

**KOMBINASI PROBIOTIK *Bacillus* sp. DAN NANOBUBBLE
UNTUK MENEKAN PERTUMBUHAN *Vibrio* sp. PADA BUDI
DAYA UDANG VANAME *Litopenaeus vannamei* (BOONE,1931)**

(Skripsi)

Oleh

**SAFIRA USMANI
NPM 1914111010**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2023**

ABSTRACT

COMBINATION OF PROBIOTIC *Bacillus* sp. AND NANOBUDDLE TO SUPPRESS THE GROWTH of *Vibrio* sp. ON VANAME SHRIMP CULTURE *Litopenaeus vannamei* (BOONE, 1931)

By

SAFIRA USMANI

Vaname shrimp (*Litopenaeus vannamei*) is the main export commodity for Indonesian fishery products. However, vannamei shrimp cultivation still has obstacles including disease attack, caused by the bacterium *Vibrio* sp. Efforts made to suppress the growth of *Vibrio* sp. is by using probiotics and nanobubble. This research was conducted to study the effect of a combination of giving probiotics *Bacillus* sp. with nanobubbles to suppress the growth of *Vibrio* sp. in shrimp farming. This study used a completely randomized design (CRD) with 4 treatments, namely treatment A (without nanobubble and probiotic *Bacillus* sp.), B (nanobubble and without probiotic *Bacillus* sp.), C (probiotic *Bacillus* sp. and without nanobubble). and D (nanobubble and probiotic *Bacillus* sp.). Each treatment had 3 repetitions. The parameters observed in this study were survival rate (SR), total vibrio count (TVC) of water and intestines, and water quality. The results of the study showed that the combination of probiotics and nanobubbles had a significantly difference in the survival rate of vaname shrimp larvae, but was not significantly different in the total *vibrio* count in the water, total *vibrio* count in the intestines, and total organic matter. The best treatment is a combination of probiotic *Bacillus* sp. and nanobubbles.

Keywords : Vaname shrimp, *Vibrio* sp., probiotics, nanobubble, cultivation

ABSTRAK

KOMBINASI PROBIOTIK *Bacillus* sp. DAN NANOBUBBLE UNTUK MENEKAN PERTUMBUHAN *Vibrio* sp. PADA BUDI DAYA UDANG VANAME *Litopenaeus vannamei* (BOONE,1931)

OLEH

SAFIRA USMANI

Udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) merupakan jenis udang yang menjadi komoditas ekspor utama produk perikanan Indonesia. Budi daya udang vaname masih memiliki kendala di antaranya adalah serangan penyakit karena bakteri *Vibrio* sp. upaya yang dilakukan untuk menekan pertumbuhan *Vibrio* sp. adalah dengan menggunakan probiotik dan *nanobubble*. Penelitian ini dilakukan untuk mempelajari pengaruh kombinasi pemberian probiotik *Bacillus* sp. dengan *nanobubble* untuk menekan pertumbuhan *Vibrio* sp. pada budi daya udang. Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan, yaitu perlakuan A (tanpa *nanobubble* dan probiotik *Bacillus* sp.), B (*nanobubble* dan tanpa probiotik *Bacillus* sp.), C (probiotik dan tanpa *nanobubble* *Bacillus* sp.), dan D (*nanobubble* dan probiotik *Bacillus* sp.). Masing-masing perlakuan memiliki 3 kali ulangan. Parameter yang diamati pada penelitian ini adalah *survival rate* (SR), *total vibrio count* (TVC) air dan usus, dan kualitas air. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kombinasi probiotik dan *nanobubble* berbeda nyata terhadap tingkat kelulushidupan larva udang vaname, namun tidak berbeda nyata terhadap *total vibrio count* pada air, *total vibrio count* pada usus, dan *total organic matter*. Perlakuan terbaik terdapat pada kombinasi probiotik *Bacillus* sp. dan *nanobubble*.

Kata Kunci : udang vaname, *Vibrio* sp., probiotik, *nanobubble*, budi daya

**KOMBINASI PROBIOTIK *Bacillus* sp. DAN NANOBUBBLE UNTUK
MENEKAN PERTUMBUHAN *Vibrio* sp. PADA BUDI DAYA UDANG
VANAME *Litopenaeus vannamei* (BOONE,1931)**

Oleh

SAFIRA USMANI

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
2023**

Judul : **KOMBINASI PROBIOTIK *Bacillus* sp. DAN NANOBUBBLE UNTUK MENEKAN PERTUM-BUHAN *Vibrio* sp. PADA BUDI DAYA UDANG VANAME *Litopenaeus vannamei* (BOONE,1931)**

Nama Mahasiswa : **Safira Usmani**

Nomor Pokok Mahasiswa : **191411110**

Program Studi : **Budidaya Perairan**

Fakultas : **Pertanian**

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing



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



Hilma Putri Fidyandini, S.Pi., M.Si.
NIP 199001282019032018

2. Ketua Jurusan Perikanan dan Kelautan



Dr. Indra Gumay Yudha, S.Pi., M.Si.
NIP 197008151999031001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

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



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



Penguji

Bukan Pembimbing : Ir. Siti Hudaidah, M.Sc.



2. Dekan Fakultas Pertanian



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

NIP. 19611020 198603 1 002

Tanggal lulus ujian skripsi : 31 Oktober 2023

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 terdapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan naskah, dengan naskah disebutkan nama penulisnya 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, 6 Februari 2024
Yang membuat pernyataan



Safira Usmani
NPM. 1914111010

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Kota Bandar Lampung pada 27 September 2001, anak pertama dari pasangan Bapak Usman S.P. dan Ibu Suwarni. Penulis memiliki satu adik perempuan bernama Nabila Syakira Usmani dan satu adik laki-laki bernama Umar Syaifullah Usman. Penulis memulai pendidikan di TK Dharma Wanita Kota Agung dan lulus pada 2007, dilanjutkan pendidikan Sekolah Dasar (SD) Negeri 4 Kuripan dan lulus pada 2013, dilanjutkan pendidikan menengah di Sekolah Menengah Pertama (SMP) Negeri 1 Kota Agung dan lulus pada 2016. Penulis melanjutkan pendidikan menengah atas di Sekolah Menengah Atas (SMA) Negeri 1 Kota Agung, Jurusan Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) dan lulus pada 2019. Penulis diterima sebagai mahasiswa Program Studi Budidaya Perairan, Jurusan Perikanan dan Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung pada 2019 melalui jalur SNMPTN.

Selama menjadi mahasiswa, penulis pernah menjadi asisten dosen Biokimia dan Teknologi Produksi Pakan Hidup (TPPH). Selain itu, beberapa kegiatan yang pernah diikuti penulis antara lain anggota Himpunan Mahasiswa Perikanan dan Kelautan (Himapik) Unila Bidang Pengabdian Masyarakat dan menjadi Panitia Khusus Pemilihan Raya (Pansus Pemira) Unila bidang *Media Center*. Tahun 2021 penulis melakukan praktik magang pembenihan ikan air tawar di Unit Pelaksana Teknis Daerah Balai Benih Ikan (UPTD BBI) Kota Metro, selama 2 minggu.

Beberapa kegiatan perkuliahan yang pernah dilakukan penulis antara lain: pada Januari-Februari 2022, penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Kanoman, Kecamatan Semaka, Kabupaten Tanggamus, Provinsi Lampung selama 40 hari. Penulis melaksanakan praktik umum (PU) pada Juni-Juli 2022, di CV Krakatau Haura Baraka, Desa Merak Belantung, Kecamatan Kalianda, Kabupaten Lampung Selatan, Provinsi Lampung selama 40 hari dengan judul “Kultur *Thalassiosira* sp. sebagai Pakan Alami Larva Udang Vannamei (*Litopenaeus vannamei*) di CV Krakatau Haura Baraka, Kalianda, Lampung Selatan, Lampung”. Tugas akhir penulis dilaksanakan pada bulan Februari-Maret 2023 dengan judul “Kombinasi Probiotik *Bacillus* sp. dengan *Nanobubble* untuk Menekan Pertumbuhan *Vibrio* sp. pada Budi Daya Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) (Boone,1931)”.

PERSEMBAHAN

Segala puji bagi Allah SWT, yang telah memberikan limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.

Skripsi ini dibuat dengan kesungguhan hati dan penuh dedikasi sebagai salah satu persembahan terbaik sebagai bukti kasih cintaku yang tulus kepada:

Kedua orang tuaku, Bapak Usman S.P. dan Ibu Sulastri S.Psi. yang telah memberikan doa, dukungan, nasihat, serta pengorbanan demi tercapainya cita-citaku, terima kasih atas cinta dan kasih sayang yang telah ayah dan ibu berikan kepada saya.

Kedua adikku tersayang, Nabila Syakira Usmani dan Umar Syaifullah Usman, yang telah memberikan doa terbaik dan semangat yang tulus pada penulis.

Teman-teman dan keluarga yang selalu memberikan semangat, dukungan, tenaga, dan pemikiran kepada saya selama menyelesaikan skripsi ini.

Keluarga Besar Perikanan dan Kelautan,
Serta almameter tercinta, Universitas Lampung

MOTO

"Sesungguhnya Allah tidak akan mengubah nasib suatu kaum sehingga mereka mengubah keadaan yang ada pada diri mereka sendiri."

(Q.S Ar-Ra'd: 11)

"If you are lucky enough to find something that you love, and you have a shot at being good at it, don't stop, don't put it down."

(Taylor Swift)

SANWACANA

Puji dan syukur kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya kepada kita semua, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Kombinasi Probiotik *Bacillus* sp. dengan *Nanobubble* untuk Menekan Pertumbuhan *Vibrio* Sp. pada Budi Daya Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) (Boone,1931)”. Penulisan skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Perikanan pada Program Studi Budidaya Perairan, Jurusan Perikanan dan Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih 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, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.
3. Munti Sarida, S.Pi., M.Sc., Ph.D. selaku Ketua Program Studi Budidaya Perairan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.
4. Dr. Supono, S.Pi., M.Si. selaku Dosen Pembimbing Pertama atas kesediaannya untuk memberikan dukungan, bimbingan, saran, dan kritik dalam proses penyelesaian skripsi ini.
5. Hilma Putri Fidyandini, S.Pi., M.Si. selaku Dosen Pembimbing Kedua atas kesediaannya untuk memberikan dukungan, bimbingan, saran, dan kritik dalam proses penyelesaian skripsi ini.

