif bergerak (motil) dengan flagel di ujung sel dan mempunyai selubung (Soedarto, 2015). *Vibrio* sp. merupakan bakteri yang paling banyak ditemukan pada permukaan air di seluruh dunia. *Vibrio* sp. dapat ditemukan di laut dan perairan dangkal (Jawetz *et al.*, 2007). Profil dari bakteri *Vibrio* sp. disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Profil bakteri *Vibrio* sp.

Profil	Ciri-ciri
Gram	- (negatif)
Bentuk	Batang melengkung
Rentang Suhu	20-35°C
Katalase	+
Pembentuk spora	-
Motil	+
Aerob/Anaerob	Fakultif

Sumber: Feliatra (2001)

2.5 Total Bahan Organik

Total bahan organik atau *total organic matter* (TOM) menggambarkan kandungan bahan organik total suatu perairan yang terdiri dari bahan organik terlarut, tersuspensi (*particulate*) dan koloid. Bahan organik merupakan bahan bersifat kompleks dan dinamis berasal dari sisa tanaman dan hewan yang terdapat di dalam tanah yang mengalami perombakan. Bahan ini terus-menerus mengalami perubahan bentuk karena dipengaruhi oleh faktor fisika, kimia dan biologi. Dekomposisi bahan organik dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain susunan residu, suhu, pH, dan ketersediaan zat hara dan oksigen (Rakhman, 1999). Kandungan bahan organik di perairan akan mengalami fluktuasi yang disebabkan bervariasinya jumlah masukan, baik dari domestik, pertanian, industri maupun sumber lainnya. Kandungan bahan organik dalam perairan akan mengalami peningkatan yang disebabkan buangan dari rumah tangga, pertanian, industri, hujan, dan aliran air permukaan. Pada musim kemarau kandungan bahan organik akan meningkat sehingga akan meningkatkan pula kandungan unsur hara perairan dan sebaliknya pada musim hujan akan terjadi penurunan karena adanya proses pengenceran. Bahan organik laut berasal dari bahan organik terlarut dan organik bebas. Bahan organik terlarut meliputi bahan organik transpersi dan koloid yang lulus dari saringan 0,5 N, sedangkan bahan organik bebas mempunyai diameter lebih dari 0,5 μm .

Menurut Adiwijaya *et al.* (2003), bahwa kisaran optimal bahan organik pada budi daya udang vaname adalah <55 mg/L. kandungan bahan organik yang tinggi lebih dari 60 mg/L menunjukkan kualitas air yang menurun (Murdjani *et al.*, 2007).

Menurut Wyban & Sweeney (1991), bahwa batas maksimum bahan organik pada budi daya udang vaname yakni 88,4 mg/L. Bahan organik yang terkandung dalam suatu perairan berada dalam bentuk tersuspensi, koloid, terlarut, maupun dalam bentuk partikulat. Di antara bentuk-bentuk tersebut kandungan bahan organik dalam bentuk terlarut umumnya memiliki kadar yang lebih besar dibandingkan dengan bentuk-bentuk lainnya.

2.6 Kualitas Air

Udang dapat hidup normal bila lingkungan airnya mempunyai kualitas yang sesuai untuk kehidupannya. Parameter kualitas air yang tidak sesuai dapat berakibat

fatal bagi kehidupan udang, antara lain suhu dan oksigen terlarut atau *dissolved oxygen* (DO). Kadar oksigen terlarut sebagai parameter hidrobiologis, dianggap sangat penting karena sangat menentukan kehidupan udang, baik untuk kelangsungan hidup maupun pertumbuhannya. Hal ini yang menyebabkan DO adalah salah satu penyebab utama kematian dan keterlambatan pertumbuhan udang pada tambak semi intensif maupun intensif. Pada malam hari suhu menjadi rendah yang diikuti dengan meningkatnya aktivitas fitoplankton, sering mengakibatkan turunnya kandungan oksigen (Amri & Kanna, 2008). Pada siang hari, tambak akan memiliki angka DO yang cenderung tinggi karena adanya proses fotosintesis plankton yang menghasilkan oksigen. Menurut Edhy *et al.* (2010), DO yang baik adalah >4 mg/L, sedangkan berdasarkan SNI 01-7246-2006 adalah $>3,5$ mg/L. Oksigen sangat dipengaruhi oleh salinitas, suhu dan tekanan atmosfer. Selain itu, oksigen sangat berpengaruh terhadap daya larut dan ketersediaan nutrisi penting dalam air.