6. Ir. Siti Hudaidah, M.Sc., selaku Dosen Pembahas atas saran dan kritik untuk menyempurnakan skripsi ini.
7. Dr. Agus Setyawan, S.Pi., M.P. selaku Dosen Pembimbing Akademik atas kesediaannya untuk memberikan dukungan, bimbingan, saran, dan kritik dalam proses penyelesaian skripsi ini.
8. Seluruh dosen dan staf administrasi Jurusan Perikanan dan Kelautan atas ilmu dan bimbingan yang telah diberikan serta seluruh staf Laboratorium Budidaya Perikanan, Jurusan Perikanan dan Kelautan yang telah memberikan bimbingan dan bantuan selama penelitian.
9. Rekan-rekan seperjuangan dari awal perkuliahan, Aulia Hamidah, Doni Bilga, Nadia Marchella Rachma, Fina Setyaningrum, Christa Afwanisa, dan Rutmida Boru Hombing yang selalu membantu dan memberikan dukungan selama penulis menyelesaikan skripsi, serta seluruh teman-teman Budidaya Perairan angkatan 2019 yang ikut serta memberikan *support*.
10. Sahabat terbaikku, Suci Aulia Hersaputri, sudah menemani penulis sejak masa SMA hingga penulis menyelesaikan skripsi.
11. Tasya Aprilla, Mei Dinda, Rilly, Nabila Syakira, dan Sarah yang selalu mendengarkan keluh-kesah, memberikan dukungan dan bantuan selama penulis menyelesaikan skripsi.
12. Semua pihak yang secara langsung maupun tidak langsung membantu selama penulisan skripsi.

Penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat bagi yang membaca untuk mengembangkan dan mengamalkan ilmu yang telah diperoleh.

Bandar Lampung, 6 Februari 2024
Penulis

Safira Usmani

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	ix
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan.....	3
1.3 Manfaat Penelitian.....	3
1.4 Kerangka Pemikiran	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Klasifikasi dan Morfologi Udang Vaname	6
2.2 Habitat dan Siklus Hidup	7
2.3 Penyakit Vibriosis pada Udang Vaname.....	9
2.4 Kualitas Air Budidaya	10
2.5 Probiotik	10
2.6 <i>Bacillus</i> sp.	12
2.7 <i>Nanobubble</i>	12
III. METODE PENELITIAN	14
3.1 Waktu dan Tempat	14
3.2 Alat dan Bahan	14
3.3 Desain Penelitian.....	15
3.4 Pelaksanaan	16

3.4.2 Tahap pelaksanaan.....	16
3.5 Pengamatan	19
3.5.1 Parameter yang diamati	19
3.6 Analisis Data	24
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	25
4.1 Identifikasi Bakteri <i>Bacillus</i> sp. pada Probiotik Epicin-D	25
4.2 <i>Survival Rate</i> (Kelangsungan Hidup).....	26
4.3 <i>Total Vibrio Count</i> (TVC) Air	27
4.4 <i>Total Vibrio Count</i> (TVC) Usus.....	30
4.5 Kualitas Air	32
4.5.1 <i>Total Organic Matter</i>	32
4.4.2 Salinitas.....	33
4.4.3 Suhu	34
4.4.4 DO.....	34
4.4.5 pH	34
V. KESIMPULAN DAN SARAN	36
5.1 Simpulan.....	36
5.2 Saran.....	36
DAFTAR PUSTAKA	38
LAMPIRAN.....	41

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Diagram kerangka pikir.....	4
2. Morfologi udang vaname	7
3. Siklus hidup udang vaname	8
4. Bakteri <i>Bacillus</i> sp. pada probiotik	25
5. Diagram tingkat kelangsungan hidup larva udang vaname	2
6. Koloni <i>Vibrio</i> sp.....	34

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Alat.....	14
2. Bahan.....	15
3. Program pemberian pakan udang vaname metode <i>blind feeding</i>	20
4. Total bakteri <i>Vibrio</i> sp. koloni kuning dan hitam.....	28
5. Total bakteri <i>Vibrio</i> sp. pada saluran pencernaan udang	29
6. Kandungan <i>total organic matter</i> (TOM).....	31

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu negara penghasil udang terbesar di dunia dengan produk utama udang vaname (*Litopenaeus vannamei*). Udang vaname merupakan salah satu jenis udang yang menjadi komoditas ekspor utama produk perikanan Indonesia. Menurut data Kementerian Kelautan dan Perikanan (2022), produksi udang tahun 2022 mencapai 1.099.976 ton atau naik 15% dibandingkan dengan tahun 2021 sebanyak 953.177 ton. Udang vaname sudah berkembang dengan pesat dan menjadi komoditas utama ekspor hasil budi daya perikanan untuk mendatangkan devisa negara (Kementerian Kelautan dan Perikanan, 2014).

Salah satu kendala pada budi daya udang vaname adalah pertumbuhan patogen penyebab penyakit. Timbulnya penyakit udang dapat terjadi akibat manajemen kualitas air yang tidak baik dan manajemen pakan yang tidak tepat (Fuady *et al.*, 2013). Salah satunya adalah karena ketidakseimbangan interaksi antara lingkungan, biota, dan agen penyebab penyakit (Irianto, 2005). Vibriosis adalah penyakit yang terjadi karena *Vibrio* sp. di antaranya *Vibrio harveyi*, *Vibrio vulnificus*, *Vibrio anguillarum*, *Vibrio alginolyticus*, *Vibrio parahaemolyticus*, dan *Vibrio fluvialis* (Austin dan Austin, 2007). Vibriosis merupakan penyakit akibat bakteri *Vibrio* sp. yang paling dominan menyebabkan kematian massal udang pada kegiatan budi daya di seluruh dunia. Tingkat kematian akibat infeksi bakteri ini dapat mencapai 100% pada udang vaname stadia larva. Gejala klinis udang yang terinfeksi vibriosis menunjukkan udang berwarna hitam kemerahan dan beberapa organ luar tampak merah, terutama pada insang dan anggota badan (Septiani *et al.*, 2013).

Bakteri *Vibrio* sp. sangat meresahkan para pembudi daya udang vaname. Bakteri ini dapat tumbuh secara alami di air laut dan merupakan bakteri oportunistis, yaitu dapat menjadi patogen jika kondisi inang dan lingkungannya memburuk. Bakteri *Vibrio* sp. dapat menular secara horizontal melalui air atau kontak antar individu dengan tingkat penularan yang sangat tinggi (Zhou *et al.*, 2012). Pengendalian penyakit bakterial pada udang dapat dilakukan dengan memperbaiki kondisi lingkungan ataupun meningkatkan imunitas udang sehingga untuk menekan pertumbuhan *Vibrio* sp. perlu dilakukan perbaikan kualitas air.

Salah satu faktor keberhasilan budi daya udang vaname dipengaruhi oleh kualitas air. Kualitas air yang buruk memberikan peluang bagi *Vibrio* sp. menginfeksi udang di tambak. Seperti pada kasus AHPND yang terjadi karena bakteri *Vibrio parahaemolyticus* yang sangat rentan menyerang udang vaname. Hal ini seringkali terjadi karena padat penebaran yang berlebihan, kualitas air yang buruk, dan oksigen terlarut yang rendah. Kualitas air yang baik akan menunjang keberhasilan budi daya udang vaname. Untuk menjaga kualitas air yang baik, langkah-langkah pengelolaan air yang tepat perlu dilakukan. Salah satu upaya yang dilakukan untuk melawan bakteri patogen dan meningkatkan kualitas air adalah penggunaan probiotik seperti *Bacillus*. Mansur dan Tangko (2016) menyatakan bahwa probiotik memiliki keuntungan yang dapat digunakan untuk mengendalikan patogen pada inang dan lingkungan, menstimulasi imunitas udang, dan sebagai perbaikan kualitas air. Bakteri *Bacillus* sp. merupakan bakteri indigenus yang memiliki aktivitas antibakteri patogen dan berpotensi sebagai probiotik. Setyawan *et al.* (2014) menjelaskan bahwa isolat bakteri biokontrol *Bacillus* sp. mampu menghambat pertumbuhan bakteri *Vibrio harveyi* secara *in vitro*. Mekanisme pemberian probiotik dapat diberikan melalui pakan dan air. Pemberian probiotik dapat meningkatkan pertumbuhan, imun, dan menekan pertumbuhan bakteri patogen.

Selain probiotik, salah satu teknologi baru yang dapat digunakan untuk meningkatkan kualitas air adalah memproduksi gelembung dengan teknologi *nanobubble*. *Nanobubble* berukuran nano (80-300 nm) dan memiliki daya apung yang kecil sehingga dapat bertahan di air dalam waktu yang lebih lama. Semakin kecil ukuran

gelembung, maka akan semakin kecil daya apung yang dimilikinya. Stabilitasi dari gelembung *nanobubble* menjadikannya tidak mudah pecah. Hal tersebut menjaga ketersediaan oksigen sepanjang waktu sehingga oksigen terlarut di perairan menjadi lebih stabil. Oksigen terlarut di perairan berperan dalam menjaga kualitas air sehingga diharapkan penggunaan *nanobubble* ini dapat menekan pertumbuhan bakteri *Vibrio* sp. dan mencegah vibriosis. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian mengenai penggunaan probiotik *Bacillus* sp. dan *nanobubble* untuk menekan pertumbuhan bakteri *Vibrio* sp.

1.2 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini yaitu mengetahui pengaruh kombinasi pemberian probiotik *Bacillus* sp. dengan *nanobubble* dalam menekan pertumbuhan bakteri *Vibrio* sp. pada budi daya udang vaname (*Litopenaeus vannamei*).

1.3 Manfaat Penelitian

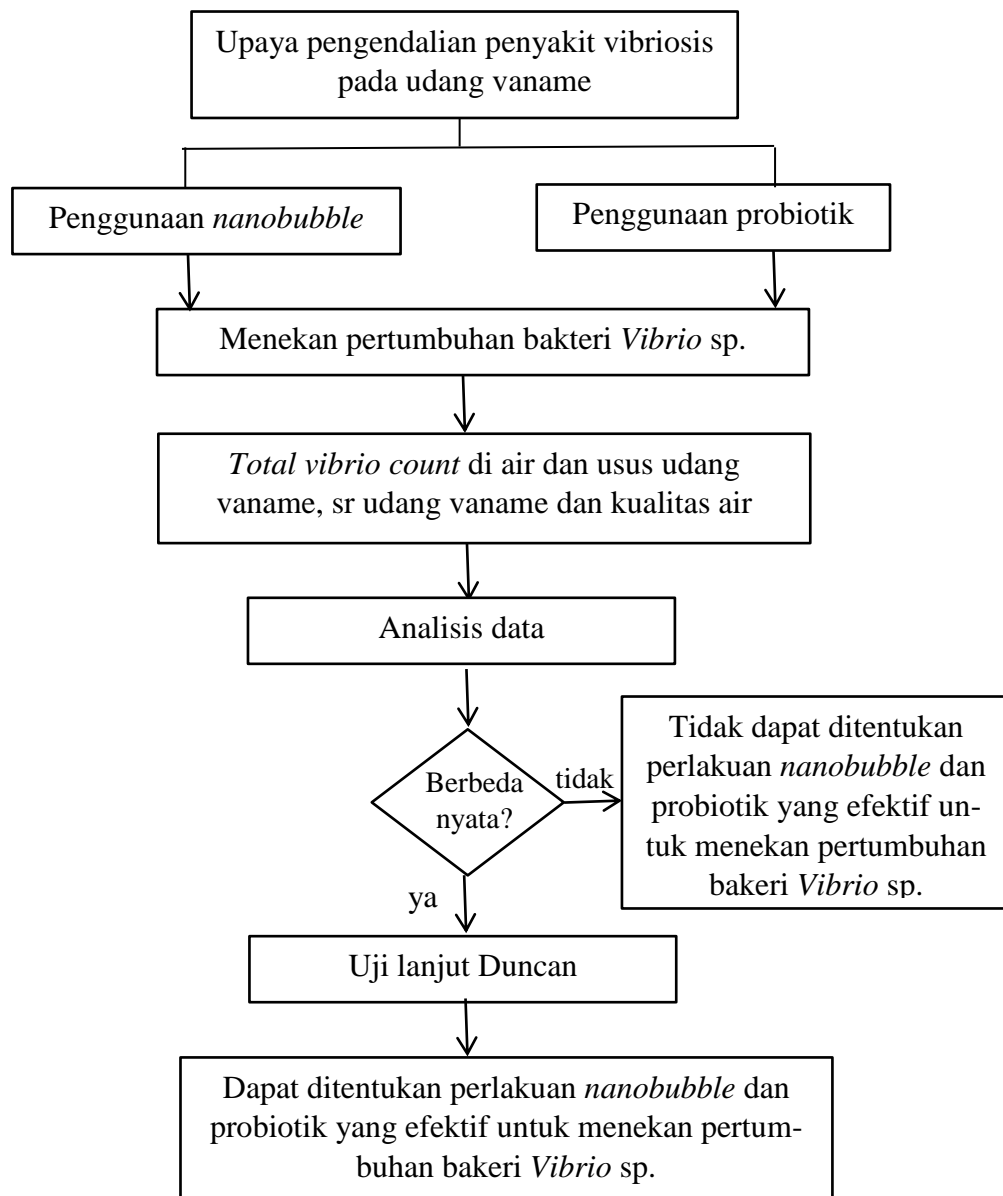
Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi kepada pembudi daya mengenai pengaruh kombinasi probiotik *Bacillus* sp. dan *nanobubble* dalam menekan pertumbuhan bakteri *Vibrio* sp. pada budi daya udang vaname (*Litopenaeus vannamei*).

1.4 Kerangka Pemikiran

Udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) merupakan salah satu jenis udang yang dibudidayakan di Indonesia karena memiliki nilai ekonomis yang cukup tinggi. Salah satu kendala dalam budi daya udang vaname, di antaranya adalah serangan penyakit. Penyakit yang sering menyerang udang yang terjadi karena virus, jamur, parasit, dan bakteri. Beberapa jenis bakteri dari genus *Vibrio* merupakan salah satu penyebab penyakit pada udang vaname yang dikenal dengan vibriosis. Selama ini, bakteri *Vibrio* banyak menyebabkan kematian pada larva, *post larva*, juvenil, dan udang dewasa dengan persentase 80-100% dari total populasi.

Dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Vibrio*, diperlukan kualitas air yang baik. Manajemen kualitas air yang baik dapat dilakukan dengan menggunakan probiotik maupun penggunaan *nanobubble*. Penggunaan probiotik dapat digunakan

karena dapat mempertahankan kestabilan parameter kualitas air. Penggunaan *nanobubble* juga dapat memperbaiki kualitas air, terutama oksigen terlarut dan menghambat mekanisme reproduksi bakteri dengan mengganggu dinding sel bakteri melalui oksidasi reduksi potensi (ORP) dan menghambat proses pembelahannya, sehingga diperlukan kombinasi dari probiotik dan *nanobubble* untuk memperbaiki kualitas air yang dapat menekan pertumbuhan bakteri *Vibrio*. Diagram alir dari kerangka penelitian yang dapat memperjelas uraian di atas dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir kerangka pemikiran

1.1.Hipotesis

Hipotesis pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. TVC pada usus udang vaname

H0 : semua $\tau_i = 0$

Semua pengaruh perlakuan penggunaan *nanobubble* dan probiotik *Bacillus* sp. tidak berbeda nyata terhadap *total vibrio count* (TVC) di usus udang vaname.

H1 : minimal terdapat satu $\tau_i \neq 0$

Minimal ada satu pengaruh perlakuan penggunaan *nanobubble* dan probiotik *Bacillus* sp. tidak berbeda nyata terhadap *total vibrio count* (TVC) di usus udang vaname.

2. TVC pada air media pemeliharaan udang vaname

H0 : semua $\tau_i = 0$

Semua pengaruh perlakuan penggunaan *nanobubble* dan probiotik *Bacillus* sp. tidak berbeda nyata terhadap *total vibrio count* (TVC) di air media pemeliharaan udang vaname.

H1 : minimal terdapat satu $\tau_i \neq 0$

Minimal ada satu pengaruh perlakuan penggunaan *nanobubble* dan probiotik *Bacillus* sp. tidak berbeda nyata terhadap *total vibrio count* (TVC) di air media pemeliharaan udang vaname.

3. Kelangsungan hidup udang vaname

H0 : semua $\tau_i = 0$

Semua pengaruh perlakuan penggunaan *nanobubble* dan probiotik *Bacillus* sp. tidak berbeda nyata terhadap *survival rate* udang vaname.

H1 : minimal terdapat satu $\tau_i \neq 0$

Minimal ada satu pengaruh perlakuan penggunaan *nanobubble* dan probiotik *Bacillus* sp. tidak berbeda nyata terhadap *survival rate* udang vaname.

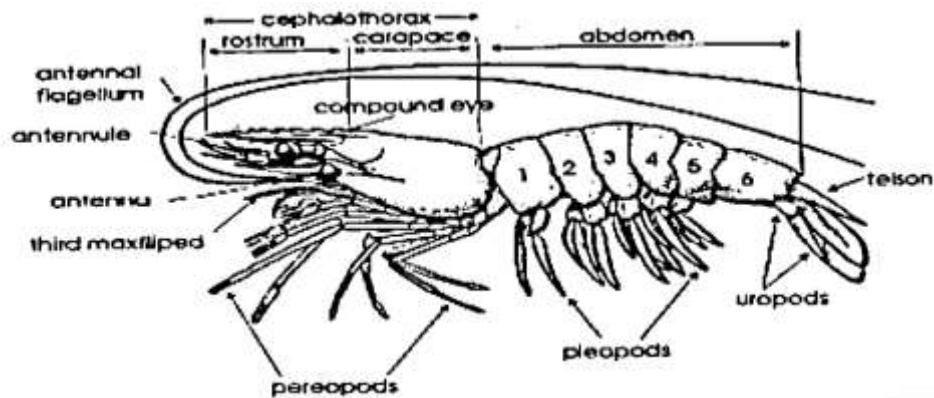
II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Klasifikasi dan Morfologi Udang Vaname

Klasifikasi dari udang putih atau udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) menurut Galil *et al.* (2011) adalah sebagai berikut:

Kingdom	: Animalia
Filum	: Arthropoda
Kelas	: Crustacea
Ordo	: Decapoda
Famili	: Penaeidae
Genus	: <i>Litopenaeus</i>
Spesies	: <i>Litopenaeus vannamei</i>

Secara morfologi udang vaname dapat dibedakan menjadi 3 bagian, yaitu *cephalothorax* (bagian kepala dan badan yang dilindungi karapaks), abdomen (bagian perut terdiri dari segmen/ruas-ruas), dan ekor. Kepala udang vaname terdiri dari antenula, antena, mandibular, dan sepasang maxillae. Bagian abdomen terdiri dari 6 ruas. Ruas 1-5 memiliki sepasang anggota badan berupa kaki renang yang disebut pleopoda (*swimmerest*). Pleopoda berfungsi sebagai alat untuk berenang, bentuknya pendek dan ujungnya berbulu (*setae*). Pada ruas ke-6, berupa uropoda dan bersama dengan telson berfungsi sebagai kemudi. Bagian abdomen juga memiliki sepasang uropod (mirip ekor) yang membentuk kipas dan bersama-sama telson berfungsi sebagai pengatur keseimbangan renang. Bagian abdomen terdiri dari 6 ruas (Irzal *et al.*, 2021). Morfologi udang vaname dapat dilihat pada Gambar 2.



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

Pada ruas kepala terdapat mata majemuk yang bertangkai. Selain itu, memiliki 2 antena yaitu: antenna I dan antenna II. Antena I dan antenula mempunyai dua buah flagellata pendek yang berfungsi sebagai alat peraba atau penciuman. Antena II atau antena mempunyai dua cabang, eksopodit berbentuk pipih disebut pro sante ma dan endopodit berupa cambuk panjang yang berfungsi sebagai alat perasa dan peraba. Pada bagian kepala terdapat mandibula yang berfungsi untuk menghancurkan makanan yang keras dan dua pasang maksilla yang berfungsi membawa makanan ke mandibula. Bagian-bagian tubuhnya terdiri dari rostrum, sepasang mata, sepasang antena, sepasang antenula, tiga buah maxiliped, lima pasang kaki jalan (periopoda), lima pasang kaki renang (pleopoda), sepasang telson, dan uropoda. Udang vaname mempunyai rostrum yang menyerupai lengan pada bagian ujung chepalothorax di atas mata dan antenula (Rusmiyati, 2013).