Tingkat derajat keasaman (pH) pada kolom air berfluktuasi sesuai dengan kegiatan fotosintetik dan pernafasan yang terjadi, yaitu mulai dari angka rendah pada waktu fajar sampai tinggi pada pertengahan sore. Menurut Mujiman (2006), pH air tambak udang dapat berubah menjadi asam karena meningkatnya benda-benda membusuk dari sisa-sisa pakan atau yang lain. Haliman & Adijaya (2005) menyatakan bahwa kisaran nilai pH yang ideal untuk pertumbuhan udang adalah 7,5-8,5. Menurut Wayan *et al.* (2010), kondisi pH 4-6 tidak memengaruhi kelulushidupan udang, tetapi hanya menghambat pertumbuhan.

Nilai optimum salinitas pada budi daya udang vaname yaitu 15-25 ppt (SNI, 2006). Pada rentang kadar garam optimal (12-20 ppt) energi yang digunakan untuk mengatur keseimbangan kepekatan cairan tubuh dan air tambak (osmoregulasi) cukup rendah sehingga sebagian besar energi asal pakan dapat digunakan untuk pertumbuhan. Pada salinitas tinggi, pertumbuhan udang menjadi lambat karena proses osmoregulasi terganggu. Apabila salinitas meningkat maka pertumbuhan udang akan melambat karena energi lebih banyak terserap untuk proses osmoregulasi dibandingkan dengan pertumbuhan. Menurut Buwono (1993), salinitas air terlalu tinggi dapat menghambat terjadinya proses ganti kulit (*moulting*).

Suhu berbanding terbalik dengan konsentrasi jenuh oksigen terlarut (Boyd, 1996). Menurut SNI 01-7246-2006, suhu yang baik untuk budidaya udang vaname adalah 28,5-31,5 °C. Pada suhu 18-25 °C udang masih bisa hidup, tetapi nafsu makannya akan menurun (Poernomo, 2004). Pada suhu tinggi bersamaan pH yang tinggi, laju keseimbangan amonia lebih cepat sehingga cenderung terjadi peningkatan NH_3 sampai pada konsentrasi yang memengaruhi pertumbuhan udang, peningkatan ini dapat mengakibatkan kematian pada udang akibat keracunan. Menurut Edhy *et al.* (2010), suhu optimal untuk pertumbuhan udang berkisar antara 26-32°C, suhu <26°C akan mengganggu nafsu makan udang, dan apabila suhu lebih dari angka optimum maka metabolisme dalam tubuh udang akan berlangsung cepat (Haliman & Adijaya, 2005).

III. METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan selama 35 hari yaitu pada bulan Januari-Februari 2023, di PT. Maju Tambak Sumur, Kalianda, Lampung Selatan.

3.2 Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini disajikan pada Tabel 2, sedangkan bahan yang digunakan disajikan pada Tabel 3.

Tabel 2. Alat yang digunakan dalam penelitian

No	Alat	Fungsi
1	Kontainer	Sebagai wadah media budi daya.
2	Instalasi aerasi	Meningkatkan kadar oksigen terlarut dalam air.
3	Cawan petri	Untuk mengkultur bakteri vibrio.
4	<i>Cell spreader</i>	Untuk meratakan hasil pengenceran pada media.
5	Erlenmeyer	Untuk sample titrasi.
6	pH meter	Mengukur pH air.
7	DO meter	Mengukur DO air.
8	<i>Handglove</i> dan alkohol	Menjaga agar tetap steril.
9	Gunting dan pinset	Untuk membedah dan mengambil usus udang.
10	Termometer	Mengukur suhu air.
11	Refraktometer	Mengukur salinitas air.
12	Timbangan digital	Menimbang sampel.
13	Bunsen	Sebagai pemanasan untuk sterilisasi.
14	<i>Microtube</i>	Untuk menampung/menghancurkan sampel usus udang.
15	<i>Hotplate</i>	Memanaskan atau menghangatkan larutan.
16	Autoklaf	Sterilisasi alat dan membuat media.
17	Inkubator	Untuk menginkubasi mikroorganisme pada kondisi tertentu.
18	Pipet tetes	Untuk memindahkan larutan.
19	Botol sample	Sebagai penampung sampel sementara.
20	<i>Aluminium foil</i>	Sebagai alas untuk menimbang sampel.
21	Perangkat titrasi	Untuk melakukan prosedur TOM.