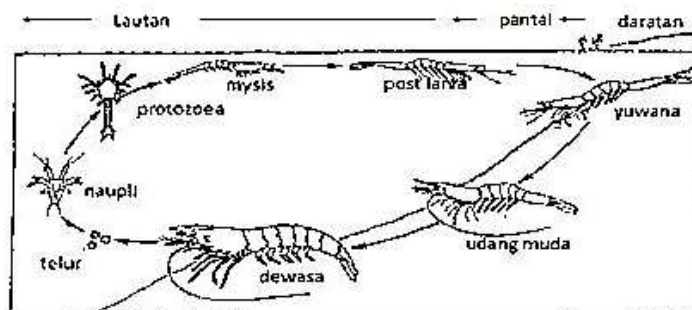
2.2 Habitat dan Siklus Hidup

Menurut Risaldi (2012), udang vaname adalah udang asli dari perairan Amerika Latin yang kondisi iklimnya subtropis. Di habitat alaminya, udang vaname biasa hidup pada kedalaman kurang lebih 70 meter (235 kaki). Udang vaname bersifat nokturnal, yaitu aktif mencari makan pada malam hari dan berkembang biak secara seksual. Proses perkawinan pada udang vaname ditandai dengan loncatan betina secara tiba-tiba. Pada saat meloncat tersebut, betina mengeluarkan sel-sel

telur. Pada saat yang bersamaan, udang jantan mengeluarkan sperma sehingga sel telur dan sperma bertemu. Proses perkawinan berlangsung kira-kira satu menit.

Menurut Risaldi (2012), sepasang induk udang vaname berukuran 30 – 45 g dapat menghasilkan telur sebanyak 100.000 – 250.000 butir. Perkembangan siklus hidup udang vaname adalah dari pembuahan telur berkembang menjadi naupli, mysis, *post larva*, juvenil, dan terakhir berkembang menjadi udang dewasa. Pada stadia naupli larva berukuran 0,32-0,59 mm, sistem pencernaannya belum sempurna dan masih memiliki cadangan makanan berupa kuning telur. Stadia zoea terjadi setelah larva ditebar pada bak pemeliharaan sekitar 15-24 jam. Pada stadia mysis, larva sudah meyerupai bentuk udang, hal itu ditandai dengan terlihatnya ekor kipas (uropoda) dan ekor (telson), selanjutnya udang mencapai stadia *post larva* yang sudah menyerupai bentuk udang sempurna. Larva sudah berukuran 1,05-3,30 mm dan pada stadia benur rnengalami 3 kali *moulting*. *Post larva* hidupnya mengikuti gerakan air dan arus laut. *Post larva* yang hidup di pantai-pantai berkembang menjadi udang muda (*juvenile*) di rawa-rawa air payau. Setelah dewasa, udang pergi ke laut untuk memijah (Herinto, 2005).

Udang dewasa memijah secara seksual di perairan laut dalam. Dari stadia naupli masuk ke stadia larva sampai pada stadia juvenil bergerak ke perairan yang lebih dangkal dimana terdapat banyak vegetasi yang dapat berfungsi sebagai tempat pemeliharaan. Setelah mencapai remaja, mereka kembali ke laut lepas menjadi dewasa dan siklus hidup berlanjut kembali. Siklus hidup udang vaname disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Siklus hidup udang vaname

Sumber : Wyban dan Sweeney (1991)

2.3 Penyakit *Vibriosis* pada Udang Vaname

Serangan penyakit dan penurunan kualitas lingkungan budi daya merupakan salah satu masalah yang dihadapi dalam budi daya udang. Salah satunya adalah bakteri *Vibrio* sp. yang dapat menyebabkan penyakit vibriosis. Bakteri ini merupakan jenis patogen oportunistik yang menginfeksi udang. Jika kondisi udang menurun, bakteri ini akan bersifat patogen. Pada saat wabah, populasi bakteri ini meningkat menjadi ribuan kali sehingga menyebabkan kematian udang hingga 100%. Vibriosis merupakan penyakit bakteri yang paling dominan menyebabkan kematian massal udang pada kegiatan budi daya dan diyakini sebagai penyebab utama kematian massal pada budi daya udang di Asia Tenggara dan Asia Timur. Potensi penyebaran *Vibrio* yang demikian besar sehingga perlu dilakukan upaya pencegahan sebelum udang terinfeksi penyakit tersebut (Widarnani *et al.*, 2012).

Bakteri *Vibrio* sp. merupakan salah satu patogen penyebab penyakit bakterial atau lebih dikenal sebagai vibriosis atau kunang-kunang. Penyakit ini banyak diasosiasikan terjadi akibat bakteri *Vibrio* sp. yang terlihat pada saat dikultur pada media TCBS (*Thiosulphate citrate bile salt sucrose*). Vibriosis umumnya menyerang jaringan yang berhubungan dengan pencernaan udang. Utami *et al.* (2016) menjelaskan bahwa udang yang terinfeksi bakteri *Vibrio* sp. menunjukkan gejala berupa nafsu makan berkurang, berenang miring, bergerak mendekati gelembung udara, kemerahan pada kaki renang dan uropod, serta terjadi nekrosis dan melanisasi pada segmen tubuh. *Vibrio* sp. masuk melalui mulut, membentuk plak, menyebar ke alat gerak kemudian menyebabkan kehilangan fungsi dan degradasi alat gerak (Ortega & Diaz, 2014).

Pola transisi atau penularan bakteri *Vibrio* sp. dapat terjadi secara horizontal melalui air atau kontak antar individu dengan tingkat penularan yang sangat tinggi (Zhou *et al.*, 2012). Bakteri ini menyerang udang pada semua stadia dan dapat menyebabkan penurunan hasil produksi atau kegagalan budi daya karena mampu menyebabkan kematian pada udang. Menurut Ganesh *et al.* (2010) *quorum sensing* bakteri *Vibrio* sp. di perairan adalah 10^3 CFU/mL. *Quorum sensing* adalah

jumlah kelimpahan minimal bakteri *Vibrio* sp. untuk mengekspresikan sifat patogennya (Papenfort & Bassler, 2016).

2.4 Kualitas Air Budi daya

Penyebab penyakit di lingkungan budi daya dapat berupa faktor fisika dan kimia, seperti lingkungan, pakan, dan metabolisme. Stres sebagai bagian reaksi psikologis udang yang terserang *Vibrio*. Menurut Supono (2017), udang memerlukan standar kualitas air tertentu agar dapat hidup dengan baik untuk mendukung kelangsungan hidup yang tinggi dan pertumbuhan yang optimal. Kondisi lingkungan perairan yang buruk memicu keberadaan ektoparasit yang berkorelasi erat dengan total bakteri yang menginfeksi udang vaname. Hal ini menjadi salah satu penyebab stres pada udang dan menjadikannya mudah terserang penyakit.

Keberhasilan budi daya udang vaname banyak ditentukan oleh beberapa faktor salah satunya parameter kualitas air. Penurunan kualitas air dapat terjadi karena adanya limbah hasil budi daya berupa bahan organik dan nutrisi baik yang bersifat partikel tersuspensi maupun terlarut (Santoso *et al.*, 2010). Kualitas air yang buruk dapat berpengaruh pada tingkat pertumbuhan, proses metabolisme, dan sintasan udang menjadi rendah (Tahe *et al.*, 2015). Parameter kualitas air pada budi daya udang vaname jika tidak sesuai cara budi daya ikan yang baik (CBIB) akan menyebabkan kerugian akibat pertumbuhan udang yang tidak optimal bahkan sampai pada kematian (Poerwanto & Susila, 2014).

2.5 Probiotik

Kualitas air merupakan faktor penting dalam budi daya udang. Upaya mengatasi penurunan kualitas air akibat penumpukan sampah organik adalah dengan menggunakan mikroorganisme. Mikroorganisme yang memberikan manfaat tersebut adalah probiotik. Penambahan bakteri probiotik diketahui mampu meningkatkan kelimpahan populasi bakteri menguntungkan serta mampu menekan pertumbuhan bakteri *Vibrio* di dalam saluran pencernaan udang vaname. Probiotik berperan sebagai imunostimulan, biokontrol, bioremediasi, peningkatan nilai nutrisi pakan,

memperbaiki respon inang terhadap penyakit, dan memperbaiki kualitas lingkungan (Azhar, 2013).

Berdasarkan penelitian Aji (2014), bakteri probiotik *Bacillus* sp. memiliki kemampuan untuk menghambat pertumbuhan bakteri *Vibrio harveyi*, *Staphylococcus aureus*, dan *Aeromonas hydrophila* secara *in vitro*. Adapun bakteri dalam probiotik yang telah digunakan dalam praktik akuakultur yaitu *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Leuconostoc*, *Enterococcus*, *Carnobacterium*, *Shewanella*, *Bacillus*, *Aeromonas*, *Vibrio*, *Entobacter*, *Pseudomonas*, *Clostridium*, dan *Saccharomyces* (Nayak, 2010).

Beberapa mekanisme kerja bakteri probiotik dalam menghambat keberadaan bakteri patogen di antaranya menghasilkan senyawa penghambat bakteri patogen, meningkatkan respon imun, memperbaiki kualitas air, dan mekanisme pencernaan (Verschuere *et al.*, 2000). Bakteri yang berhasil digunakan sebagai probiotik di antaranya berasal dari genus *Bacillus* dan *Thalassobacter utilis*. Bakteri probiotik dapat diisolasi dari berbagai sumber di antaranya air pemeliharaan udang ataupun saluran pencernaan udang itu sendiri (Guillan *et al.*, 2004). Salah satu mekanisme kerja probiotik pada akuakultur yaitu menekan atau mencegah berkembangnya organisme patogen melalui perbaikan keseimbangan mikroflora usus dan menekan pertumbuhan mikroorganisme patogen di dalam usus (Fariq *et al.*, 2018).

Probiotik mengandung kumpulan dari beberapa kelompok bakteri, di antaranya kelompok bakteri perombak bahan organik yang mampu meningkatkan penyerapan nutrisi pakan sehingga pertumbuhan udang lebih cepat, kelompok bakteri nitrifikasi yang dapat memperbaiki ekosistem perairan karena kemampuannya mengubah amoniak yang bersifat racun bagi udang menjadi nitrat yang tidak berbahaya, kelompok bakteri agen bioremediasi untuk pengendalian kualitas air dan kelompok bakteri asam laktat yang berperan dalam meningkatkan nafsu makan udang, memproduksi antibiotik, dan meningkatkan respon imun terhadap berbagai bakteri patogen. Dengan pemberian probiotik diharapkan mampu mengatasi masalah yang timbul dalam budi daya udang intensif.

2.6 *Bacillus* sp.