Tabel 3. Bahan yang digunakan dalam penelitian

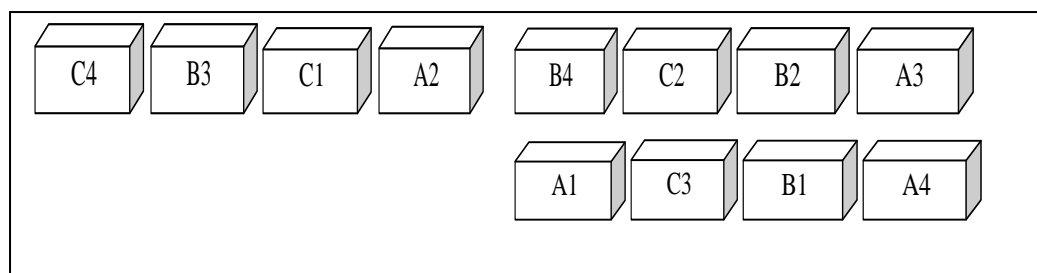
No	Bahan	Fungsi
1	Udang vaname	Sebagai hewan uji.
2	Suplemen <i>Bacillus</i> BR	Probiotik yang diuji.
3	NaCl 0,85%	Bahan untuk pengenceran dalam perhitungan TVC pada saluran pencernaan udang.
4	Akuades	Bahan untuk pengenceran.
5	Pakan komersil	Pakan udang selama 35 hari.
6	Media TCBSA	Sebagai media untuk menghitung total vibrio.
7	KMnO ₄ 0,01N	Sebagai bahan titrasi TOM.
8	H ₂ SO ₄ 8 N	Sebagai bahan titrasi TOM.
9	Asam oksalat 0,01N.	Sebagai bahan titrasi TOM.
10	Air laut	Sebagai media hidup udang uji.

3.3. Rancangan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan 3 perlakuan dan 4 ulangan. Perlakuan tersebut adalah sebagai berikut:

- Perlakuan A : Tanpa pemberian probiotik (kontrol)
- Perlakuan B : Penambahan *water probiotic* suplemen *Bacillus* BR 10 mg/L
- Perlakuan C : Penambahan *water probiotic* suplemen *Bacillus* BR 20 mg/L

Penempatan unit-unit percobaan dilakukan secara acak. Adapun tata letak penelitian setelah pengacakan dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Tata letak penelitian

Variabel yang diamati yaitu TVC (*total vibrio count*) dari air budi daya dan saluran pencernaannya (usus), total bahan organik, tingkat kelangsungan hidup (*survival rate*), pertumbuhan bobot mutlak, dan kualitas air.

3.4 Prosedur Penelitian

3.4.1 Tahap Persiapan

3.4.1.1 Persiapan Pakan

Pakan yang disiapkan yaitu menggunakan pakan mesh (*powder*) dengan komposisi protein laut, protein nabati, minyak laut, fosfolipid, alga, ragi, mineral, vitamin, pigmen, antioksidan dengan kandungan protein 46%, lemak 12% dan pakan *crumble* dengan ukuran 0,2 mm dengan kandungan protein 40%, lemak 7%, kadar abu 13%, kadar serat 3% dan kadar air 10%.

3.4.1.2 Persiapan Wadah

Wadah pemeliharaan yang disiapkan yaitu kontainer berukuran 70 L sebanyak 12 buah. Kontainer terlebih dahulu dibersihkan dengan dicuci menggunakan detergen, kemudian dibilas hingga bersih dan tidak berbau. Kemudian kontainer didekorkan lalu diisi dengan air sebanyak 50 L dengan salinitas 20 ppt kemudian dipasang aerasi. Air untuk pemeliharaan didiamkan selama 24 jam dan dilakukan pengecekan kualitas air pH, DO, suhu, salinitas, dan TOM sebelum dilakukan pemberian probiotik.

3.4.1.3 Persiapan Hewan Uji

Hewan uji yang harus disiapkan yaitu udang vaname DOC 20 dengan jumlah 1 ekor/L. Sebelum dilakukan perlakuan, hewan uji diadaptasikan dengan diturunkan perlahan-lahan salinitasnya, dari salinitas 32 ppt hingga salinitas 20 ppt. Setelah itu udang bisa dimasukkan ke masing-masing kontainer pemeliharaan. Hal tersebut sebagai proses aklimatisasi hewan uji terhadap kondisi lingkungan media pemeliharaan.

3.4.1.4 Aktivasi Suplemen Probiotik *Bacillus* BR.

Water probiotic suplemen *Bacillus* BR diaktivasi dengan cara diaerasikan dengan air 220 ml/kontainer sesuai masing masing dosis perlakuan dan diaktivasi dalam satu wadah/perlakuan yaitu perlakuan B (10 mg/L) 2 g dan perlakuan C (20 mg/L) 4 g dengan 880 ml air dan diaerasi sekitar 3 jam.

3.4.2 Pelaksanaan Penelitian

Kontainer yang sudah diisi dengan air dengan salinitas 20 ppt sebanyak 50 L dan diaerasikan selama 24 jam, kemudian dimasukkan suplemen probiotik *Bacillus* BR yang sebelumnya sudah diaktivasi, lalu dimasukkan ke dalam masing-masing kontainer, kemudian dibiarkan selama 5 hari sebelum pemeliharaan sambil terus dilakukan aerasi. Penyiponan media pemeliharaan dilakukan seminggu sekali dan penambahan suplemen *Bacillus* BR pada air media kultur dilakukan setiap minggu setelah penyiponan sesuai dosis perlakuan masing-masing. Pemberian pakan dilakukan 4 kali dalam sehari, yaitu pada pukul 07.00, 12.00, 17.00, dan 22.00 WIB. Pemberian pakan dilakukan dengan metode *blind feeding progame*. Penelitian ini dilakukan selama 35 hari.

3.4.3 Sampling Data

Sampling dilakukan dengan mengambil sampel air media yang dilakukan pada minggu ke-1, ke-3 dan ke-5 untuk melihat total kelimpahan vibrio (TVC) dan mengukur total bahan organik (TOM). Pengukuran kelimpahan vibrio dalam saluran pencernaan udang dilakukan pada akhir pemeliharaan. Selain itu, dilakukan pengecekan pertumbuhan dan tingkat kelangsungan hidup udang pada awal dan akhir pemeliharaan. Untuk pengecekan kualitas air, seperti salinitas, pH, suhu dan DO, dilakukan setiap hari pada pagi hari.

3.4.4 Pengamatan

3.4.4.1 Parameter Uji

Parameter uji yang diamati antara lain TVC, pertumbuhan, tingkat kelangsungan hidup, total bahan organik, dan kualitas air.

1. *Total Vibrio Count* (TVC)

Pemeriksaan kelimpahan *Vibrio* sp. atau TVC dilakukan pada sampel air media dan saluran pencernaan udang. Pelaksanaan pemeriksaan tersebut dilakukan dengan beberapa tahapan sebagai berikut:

a. Pembuatan TCBSA (*Thiosulphate Citrate Bile Salt Agar*)

TCBSA ditimbang sebanyak 44 gram, setelah ditimbang bubuk TCBSA dilarutkan dengan akuades sebanyak 500 ml. Kemudian TCBSA dipanaskan di atas

hotplate sampai mendidih. Setelah mendidih, media didinginkan sebentar sebelum dituangkan ke dalam cawan petri masing-masing sebanyak 10 ml, dan didinginkan sampai media mengeras.

b. Isolasi Bakteri *Vibrio sp.*

Sampel dari Media Air

Sampel air diambil dari masing-masing media perlakuan menggunakan botol sampel. Botol sampel dicelupkan hingga kedalaman ± 20 cm dengan memiringkan bagian leher botol ke bawah. Botol ditutup saat masih berada di dalam air untuk menghindari kontaminasi. Kemudian dilakukan isolasi bakteri dengan mengambil 25 μ l untuk ditanam pada media TCBSA. Selanjutnya sampel ditandai dengan nama dosis perlakuan dan pengulangan masing-masing. Selanjutnya cawan petri diinkubasi di dalam inkubator selama 24 jam pada suhu 31,4°C (Jayadi *et al.*, 2016).

Sampel dari Saluran Pencernaan Udang (Usus)

Perhitungan bakteri *Vibrio sp.* pada pencernaan udang dilakukan dengan cara mengambil usus udang lalu digerus dan dilarutkan pada larutan fisiologis 9 ml (NaCl 0,85%), kemudian di-*vortex* agar homogen. Setelah homogen, larutan diambil sebanyak 1 ml menggunakan mikropipet, kemudian dituangkan ke tabung reaksi yang telah diisi larutan fisiologis (NaCl 0,85%) 9 ml dan dihomogenkan dengan *vortex*. Tabung pertama diberi label pengenceran 10^{-1} , kemudian dilakukan pengenceran lagi dengan mengambil sampel sebanyak 1 ml pada tabung reaksi 10^{-1} ke tabung reaksi kedua 10^{-2} dan sampai ke tabung reaksi ketiga 10^{-3} . Setelah itu, disediakan cawan media TCBSA yang telah dibuat. Kemudian diambil air larutan sampel yang telah diencerkan sebanyak 10 μ l menggunakan mikropipet pada pengenceran 10^{-1} dan ditetaskan ke media TCBSA lalu diulas menggunakan *cell spreader* sampai rata. Lakukan hal tersebut pada sampel air yang ada pada pengenceran 10^{-2} dan 10^{-3} . Kemudian sampel diinkubasi selama 24 jam pada suhu 31,4°C (Jayadi *et al.*, 2016).

c. Perhitungan *Vibrio sp.*

Metode yang digunakan untuk menghitung jumlah koloni *vibrio* adalah metode hitungan cawan petri atau disebut *total plate count*. Metode ini menghitung

jumlah koloni *Vibrio* sp. yang tumbuh pada media agar yang diisolasi dari air budi daya dengan tanpa pengenceran dan dari saluran pencernaan udang menggunakan sistem pengenceran 3 kali. Pertumbuhan koloni dicatat dari setiap cawan petri.