Salah satu probiotik yang dapat digunakan untuk menghambat serangan *Vibrio* sp. ialah *Bacillus* sp. Bakteri ini sudah banyak digunakan dalam dunia akuakultur sebagai probiotik. Menurut Muhammad (2019) *Bacillus* sp. sebagai probiotik merupakan salah satu bakteri gram positif yang memiliki sifat menguntungkan bagi inang, karena dapat meningkatkan respon imun dan resisten terhadap infeksi bakteri patogen, serta dapat meningkatkan performa pertumbuhan. Menurut Permanti *et al.* (2018) *Bacillus* sp. dapat menghasilkan enzim AHL-laktonase yang dapat menghambat mekanisme komunikasi di antara sel bakteri secara interseluler sehingga gen-gen patogenetik tidak diekspresikan oleh bakteri patogen. Menurut De Vos *et al.* (2009) *Bacillus* diklasifikasikan sebagai berikut:

Kingdom : Bacteria

Phylum : Firmicutes

Class : Bacilli

Ordo : Bacillales

Familly : Bacillaceae

Genus : *Bacillus*

Species : *Bacillus* sp.

Bacillus memiliki bentuk sel batang dengan sel tunggal maupun jamak menjadi rantai panjang serta filamen, gram positif, dengan diameter berukuran 0,4-1,8 μm dan panjangnya 0,9-10,0 μm . Beberapa *Bacillus* motil karena memiliki flagella. Bersifat aerob dan anaerob fakultatif, namun ada beberapa yang bersifat anaerob. *Bacillus* dapat hidup pada rentang suhu 10-60 °C dan pH yaitu 5-10 dan beberapa ada yang resisten terhadap salin. Dapat tumbuh pada media yang diberikan NaCl dengan konsentrasi hingga 20% (Bergey & Boone, 2009).

2.7 *Nanobubble*

Parameter utama dalam kualitas air yaitu kandungan oksigen terlarut atau *dissolved oxygen* (DO). Oksigen terlarut digunakan oleh mikroorganisme dalam proses penguraian amoniak dan nitrit. Teknologi *nanobubble* adalah suatu teknologi

gelembung gas kecil untuk meningkatkan kadar oksigen terlarut /*dissolved oxygen* (DO) dalam media budi daya. Gelembung yang dihasilkan oleh teknologi *nanobubble* berukuran < 200 nm (Chaplin, 2019) sehingga dapat bertahan lama dan stabil di dalam perairan. Semakin kecil ukuran gelembung, semakin kecil daya apungnya dari gelembung tersebut. Gelembung 1 mm mengapung pada ketinggian 0,361 kaki per detik atau 3.610 kali lebih cepat dari gelembung nano yang melayang pada kecepatan 0,0001 kaki per detik, sehingga gelembung nano dapat bertahan lebih lama dari gelembung besar.

Nanobubble dapat menyebabkan ketersediaan oksigen di dalam air dapat terpenuhi dan dapat digunakan untuk kebutuhan hidup biota karena aktivitas metaboliknya. Selain itu, *nanobubble* menangkap polutan (padatan) tersuspensi dalam cairan dan mengembang ke permukaan dan digunakan untuk menguraikan bahan organik. Dalam sistem *nanobubble*, oksigen dalam air dapat tersedia sepanjang waktu sehingga DO di perairan menjadi stabil. Selain mampu memenuhi kebutuhan oksigen untuk metabolisme budi daya ikan, *nanobubble* diperlukan untuk menguraikan bahan organik seperti sisa makanan dan kotoran ikan sehingga kualitas budi daya tetap terjaga.

Kadar oksigen terlarut yang tinggi pada tambak udang akan mengurangi total bakteri, virus, serta penyakit. Oksigen terlarut yang tinggi merangsang proses autolisis pada bakteri. Kondisi tersebut menghasilkan penurunan total bakteri *Vibrio* dan infeksi pada udang. Teknologi *nanobubble* juga menghambat mekanisme reproduksi bakteri dengan mengganggu dinding sel bakteri melalui oksidasi dari radikal bebas dan menghambat proses pembelahan.

III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian telah dilaksanakan selama 40 hari yaitu pada bulan Maret - Mei 2023. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Budidaya Perikanan, Jurusan Perikanan, Fakultas Petanian, Universitas Lampung.

3.2 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 1 dan 2 berikut.

Tabel 1. Alat yang digunakan selama penelitian

No.	Alat dan bahan	Kegunaan
1.	Kontainer	Wadah pemeliharaan udang.
2.	Alat aerasi	Menambahkan oksigen terlarut dalam air.
3.	Pipet tetes	Mengambil sampel.
4.	Pompa air mesin <i>nano-bubble</i>	Menghasilkan gelembung <i>nanobubble</i> .
5.	Erlenmeyer	Alat titrasi.
6.	<i>Blower</i>	Mengendalikan tekanan udara.
7.	Kertas tisu	Membersihkan alat yang digunakan.
8.	Cawan petri	Wadah untuk mengkultur bakteri.
9.	Tabung reaksi	Mengembangbiakkan mikroba dalam media cair.
10.	Inkubator	Menginkubasi bakteri.
11.	Bunsen	Alat pembakaran.
12.	Alat bedah	Membedah hewan uji.
13.	<i>Microrotube</i>	Meletakkan sampel.
14.	Termometer	Mengukur suhu.
15.	Refraktometer	Mengukur salinitas.
16.	pH meter	Mengukur pH.
17.	DO meter	Mengukur oksigen terlarut.
18.	Tabung plastik	Meletakkan sampel.
19.	Indikator pH 4,5	Mengukur alkalinitas.
20.	<i>Hotplate</i>	Menghomogenkan larutan.

Tabel 1. Alat yang digunakan selama penelitian (lanjutan)

No.	Alat dan bahan	Keterangan
21.	<i>Micro pipet</i>	Mengambil cairan dengan ketelitian lebih tinggi.
22.	<i>Scoope net</i>	Mengambil udang.
23.	Jarum ose	Memindahkan isolat bakteri.
24.	Autoklaf	Mensterilkan alat.
25.	Inkubator	Menginkubasi mikroba pada suhu terkontrol.
26.	Spektrofotometer	Menghitung bakteri.

Tabel 2. Bahan yang digunakan selama penelitian

No.	Bahan	Keterangan
1.	Alkohol	Mensterilkan alat.
2.	<i>Brom Cressol red</i> pH 8,3	Mengukur alkalinitas.
3.	Asam sulfat	Mengukur alkalinitas.
4.	Pelet komersil	Pakan udang.
5.	KMnO ₄	Mengukur TOM.
6.	H ₂ SO ₄	Mengukur TOM.
7.	Air laut 10 ppt	Media pemeliharaan udang.
8.	Media TCBS	Media bakteri.
9.	Media TSA	Wadah isolat bakteri.
10.	Media TSB	Wadah isolat bakteri.
11.	Probiotik Epicin-D	Probiotik komersil.

3.3 Desain Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental dengan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) yang terdiri dari 4 (empat) perlakuan dan 3 (tiga) kali pengulangan. Rincian perlakuan yang dilakukan adalah sebagai berikut:

Perlakuan A : Budi daya udang vaname dengan aerasi tanpa *nanobubble* dan probiotik *Bacillus* sp.

Perlakuan B : Budi daya udang vaname dengan *nanobubble* dan tanpa probiotik *Bacillus* sp.

Perlakuan C : Budi daya udang vaname dengan probiotik *Bacillus* sp. dan tanpa *nanobubble*.

Perlakuan D : Budi daya udang vaname dengan *nanobubble* dan probiotik *Bacillus* sp.

3.4 Pelaksanaan

3.4.1 Tahap persiapan

1. Persiapan Wadah dan Air Media Pemeliharaan

Wadah pemeliharaan berupa kontainer dengan ukuran 44 x 27 x 25 cm³ dan volume 70 liter sebanyak 12 buah. Wadah dikeringkan di bawah sinar matahari. Kontainer dilengkapi dengan aerator, masing-masing kontainer diisi dengan air laut salinitas 20 ppt sebanyak 40 liter. Pada perlakuan B dan D dilengkapi dengan *nanobubble*, perlakuan C dan D ditambahkan probiotik *Bacillus* sp. 10⁴ CFU/mL dalam air pemeliharaan. Penelitian dilakukan dengan menggunakan metode *in vitro*. Selama penelitian tidak dilakukan pergantian air secara menyeluruh.

2. Persiapan Hewan Uji

Hewan uji yang digunakan pada penelitian ini berupa udang vaname PL 10-12 dengan penebaran awal 1 ekor/liter sehingga 1 kontainer berisi 40 ekor. Sebelum diberi perlakuan, udang vaname diaklimatisasi untuk proses adaptasi dengan media pemeliharaan.

3.4.2 Tahap pelaksanaan

1. Identifikasi Bakteri Probiotik *Bacillus* sp.

Identifikasi bakteri pada penelitian ini menggunakan metode makroskopik. Pengamatan makroskopik adalah metode pengamatan yang dilakukan untuk mengamati karakteristik koloni bakteri hasil inokulasi pada media NA berdasarkan bentuk koloni, permukaan koloni/elevasi, tepi koloni, dan warna koloni sehingga ditemukan koloni bakteri *Bacillus* sp. Teknik isolasi sampel pada penelitian ini menggunakan metode cawan gores. Metode cawan gores (*streak plate*) adalah suatu teknik yang digunakan untuk mendapatkan koloni yang benar-benar terpisah dari koloni yang lain. Hal ini dapat mempermudah proses isolasi.

Persiapan probiotik dilakukan dengan menggunakan probiotik komersil Epicin-D dengan kandungan *Bacillus* sp. minimum 4.0x10⁹ CFU/g. Probiotik dipastikan dengan menggunakan metode pewarnaan sederhana, yaitu dengan menggunakan

beberapa tahapan. Tahapan pertama yaitu dengan cara pengaktifan bakteri probiotik, pemurnian bakteri, dan pewarnaan bakteri. Setelah dipastikan dan didapatkan, probiotik tersebut dapat digunakan untuk penelitian.

a. Pengaktifan Probiotik *Bacillus* sp.