Total koloni vibrio dihitung menggunakan metode berdasarkan BSN (2006) yaitu:

- Rumus perhitungan *Vibrio*

$$N(\text{CFU/ml}) = \frac{\Sigma c}{(1 \times n_1) + (0,1 \times n_2) \times d}$$

N = Jumlah koloni (CFU/ml)

Σc = Tota koloni yang dapat dihitung

n_1 = Jumlah cawan pada pengenceran pertama

n_2 = Jumlah cawan pada pengenceran kedua

d = Angka pengenceran pertama

2. Total Bahan Organik (*Total Organic Matter*)

Pengujian total bahan organik atau *total organic matter* (TOM) dengan metode titrasi, dilakukan dengan menyiapkan erlenmeyer 200 ml yang diisi dengan air sampel 25 ml, lalu ditambahkan akuades 25 ml, kemudian ditambahkan 10 ml KMnO_4 0,01N lalu ditambah 5 ml H_2SO_4 8 N, kemudian dihomogenkan. Selanjutnya diletakkan di atas *hotplate* pada suhu 70-80°C, dipanaskan selama 1 menit sampai mendidih. Kemudian diangkat larutannya dan ditambahkan asam oksalat 0,01 N 5 ml, larutan dipastikan menjadi jernih setelah ditambahkan asam oksalat. Lalu dilakukan titrasi dengan KMnO_4 0,01N sampai berwarna merah muda. Untuk menentukan TOM maka menggunakan persamaan seperti yang digunakan oleh Gustiyo *et al.* (2021) sebagai berikut.

$$\text{TOM (mg/L)} = \frac{(x-y) \times 31,6 \times 0,01 \times 1000 \text{ ml}}{V \text{ air Sampel}}$$

x = KMnO_4 untuk sampel (mg/L)

y = KMnO_4 untuk akuades (larutan blanko) (mg/L)

ml = Banyaknya sampel yang digunakan

3. Tingkat Kelangsungan Hidup (*Survival Rate*)

Tingkat kelangsungan hidup dihitung menggunakan persamaan menurut Effendie (1979) yaitu:

$$SR = \frac{Nt}{No} \times 100\%$$

SR = Kelangsungan hidup (%)

Nt = Jumlah benih yang hidup pada akhir pemeliharaan

No = Jumlah benih tebar pada awal pemeliharaan

4. Pertumbuhan Bobot Mutlak

Pertumbuhan bobot mutlak udang uji dapat dihitung dengan menggunakan persamaan menurut Effendie (1979):

$$G = Wt - Wo$$

G = Pertumbuhan mutlak

Wt = Bobot akhir udang uji (g)

Wo = Bobot awal udang uji (g)

5. Kualitas Air

Pengamatan dan pengukuran kualitas air dilakukan setiap sehari, meliputi pengamatan suhu air dengan termometer, pengukuran salinitas dengan menggunakan refraktometer, pengukuran nilai pH menggunakan pH meter, dan pengukuran DO menggunakan DO meter.

3.5 Analisis Data

Data yang diperoleh selama penelitian seperti TVC, TOM, pertumbuhan bobot mutlak, dan tingkat kelangsungan hidup dianalisis menggunakan Anova (*Analysis of varians*) dengan selang kepercayaan 95% menggunakan perangkat lunak SPSS versi 24. Jika perlakuan berbeda nyata, dilakukan uji lanjut Duncan untuk melihat perlakuan mana yang terbaik. Adapun data kualitas air dianalisis secara deskriptif.

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Pemberian *water probiotic* suplemen *Bacillus* BR terbukti dapat menekan populasi bakteri *Vibrio* sp. koloni hijau (*green colony*) pada media air budi daya dan saluran pencernaan udang vaname, dengan dosis ter-baik yaitu 20 mg/L.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil yang didapatkan, disarankan untuk menekan jumlah vibrio dalam budi daya udang vaname dilakukan aplikasi probiotik *Bacillus* BR minimal dengan dosis 20 mg/L.

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR PUSTAKA

- Adiwijaya, D., Sapto, P.R., Sutikno, E., Sugeng, R., & Subiyanto, S. 2003. *Budidaya Udang Vaname (Litopenaeus vannamei) Sistem Tertutup yang Ramah Lingkungan*. BBPBAP Jepara, Departemen Kelautan dan Perikanan. Jepara. 29 hal.
- Alfiansyah, Y., Hassenruck, C., Kunzmann, A., Taslihan, A., Harder J., & Gardes, A. 2018. Bacterial abundance and community composition in pond water from shrimp aquaculture systems with different stocking densities. *Frontiers in Microbiology*. 9: 1-15.
- Alune. 9 Agustus 2021. Reducing The Risks of Bacterial-borne Diseases in Shrimp Farms. Diakses pada 27 Juli 2023, dari <https://thefishsite.com/articles/reducing-the-risks-of-bacterial-borne-diseases-in-shrimp-farms-vibrio-indonesia-alune>
- Amri, K. & Kanna, I. 2008. *Budidaya Udang Vannamei Secara Intensif, Semi Intensif, dan Tradisional*. PT. Garamedia Pustaka Utama. Jakarta. 161 hal.
- Ariadi, H., Mahmudi, M., & Fadjar, M. 2020. Correlation between density of vibrio bacteria with *Oscillatoria sp.* abundance on intensive *Litopenaeus vannamei* shrimp ponds. *Research Journal Life Science*. 6(2): 114-129.
- Ariadi, H. & Mujtahidah, T. 2022. Analisis permodelan dinamis kelimpahan bakteri *Vibrio sp.* pada budidaya udang vaname (*Litopenaeus vannamei*). *Jurnal Riset Akuakultur*. 16(4): 255-262
- Arifin, Z., Andrat, K., & Subiyanto. 2005. *Teknik Produksi Udang Vaname (Litopenaeus vannamei) secara Sederhana*. BBPBAP Jepara, Departemen Kelautan dan Perikanan. Jepara. 9 hal.
- Arsad, S., Ahmad, A., Atika, P., Betrina, M., Dhira, K., & Nanik, R. 2017. Studi kegiatan budidaya pembesaran udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) dengan penerapan system pemeliharaan berbeda. *Jurnal Ilmu Perikanan dan Kelautan*. 9(1): 1-14.
- Avnimelech, Y. 1999. Carbon/nitrogen ratio as a control element in aquaculture system. *Aquaculture Journal*. 176: 227-235.

- Badan Standardisasi Nasional. 2006. *Penentuan Angka Lempeng Total (ALT) pada Produk Perikanan*. SNI 01-2332.3-2006. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta.
- Boyd, E. 1996. *Water Quality Management for Pond Fish Culture*. Elsevier Scientific Publishing Company. Amsterdam. 318 hal.
- Burford, M. & Lorenzen, K. 2004. Modeling nitrogen dynamics in intensive shrimp ponds: the role of sediment remineralization. *Journal Aquaculture*. 229: 129-145.
- Buwono, D. 1993. *Tambak Udang Windu Sistem Pengelolaan Berpola Intensif*. Kanisius. Bandung. 151 hal.
- Chatterjee, S.N., Syed, A.A., & Mukhopandhyay, B. 2014. Diversity of soil bacteria in some village areas adjoining to Joypur forest of Vankura District of West Bengal, India. *International Journal of environmental Biology*. 4(1): 67-70.
- Edhy, W., Azhary, K., Pribadi, J., & Chaerudin, M. 2010. *Budidaya Udang Putih (Litopenaeus vannamei. Boone, 1931)*. CV, Mulia Indah. Jakarta. 194 hal.
- Effendie, M. I. 1979. *Metode Biologi Perikanan*. Yayasan Dwi Sri. Bogor. 112 hal.
- Elovaara, K. & Arnold, K. 2001. *Shrimp Farming Manual: Practical Technology For Intensive Commercial Shrimp Production*. United States. 220 hal.
- Erlando, G., Rusliadi., & Mulyadi. 2016. Penambahan kalsium oksida (CaO) terhadap percepatan moulting dan kelulushidupan udang aname (*Litopenaeus vannamei*). *JOM UNRI*. 3(1): 1-7.
- Ernawati, E. & Rochmady, R. 2017. Effect of fertilization and density on the survival rate and growth of post-larva of shrimp vaname (*Litopenaeus vannamei*). *Akuatikisile: Jurnal Akuakultur, Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil*. 1(1): 1-10.
- Feliatra. 2001. *Buku Ajar Mikrobiologi Laut*. Pusat Penelitian Kawasan Pantai dan Periaran Press, Universitas Riau. Pekanbaru. 119 hal.
- Flores, M. 2011. The use of probiotic in aquaculture: an overview. *International Research Journal of Microbiology*. 2(12): 471-478.
- Gunarto & Hendrajat, A. 2008. Budidaya udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) pola semi-intensif dengan aplikasi beberapa jenis probiotik komersial. *Jurnal Ris. Akuakultur*. 3(3): 35-48.