Pengaktifan probiotik *Bacillus* sp. dilakukan dengan cara:

1. Kontainer diisi air sebanyak 2 L.
2. Sebanyak 2 g probiotik Epicin-D dimasukkan ke dalam kontainer.
3. Probiotik diaerasi selama 7 jam.
4. Probiotik sudah aktif.

b. Pembuatan Media TSA

1. Sebanyak 4 g TSA dimasukkan ke dalam erlenmeyer berisi 100 mL akuades. Erlenmeyer berisi media TSA diletakkan di atas *hotplate* dan dihomogenkan.
2. Media disterilkan dalam autoklaf dengan suhu 121°C selama 15 menit.
3. Media yang sudah steril dituang ke dalam cawan petri.
4. Setelah mengeras, media diinkubasi selama 24 jam pada suhu 36°C.

c. Pembuatan media TSB

1. Sebanyak 5 g media TSB dimasukkan ke dalam erlenmeyer berisi 100 mL akuades.
2. Media dihomogenkan di atas *hotplate* selama beberapa menit.
3. Media dituang ke dalam tabung reaksi sebanyak 9 mL dan kemudian ditutup menggunakan aluminium foil.
4. Media TSB diautoklaf selama 15 menit pada suhu 121°C.
5. Selanjutnya media TSB diinkubasi pada autoklaf selama 24 jam.

d. Isolasi Sampel

1. Sampel yang sudah diaktifkan, kemudian diambil sebanyak 1 mL.
2. 1 mL sampel diinokulasikan ke dalam tabung reaksi yang berisi 9 mL TSB.
3. Tabung reaksi yang berisi sampel dan media TSB diinkubasi selama 48 jam dengan suhu 36°C.

4. Setelah diinkubasi, sampel diambil sebanyak 100 μ L dengan mikropipet dan dipindahkan ke media TSA.

e. Isolasi Bakteri

1. Jarum ose dicelupkan ke dalam media TSB yang sudah diinkubasi selama 48 jam.
2. Bakteri diisolasi ke dalam media TSA dengan menggunakan metode gores.
3. Bakteri diinkubasi dengan posisi cawan terbalik selama 24-48 jam dengan suhu 30°C.
4. Koloni bakteri yang tumbuh diamati. Apabila koloni yang tumbuh sudah seragam, bisa dilanjutkan dengan metode pewarnaan bakteri. Jika belum seragam maka dilakukan pemurnian bakteri.

f. Pemurnian Bakteri

Pemurnian bakteri adalah metode penggoresan kuadran di media TSA yang dilakukan berulang sampai didapatkan koloni bakteri murni yang tunggal dan seragam.

1. Isolat bakteri di media TSA yang belum seragam diisolasi ke media TSA kosong dengan jarum ose untuk mengambil koloni bakteri *Bacillus* sp. Jarum ose tersebut kemudian digores ke media TSA kosong dengan menggunakan metode gores.
2. Media dibungkus dengan plastik *wrap* dan diinkubasi selama 24 jam di dalam inkubator.

g. Pewarnaan Sederhana

1. Akuades diteteskan sebanyak ½ tetes di atas kaca preparat.
2. Koloni bakteri yang sudah seragam kemudian digores dengan menggunakan jarum ose di atas kaca preparat yang sudah berisi akuades.
3. Akuades yang telah berisi koloni bakteri diratakan agar melebar di kaca preparat.
4. Kaca preparat difiksasi atau dipanaskan di atas bunsen hingga kering dan menempel kemudian ditunggu hingga dingin.

5. Pewarna giemsa diteteskan selama 45 detik-1 menit.
6. Kaca preparat dibilas dengan akuades dan didiamkan hingga kering.
7. Kaca preparat diamati menggunakan mikroskop.

2. Pemeliharaan Udang Vaname

Pemeliharaan udang vaname dilakukan selama 40 hari. Pemberian pakan dilakukan 4 kali per hari dengan pemberian pakan komersil pada pukul 07.00, 11.00, 15.00, dan 18.00 WIB dengan menggunakan *blind feeding program*. Pakan komersil yang digunakan berukuran *scrumble* dengan kandungan protein sebanyak 30%. Program pemberian pakan selama pemeliharaan disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Program pemberian pakan udang vaname metode *blind feeding*

DOC (hari)	ABW	Penambahan pakan/hari	Pemberian pakan/hari	Estimasi SR (%)	Awal pemberian
1-5	0,02-0,06	0,2	4	100	
6-10	0,07-0,21	0,2	4	100	
11-15	0,28-0,62	0,3	4	98	
16-20	0,74-1,30	0,3	4	97	1,15
21-25	1,49-2,19	0,4	4	95	gram/
26-30	2,41-3,52	0,4	4	90	kontainer
31-35	3,60-4,0	0,5	4	93	
36-40	4,0-5,0	0,5	4	90	

Pemberian probiotik komersil Epicin-D yang mengandung bakteri *Bacillus* sp. diberikan setiap 4 hari dan dilakukan pengukuran kualitas air meliputi oksigen terlarut/ *dissolved oxygen* (DO), pH, suhu, salinitas, alkalinitas, *total organic matter* (TOM) setiap 5 hari dan *total vibrio count* (TVC) air saat awal dan akhir penelitian, sedangkan TVC pada pencernaan udang hanya dilakukan pada akhir pemeliharaan.

3.5 Pengamatan

3.5.1 Parameter yang diamati

Parameter yang diamati pada perlakuan ini meliputi *survival rate* (SR), *total vibrio count* (TVC) air, total bakteri pada usus dan kualitas air. Pengamatan kualitas air yang meliputi *dissolved oxygen* (DO), suhu, pH, dan salinitas dilakukan

selama 5 hari serta alkalinitas dan TOM dilakukan pada awal dan akhir pemeliharaan.

1. *Survival Rate* (Kelangsungan Hidup)

Kelangsungan hidup udang vaname diamati setelah penelitian selesai dengan membandingkan antara populasi akhir dan populasi awal dengan menggunakan persamaan menurut Supono (2017), yaitu:

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

Keterangan :

SR= Kelangsungan hidup ikan (%)

N_o = Populasi awal penelitian (ekor)

N_t = Populasi akhir penelitian (ekor)

2. *Total Vibrio Count* (TVC)

a. Pembuatan media TCBS (*Thiosulphate Citrate Bile Salt*)

1. Bubuk TCBS agar sebanyak 8,9 ditimbang.
2. Bubuk TCBS agar dihomogenkan.
3. Dilarutkan dengan akuades sebanyak 100 mL.
4. Media yang dibuat dipanaskan di atas *hotplate* sampai mendidih.
5. Setelah mendidih, media didinginkan sebelum dituangkan ke dalam cawan petri sebanyak 10 mL, dan media didinginkan sampai mengeras.
6. Media TCBS yang sudah didinginkan kemudian dituang ke cawan petri.

b. Perhitungan *Total Vibrio Count* (TVC)

Kepadatan *Vibrio* sp. dalam air media pemeliharaan diamati di awal dan akhir pemeliharaan dan dihitung setelah 24 jam dengan menggunakan cawan petri berisi *thiosulphate citrate bile salt sucrose* (TCBS). Penghitungan jumlah total *Vibrio* sp. pada air media pemeliharaan udang dilakukan dengan beberapa tahap, yaitu :

1. Sebanyak 25 μ L air dari setiap ulangan pada masing-masing perlakuan diambil menggunakan *micro* pipet.

2. Selanjutnya, air tersebut dituang ke media TCBS dan diinkubasi pada inkubator selama 24 jam pada suhu ruang ($\pm 28^{\circ}\text{C}$).
3. Setelah itu, jumlah koloni bakteri yang tumbuh dihitung (Sutanti, 2009). Jumlah bakteri dinyatakan dalam satuan CFU/mL.

3. Perhitungan Bakteri pada Usus

Populasi bakteri yang dihitung yaitu bakteri *Vibrio* pada usus. Perhitungan total bakteri dilakukan setelah akhir masa pemeliharaan. Sampel udang uji diambil dari setiap perlakuan. Langkah-langkah yang dilakukan adalah:

1. Udang uji dibelah, dibuang bagian kepala, kaki, dan ekornya, kemudian digerus dengan cara dimasukkan ke dalam *microtube* steril.
2. Kemudian, dari hasil gerusan usus dilakukan pengenceran sebanyak 3 kali sebanyak 50 μL dan disebar menggunakan *spreader* pada media TCBS.
3. Kemudian diinkubasi selama 24 jam pada inkubator.

Perhitungan bakteri dilakukan menggunakan metode hitungan cawan, yaitu:

$$\text{CFU/ml} = \text{jumlah koloni} \times \frac{1}{\text{pengenceran}} \times \frac{1}{\text{volume yang digunakan}}$$

4. Parameter Kualitas Air

Pengukuran kualitas air yang meliputi suhu, oksigen terlarut atau *dissolved oxygen* (DO), pH, dan salinitas diamati setiap 5 hari serta alkalinitas dan TOM diamati pada awal dan akhir pemeliharaan. Pengukuran kualitas air menggunakan termometer, DO meter, pH meter, dan refraktometer dengan metode titrasi.

Pengukuran pH menggunakan pH meter. Pengukuran dilakukan pada awal sebelum penebaran dan selanjutnya dilakukan pengukuran tiap lima hari sebelum pemberian probiotik. Sebelum dan sesudah pemakaian pH meter, elektroda pada pH meter dibilas dengan akuades. Pengukuran dengan menempelkan sampel air ke elektroda pada pH meter.

Untuk mengetahui kadar DO (*dissolved oxygen*) pada air, dibutuhkan suatu alat yang disebut dengan DO meter. Penggunaan DO meter dilakukan dengan cara

mencelupkan probe pada DO meter ke dalam air dan otomatis nilai oksigen terlarut akan terlihat pada monitor DO Meter.

Pengukuran suhu menggunakan termometer. Penggunaan termometer dilakukan dengan menempelkan ujung termometer yang berisi air raksa ke permukaan air. Pengukuran dilakukan pada awal sebelum penebaran dan selanjutnya dilakukan pengukuran tiap lima hari.

Pengukuran salinitas menggunakan refraktometer. Refraktometer adalah sebuah alat yang biasa digunakan untuk mengukur konsentrasi zat terlarut. Prinsip pengukuran ini menggunakan pembiasan cahaya polikromatis dan sinar lampu menyinari *day light plate*. Kemudian sampel diteteskan 2-3 tetes yang diletakkan di atas prisma. Sampel terkena cahaya polikromatis yang diteruskan ke prisma sehingga tertera dalam bentuk skala.