- Gunarto, G., Mansyur, A., & Muliani, M., 2016. Aplikasi dosis fermentasi probiotik berbeda pada budidaya udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) pola intensif. *Jurnal Riset Akuakultur*. 4(2): 241-255.
- Gustiyo, P.E., Budijono, & Sumiarsih, E. 2021. Studi kandungan TOM dan BOD, berdasarkan kedalaman brbda sekitar aktivitas keramba jaring apung (KJA) berlapis di Waduk PLTA Koto Panjang Kabupaten Kampar Provinsi Riau. *Jurnal Sumberdaya dan Lingkungan Akuatik*. 4(2): 1-11.
- Haliman, W. & Adijaya, D. 2005. *Udang Vannamei, Pembudidayaan dan Prospek Pasar Udang Putih yang Tahan Penyakit*. Penebar Swadaya. Jakarta. 75 hal.
- Herdianti, L., Soewardi, K., & Hariyadi, S. 2015. Effectiveness on the use of bacteria for improvement of white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) super Intensive culture media. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*. 20(3): 265–271.
- Hirono, Y. 1992. Current practices of water quality management in shrimp farming and their limitations". In: Wyban J (editor). *Proceedings of the Special Session on Shrimp Farming*. World Aquaculture Society. USA.
- Ihsan, B. & Endah, R. 2017. Isolasi dan identifikasi bakteri *Vibrio* sp. pada kerang kapah (*Meretrix meretrix*) di Kabupaten Trenggalek. *Jurnal Harpodon Borneo*. 10(1): 23-27.
- Isramilda. 2007. *Karakterisasi Zat Antimikroba Penghambat Pertumbuhan Vibrio harveyi dan E. Coli dari Bacillus sp. Asal Tambak Udang*. Tesis. Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor. Bogor. 68 hal.
- Jawetz, E., Melnick, J. & Adelberg, A. 2007. *Mikrobiologi Kedokteran*. EGC. Jakarta. 879 hal.
- Jayadi, A., Prajitno, & Maftuch. 2016. The identification of *Vibrio* spp. bacteria from *Litopenaeus vannamei* infected by white feces syndrome. *International Journal of Chem Tech Research*. 9: 448-452.
- Kauffman, D., Dang, H., Tian, J., Zhang, H., Chau, C., & Lu, Y. 2000. Y-Aminobutyric acid inhibits t cell autoimmunity and the development of inflammatory responses in a mouse type 1 diabetes model. *The Journal of Immunology*. 173(8): 5298-5304.
- Kementrian Kelautan dan Perikanan. 30 Maret 2022. Produksi Budidaya Udang di Indonesia. Diakses pada 14 Desember 2022, dari <https://kkp.go.id/brsdm/sosek/artikel/39265-produksi-budi-daya-udang-di-Indonesia>

- Kurniawan, M., Mas'ud, F., Muntalim, Ristyanadi, B., & Qomariyah, N. 2021. Penggunaan dosis mineral yang berbeda terhadap kelimpahan plankton dan pertumbuhan udang vaname (*Litopenaeus vannamei*). *Jurnal Grouper*. 12(1): 11-15.
- Mujiman, A. 2006. *Budidaya Udang Windu*. PT. Penebar Swadaya. Jakarta. 213 hal.
- Murdjani, M., Arifin, Z., Kokarkin, C., dan Priyoutomo, T. P. 2007. *Penerapan Best Management Practices (BMP) Pada Budidaya Udang Windu (Penaeus monodon Fabricius)* Intensif. Departemen Kelautan dan Perikanan. Jepara.
- Mustafa, M., Bunga, M., & Achmad, M. 2019. Penggunaan probiotik untuk menekan populasi bakteri *Vibrio* sp. Pada budidaya udang vaname (*Litopenaeus vannamei*). *Journal of Fisheries and Marine Science (JFMarSci)*. 2(2): 69-76.
- Nakamura, A., Takahashi, & Mori, K. 1999. Vibriostatic bacteria isolated from rearing seawater of oyster broodstock: potenciality as biocontrol agents for vibriosis in oyster larvae. *Fish Patology*. 34(3):139-144.
- Nababan, E., Iskandar, P., & Rusliadi. 2015. Pemeliharaan udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) dengan persentase pemberian pakan yang berbeda. *Jurnal perikanan dan ilmu kelautan*. 3(2): 1-9
- Narayana. 2018. Pengaruh dosis probiotik dan tingkat kepadatan yang berbeda terhadap tingkat kelangsungan hidup mysis dan postlarva udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) pada pembenihan system backyard ruang terbuka. *Agrokompleks*. 17(2): 10-17.
- Nengsih, A. 2015. Pengaruh aplikasi probiotik terhadap kualitas air dan pertumbuhan udang *Litopenaeus vannamei*. *Jurnal Biosains*. 1(1):11-16.
- Nindarwi, D. & Yanuhar, U. 2013. Non specific immune response of vaname shrimp (*Litopenaeus vannamei*) induced by chitosan as an immunomodulator against IMNV (*Infectious Myonecrosis Virus*) exposure. *Journal of Biology and Life Sciences*.4(2): 320-327.
- Nopitawati, T. 2010. *Seleksi Bakteri Probiotik dari Saluran Pencernaan untuk Meningkatkan Kinerja Pertumbuhan Udang Vaname Litopenaeus vannamei*. Tesis. Program Studi Ilmu Akuakultur, Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor. Bogor. 79 hal.
- Pelczar, J. & Chan, S. 2010. *Dasar-Dasar Mikrobiologi 1*. Penerbit Universitas Indonesia. Jakarta. 443 hal.

- Poernomo, A. 2004. *Teknologi Probiotik Untuk Mengatasi Permasalahan Tambak Udang dan Lingkungan Budidaya*. Makalah Disampaikan Pada Symposium Nasional Pengembangan Ilmu dan Inovasi Teknologi Dalam Budidaya. Semarang. 27-29.
- Praditia, F. 2009. *Pengaruh Pemberian Bakteri Probiotik Melalui Pakan terhadap Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup Udang Windu *Penaeus monodon**. Skripsi. Departemen Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor. Bogor. 52 hal.
- Qi, Z., Zhang, X., Boon, N., & Bossier P. 2009. Probiotics in aquaculture of China Current state, problems and prospect. *Journal Aquaculture*. 290(2): 15-21.
- Rakhman, A. 1999. *Studi Penyebaran Bahan Organik pada Berbagai Ekosistem di Perairan Pantai Pulau Bonebatang*. Skripsi. Universitas Hasanuddin. Makassar. 62 hal.
- Rengpipat, S., Rukpratanporn, Piyatiratitivorakul, & Menasaveta, P. 2000. Immunity enhancement in black tiger shrimp (*Penaeus monodon*) by a probiont bacterium (*Bacillus S11*). *Journal Aquaculture*. 191: 271-288.
- Sarida, M. & Harpeni, E. 2010. Screening of potential probiotic *Vibrio* sp. against vibriosis in the *Litopenaeus vannamei*. *Majalah Ilmiah Biologi BIOSFERA: A Scientific Journal*. 27(2): 88-94.
- Sarida, M., Tarsim, & Faizal, I. 2010. Pengaruh ekstrak buah mengkudu (*Morinda citrifolia* L.) dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Vibrio harveyi* secara in vitro. *Jurnal Penelitian Sains*. 13(3): 59-63.
- Soedarto. 2015. *Mikrobiologi Kedokteran*. CV Sagung Seto. Jakarta. 811 hal.
- Suprpto. 2005. *Petunjuk Teknis Budidaya Udang *Vannamei* (*Litopenaeus vannamei*)*. CV Biotirta. Bandar Lampung. 25 hal.
- Taslihan, A., Ani, W., Retna, H., & Astuti, S. 2004. *Pengendalian Penyakit Pada Budidaya Ikan Air Payau*. Balai Besar Budidaya Air Payau Jepara. Jepara.
- Verschuere, L., Rombaut, G., Sorgeloos, P., & Verstraete, W. 2000. Probiotic bacteria as biological control agents in aquaculture. *Microbial Mol Biol-rev*. 64:655-671
- Voset, P., Garrity, G., Jones, D., Krieg, R., Ludwig, W., & Rainey, A. 2009. *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology Vol.3 : The Firmicutes*. Springer Science Business Media. New York.

- Wayan, E., Kamaludin, A., Januar, M., & Chaerudin, K. 2010. *Budidaya Udang Putih (Litopenaeus vannamei)*. CV. Mulia Indah. Jakarta.
- Wyban, J. & Sweeney, J. 1991. *Intensif Shrimp Production Technology the Oceanic*. Institute Shrimp Manual the Oceanic Institute, Hawaii. USA. 158 hal.
- Widigdo, B. 2013. *Bertambak Udang dengan Teknologi Biocrete*. Kompas Media Nusantara. Jakarta. 104 hal
- Yudiati, Y., Ervia, H., Sobari, G., & Khaminudin, A. 2010. Pengaruh aplikasi probiotik terhadap lanjut sintasan dan pertumbuhan tokolan udang vannamei (*Litopenaeus vannamei*), populasi bakteri vibrio serta kandungan amoniak dan bahan organik media budidaya. *Jurnal Ilmu Kelautan*. 15. 153-158