Pengukuran alkalinitas dapat dilakukan dengan metode titrasi menggunakan erlenmeyer, pipet, indikator PP pH 4,5, *brom cressol red* pH 8,3, dan H₂SO₄. Pengukuran alkalinitas dengan metode titrasi dilakukan dengan beberapa tahap, yaitu:

1. Sampel sebanyak 500 mL dimasukkan ke dalam erlenmeyer dan disaring dengan kertas saring.
2. 2 tetes indikator PP ditambahkan, jika tidak berwarna PP = 0 (langsung ke langkah nomor 4).
3. Jika berwarna merah lembayung, sampel dititrasi dengan H₂SO₄ 0,02 N tetes demi tetes sampai warna hilang.
4. Sampel ditambahkan 2 tetes *brom cressol red* (BCR) MR.
5. Sampel dititrasi dengan H₂SO₄ 0,02 N sampai berubah warna dari biru ke hijau menjadi pink.
5. Jumlah tetes H₂SO₄ yang digunakan dicatat.

Perhitungan :

Total alkalinitas (mg CaCO₃/L) = A x N x 1.000 mL sampel

Keterangan : A = Volume total H₂SO₄

N = Normalitas H₂SO₄

Total organic matter (TOM) merupakan kandungan zat organik total dalam perairan. Oksidator yang digunakan pada penentuan TOM adalah KMnO₄, diasamkan dengan H₂SO₄ pekat dan dididihkan beberapa saat. Pengukuran kadar TOM dapat dilakukan dengan cara titrasi. Alat yang digunakan adalah perangkat titrasi termometer, erlenmeyer, *hotplate*, pipet volume, dan pipet mohr. Berikut adalah langkah uji TOM:

1. Erlenmeyer 200 mL disiapkan.
2. Sampel 50 mL air tawar ditambahkan kedalam erlenmeyer.
3. 1 tetes KMnO₄ 0,01 N ditambahkan sampai berwarna merah muda sedikit agar semua senyawa organik yang tingkatnya rendah dioksidasi menjadi tingkat tinggi.
4. 2,5 ml H₂SO₄ 8 N ditambahkan pada erlenmeyer.
5. Larutan dididihkan dengan menggunakan batu didih dan dipanaskan selama 1 menit.
6. Larutan diangkat dan ditambahkan 5 ml KMnO₄ 0,01 N.
7. Larutan dipanaskan sampai mendidih (5 menit)
8. Larutan diangkat dan ditambahkan asam oksalat 0,01 N 5 mL. Larutan akan menjadi jernih setelah diberikan oksalat.
9. Larutan dtitrasi dengan KMnO₄ 0,01 N sampai berwarna pink.

Perhitungan :

$$\text{TOM (mg/L)} = (x-y) \times 31,6 \times 0,01 \times 1.000 \text{ mL}$$

Keterangan:

x = mg/L KMnO₄ untuk sampel

y = mg/L KMnO₄ untuk akuades (larutan blanko)

ml = Banyaknya sampel yang digunakan

3.6 Analisis Data

Data penelitian berupa *survival rate* dan *total vibrio count* (TVC) dianalisis dengan Anova dengan tingkat kepercayaan 95%. Jika pengaruh perlakuan berbeda nyata, dilanjutkan dengan uji Duncan untuk melihat perlakuan yang menghasilkan pengaruh berbeda. Kualitas air dianalisis secara deksriptif.

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Kombinasi probiotik dan *nanobubble* tidak berpengaruh nyata terhadap *total vibrio count* pada air, *total vibrio count* pada usus dan berpengaruh nyata terhadap tingkat kelulushidupan larva udang vaname. Perlakuan terbaik terdapat pada kombinasi probiotik *Bacillus* sp. dan *nanobubble*.

5.2 Saran

Melakukan penelitian lanjutan dengan menggunakan bakteri pada probiotik yang berbeda dengan dosis yang lebih tinggi untuk menekan pertumbuhan bakteri *Vibrio* sp. pada budi daya udang vaname.

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR PUSTAKA

- Achmad, R. 2004. *Kimia Lingkungan*. Andi offset. Yogyakarta. 184 hlm.
- Aji, M. B. 2014. *Aktivitas Senyawa Antimikroba dari Bakteri Biokontrol terhadap Bakteri Patogen pada Udang Dan Ikan Secara In Vitro*. (Skripsi). Universitas Lampung. 46 hlm.
- Alfiansyah, Y. R., Hassenruck, C., Kunzman, 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*. 2(9): 1-15.
- Anisa, Marzuki, M., Setyono, B. D. H., & Scabra, A. R. 2021. Tingkat kelulusan hidup *post larva* udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) yang dipelihara pada salinitas rendah dengan menggunakan metode aklimatisasi bertingkat. *Jurnal Perikanan*. 11(1): 129-140.
- Atmomarsono, M., Muliani., Nurbaya., Susianingsih, E., Nurhidayah., & Rachmansyah. 2014. Petunjuk Teknis Aplikasi Bakteri Probiotik RICA Pada Budidaya Udang Windu Di Tambak. Balai Penelitian dan Pengembangan Budidaya Air Payau. Jakarta. 58 hlm.
- Arifin, Z., Adiwidjaya D., & Komarudin, U. 2007. *Penerapan Best Management Practices (BMP) pada Budidaya Udang Windu (Penaeus monodon) Intensif*. Balai Besar Pengembangan Budidaya Air Payau. Jepara. 77 hlm.
- Arisandi, A. 2017. Dampak perbedaan salinitas terhadap viabilitas bakteri *Vibrio fluvialis*. *Juvenil : Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*. Universitas Trunojoyo Madura. 9(2): 92-97.
- Arsad, S., Afandy, A., Purwadhi, A. P., Saputra, D. K., & Buwono, N. R. 2017. Studi kegiatan budidaya pembesaran udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) dengan penerapan sistem pemeliharaan berbeda. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*. 9(1): 1-14.
- Austin, B., & Austin, D. A. 2007. *Bacterial Fish Pathogens: Disease in Farmed and Wild Fish, Fourth edition*. Springer Dordrecht. New York. 552 hlm.
- Azhar, F. 2013. Pengaruh pemberian probiotik dan prebiotik terhadap performa juvenile ikan kerapu bebek (*Comileptes altivelis*). *Buletin Veteriner Udayana*. 6(1): 1-9.

- Balcazar, J. L., Deblas, I., Ruizzarzueta, I., Cunningham, D., Vandrell, D., & Muzquiz, J., L. 2007. A review: The role of prebiotics in aquaculture. *Veterinary Microbiology*. 11(4): 173-186.
- Bergey, D. H., & Boone, D. R. 2009. *Bergey's Manual of Sytematic Bacteriology*. Springer Science Business Media. New York. 1319 hlm.
- Balai Besar Perikanan Budidaya Air Payau Jepara. 2017. *Budidaya Udang Vannamei (Litopenaeus vannamei)*. Jepara. 56 hlm.
- Chen, Y. Y., Chen, J. C., Tseng, K. C., Lin, Y. C., Huang, C. L., 2015. Activation of immunity, immune response, antioxidant ability, and resistance against *Vibrio alginolyticus* in white shrimp *Litopenaeus vannamei* decrease under long-term culture at low pH. *Fish & Shellfish Immunology*. 46(2): 192–199.
- Chen, K., Li, E., Xu, C. X., Wang, H., Lin, J., Qin, G., Chen L., 2015. Evaluation of different lipid sources in diet of pasific white shrimp *litopenaeus vannamei* at low salinity. *Aquaculture Reports* 2. 1(2): 163-168.
- Chaplin, A. 2019. Zeta potential of nanobubbles generated by ultrasonication in aqueousalkyl polyglycoside solutions. *Jurnal Colloid Interface Scienc*. 12(1): 223-285.
- Chiba, M. K., & Ibaraki, M. T. 2007. Oxygen nanobubble water and method of producing the same. *Patent Application Publication*. 11(1): 1-5.
- Corbin, B. D. 2004. Identification and characterization *Bacillus thuringiensis*. *Journal of Bacteriology*. 18(6): 7736-7744.
- De Vos, Paul., George G. M., Jones, D., Krieg, N. R., Ludwig, W., Rainey, F. A., Schleifer, K. H., & William W. B. 2009. *Systematic Biology Second Edition : The Firmicutes Volume Three*. Departement of Microbiology University of Georgia. United states. 1422 hlm.
- Fariq, A., Jannah M., Junaidi M., & Setyowati. 2018. Pengaruh pemberian *Lactobacillus* sp. dengan dosis yang berbeda terhadap sistem imun udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) yang diinfeksi bakteri *Vibrio parahaemolyticus*. *Jurnal Kelautan*. 11(2): 140-150.
- Fuady, M. F., Supardjo M. N., & Haeruddin. 2013. Pengaruh pengelolaan kualitas air terhadap tingkat kelulushidupan dan laju pertumbuhan udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) di PT. Indokor Bangun Desa. *Diponegoro Journal of Maquares*. 2(4): 155-162.
- Galil, B. S., Clark P. F., & Carlton J. T. 2011. In the Wrong Place—Alien Marine Crustaceans: *Distribution, Biology and Impacts*. Williams College. London. 703 hlm.
- Ganesh, E. A., Das S. K., Chandrasekar, G., Arun, & Balamurugan, S. 2010. Monitoring of total heterotrophic bacteria and *Vibrio* sp. in an aquaculture pond. *Current Research Journal of Biological Sciences*. 2(1): 48-52

- Gullian, M., Thompson, F., & Rodriguez, J. 2004. Selection of probiotic bacteria and study of their immunostimulatory effect in *Penaeus vannamei*. *Aquaculture*. 23(1): 1-14.
- Gunarto., Suwoyo, H. S., & Syafaat, M. N. 2012. Budidaya Udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) pola intensif dengan penambahan molase. *Prosiding Seminar Indoaqua-Forum Inovasi Teknologi Akuakultur*. Badan Penelitian dan Pengembangan Kelautan dan Perikanan. Makassar. 469-478.
- Herinto. 2005. *Teknik Produksi Nauplius Udang Putih Vannamei (Litopenaeus vannamei) di Balai Budidaya Air Payau Situhondo Jawa Timur*. Balai Besar Perikanan Budidaya Air Payau. Situbondo. 51 hlm.
- Ihsan, B., & Retnaningrum, E. 2017. Isolasi dan identifikasi bakteri *Vibrio* sp. pada kerang kapah (*Meretrix meretrix*) di Kabupaten Trenggalek. *Jurnal Harpodon Borneo*. 10(1): 23-27.
- Irianto. 2005. *Jenis Trichodina sp. Parasit Ikan Mas (Cyprinus carpio) di Ngrajek Jawa Tengah*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. 44 hlm.
- Irzal, E. A., Abung, M. S., & Sahibuddin, M. Q. 2021. *Standard Operasional dan Prosedur (SOP) Budidaya Udang Putih (Litopenaeus vannamei) Kepulauan Seribu*. Pusat Kajian Sumberdaya Pesisir dan Lautan Institut Pertanian Bogor (PKSPL IPB). Bogor. 27 hlm.
- Isramilda. 2007. *Karakterisasi Zat Antimikrob Penghambat Pertumbuhan Vibrio harveyi dan E. Coli dari Bacillus sp. Asal Tambak Udang*. (Tesis). Institut Pertanian Bogor. 50 hlm.
- Kugino, K., Tamaru, S., Hisatomi, Y., & Sakaguchi, T. 2016. Longduration carbon dioksida anesthesia of fish using ultra fine (nano-scale) bubbles. *PLOS ONE*. 11(4): 1-9.
- Kementerian Kelautan dan Perikanan. 2014. *Data Pokok Kelautan dan Perikanan 2014*. Pusat Data Statistik dan Informasi Kementerian Kelautan dan Perikanan. Jakarta.
- Kementerian Kelautan & Perikanan. 2022. *Produksi Budidaya Udang di Indonesia*. Pusat Data Statistik dan Informasi Kementerian Kelautan dan Perikanan. Jakarta.
- Kharisma, A., & Abdul, M. 2012. Kelimpahan bakteri *Vibrio* sp. pada air pembesaran udang vannamei (*Litopenaeus vannamei*) sebagai deteksi dini serangan penyakit *Vibriosis*. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*, Universitas Airlangga. 4(2): 129-134.
- Kurniawan, K., Tompo, A., & Kardiah, I. K. C. 2014. Uji pathogenesis dan gambaran histology hepatopancreas infeksi bakteri *Vibrio* pathogen secara penyuntikan. *Prosiding Penyakit Ikan dan Kesehatan Lingkungan*. Seminar Nasional Perikanan dan Kelautan Universitas Gadjah Mada. Jepara. 8 hlm.
- Lante, S., Tampangallo, B. R., & Tenriulo, A. 2021. Effects of different probiotic administration on survival rate, vitality, and morphology of tiger shrimp

- larvae *Penaeus monodon*. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*. IOP Publishing. 8 hlm.
- Mailoa, M. C., & Seta, B. 2011. Karakteristik patogenitas *Vibrio* sp. diisolasi dari lendir sidat (*Anguilla* sp.). *Molucca Medica*. 4(12): 42-48.
- Mansur, A., & Tangko A. M. 2016. Probiotik : Pemanfaatannya untuk pakan ikan berkualitas rendah. *Media Akuakultur*. 3(2): 145-149.
- Melki., Soedharma, D., Effendi, H., & Mustofa. A. Z. 2011. Biopotensi tumbuhan mangrove untuk pencegahan penyakit Vibriosis pada udang windu. *Jurnal Maspari*. 2(1): 39-47.
- Miyogi, K. C., Trubachev, A. V., Kozhevnikov, V. I., Aksenova, V., Kropacheva, T. N., & Solovyov, A. A. 2017. The relationship of physico-chemical properties and actions on biological objects of artesian water with gas nanobubbles (Ar, O₂). *Journal of Applied Science*. 3(11): 16-31.
- Muhammad, A. 2019. *Pengaruh pemberian Bacillus subtilis terhadap perubahan warna air ditambak udang vaname (Litopenaeus vannamei)*. (Skripsi). Universitas Muhammadiyah Makassar. Makassar. 37 hlm.
- Nayak, S. K. 2010. Probiotics and immunity: A fish perspective. *Fish & Shellfish Immunology*. 29(1): 2-14.
- Nopitawati, T. 2010. *Seleksi Bakteri Probiotik dari Saluran Pencernaan untuk Meningkatkan Kinerja Pertumbuhan Udang Vaname Litopenaeus vannamei*. (Tesis). Institut Pertanian Bogor. Bogor. 53 hlm.
- Ortega, C. O. L., & Díaz, S. F. M. 2014. Phage therapy against *Vibrio parahaemolyticus* infection in the white leg shrimp (*Litopenaeus vannamei*) larvae. *Aquaculture*. 434(1): 208-211.
- Papenfort, K., & Bassler, B. L. 2016. Quorum sensing signal–response systems in Gram-negative bacteria. *Nature Reviews Microbiology*. 14(9): 576-588.
- Permanti, Y. C., Julyantoro, P. G. S., & Pratiwi, M. A. 2018. Pengaruh penambahan *Bacillus* sp. terhadap kelulushidupan pasca larva udang vaname (*Litopenaeus vanamei*) yang terinfeksi Vibriosis. *Aquatic Science*. 1(1): 91-97.
- Poerwanto, R., & Susila, A., D. 2014. *Teknologi Hortikultura Tropika: Volume 1 seri*. IPB Press. Bogor. 383 hlm.
- Praditia, F. P. 2009. *Pengaruh pemberian bakteri probiotik melalui pakan terhadap pertumbuhan dan kelangsungan hidup udang windu Penaeus monodon*. (Skripsi). Institut Pertanian Bogor. Bogor. 52 hlm.
- Purwoko, T. 2007. *Fisiologi Mikroba*. Bumi Aksara. Jakarta. 358 hlm.
- Risaldi. 2012. *Petunjuk Teknis Budidaya Udang Vannamei (Litopenaeus vannamei) Insentif yang Berkelanjutan*. Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya

Departemen Kelautan dan Perikanan. Balai Besar Pengembangan Budidaya Air Payau. Jakarta. 90 hlm.

- Rusmiyati, S. 2014. *Pintar Budidaya Udang Windu*. Pustaka Baru Press. Yogyakarta. 224 hlm.
- Saputra, A. D. 2020. *Efektivitas penggunaan sistem budidaya dengan teknologi nanobubble terhadap pertumbuhan dan tingkat kelangsungan hidup pada ikan kerapu cantik (*Epinephelus fuscoguttatus x Epinephelus microdon*)*. (Tesis). Universitas Airlangga. Surabaya. 52 hlm.
- Santoso, J., Fitriani, D., & Wardiatno, Y. 2010. Kandungan fenol dan aktifitas antioksidan makroalga bentik *Caulerpa racemosa* (*Frosskal*) dari Teluk Huruan, Lampung. *Biota*. 15(3): 369-378.
- Septiani, G., Prayitno S. B., & Anggoro, S. 2013. Potensi antibakteri ekstrak daun jeruju (*Acanthus ilcifolius*) terhadap *Vibrio harveyi* secara in-vitro. *Jurnal Kedokteran Hewan*. 7(1): 17-20.
- Setyawan, A., Harpeni, E., Ali, M., Mariska, D. C., & Aji, M. B., 2014. Potensi agen bakteri biokontrol indigenous tambak tradisional udang windu (*Penaeus monodon*) di Lampung Timur strain SP., terhadap Bakteri patogen pada udang dan ikan. *Prosiding Pertemuan Ahli Kesehatan Ikan*. Universitas Lampung. 24-31.
- Shabrina, D. A., Hastuti, S., & Subandiyono. 2018. Pengaruh probiotik dalam pakan terhadap performa darah, kelulushidupan dan pertumbuhan ikan tawes (*Puntius javanicus*). *Jurnal Sains Akuakultur Tropis*. 2(2): 26-35.
- Supono. 2017. *Teknologi Produksi Udang*. Plantaxia. Yogyakarta. 120 hlm.
- Supriyantini, E., Nuraini, R. A. T., & Fadmawati, A. P. 2017. Studi kandungan bahan organik pada beberapa muara sungai di kawasan ekosistem mangrove, di wilayah pesisir pantai utara Kota Semarang. *Buloma*. 6(1): 29-38.
- Suriani., & Amran, M. 2016. Prospek *Bacillus* sp. sebagai agen pengendali hayati patogen tular tanah pada tanaman Jagung. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian*. 35(1): 37-45.
- Susana, M. 2017. *Isolasi dan Karakteristik Bakteri Heterotrofik pada Perairan Laut Kawasan Pemukiman dan Perairan Bersalinitas Rendah di Kelurahan Pur-nama dumai Provinsi Riau*. (Skripsi). Universitas Riau. Riau. 50 hlm.
- Tahe, S., Suwoyo, H. S., & Fahrur, M. 2015. Aplikasi probiotik RICA dan komersial pada budidaya udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) pola intensif. *Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur 2015*. 435-445.
- Tran, L., Nunan, L., Redman, R. M., Mhoney, L. L., Pantoja, C. R., Fitzsimmons, K., & Lightner, D. V. 2013. Determination of the infectious nature of the

- agent of acute hepatopancreatic necrosis syndrome affecting penaeid shrimp. *Diseases of Aquatic Organisms*. 10(5): 45-55.
- Utami, W., Sartijo., & Desrina. 2016. Pengaruh salinitas terhadap efek infeksi *Vibrio harveyi* pada udang vaname (*Litopenaeus vannamei*). *Jurnal of Aquaculture Management and Technology*. 5(1): 82- 90.
- Verschuere, L., Rombaut, G., Sorgeloos, P., & Verstraete, W. 2000. Probiotic bacteria as biological control agents in aquaculture. *Microbiology and Molecular Biology*. 64(4): 655–671.
- Warsito. 2012. Morfologi udang vannamei. *Jurnal Perikanan dan Ilmu Kelautan*. 1(3): 1-6.
- Widanarni, Widagdo, P., & Wahjuningrum, D. 2012. Aplikasi probiotik, prebiotik, dan sinbiotik melalui pakan pada udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) yang diinfeksi bakteri *Vibrio harveyi*. *Jurnal Akuakultur Indonesia*. 11(1): 54-63.
- Widyorini, N., Putri, R. R., & Jati, O. E. 2021. Analisis perbedaan kelimpahan bakteri heterotrof dengan kandungan bahan organik pada sedimen di ekosistem mangrove Trimulyo, kecamatan Genuk, kota Semarang. *Jurnal Pasir Laut*. 5(1): 1-39.
- Wyban, J. A., & Sweeney, J. N. 1991. *Intensive Shrimp Production Technology*. The Oceanic Institute. Hawaii. USA. 158 hlm.
- Zhou, J., Wenhong, F., Xianle, Y., Shuai, Z., Linlin, H., Xincang, L., Xinyong, Q., Hang, S., & Layue, X. 2012. A nonluminescent and highly virulent *Vibrio harveyi* strain is associated with bacterial white tail disease of *Litopenaeus vannamei* shrimp. *Journal PLOS One*. 7(2):1-6.