

**PERAKITAN FORMULASI *Rhodobacter* sp. DAN *Rhodococcus* sp. PADA
PERBAIKAN KUALITAS AIR DAN PENINGKATAN PERTUMBUHAN
PADA BUDI DAYA UDANG VANAME (*Litopenaeus vannamei*)**

SKRIPSI

Oleh

**AGUNG PRASETYO
2114111042**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2025**

**PERAKITAN FORMULASI *Rhodobacter* sp. DAN *Rhodococcus* sp. PADA
PERBAIKAN KUALITAS AIR DAN PENINGKATAN PERTUMBUHAN
PADA BUDI DAYA UDANG VANAME (*Litopenaeus vannamei*)**

Oleh

**AGUNG PRASETYO
214111042**

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
2025**

ABSTRAK

PERAKITAN FORMULASI *Rhodobacter* sp. DAN *Rhodococcus* sp. PADA PERBAIKAN KUALITAS AIR DAN PENINGKATAN PERTUMBUHAN PADA BUDI DAYA UDANG VANAME (*Litopenaeus vannamei*)

Oleh

AGUNG PRASETYO

Udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) merupakan salah satu komoditas ekspor yang memiliki nilai ekonomis. Salah satu kendala dalam kegiatan budi daya adalah penurunan kualitas air yang berdampak pada menurunnya kesehatan udang dan hasil produksi. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, diperlukan penerapan bioremediasi melalui penambahan bakteri *Rhodobacter* sp. dan *Rhodococcus* sp. yang berperan dalam memperbaiki kualitas air serta mendukung peningkatan pro-duktivitas udang. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengevaluasi pemberian bakteri *Rhodobacter* sp. dan *Rhodococcus* sp. terhadap perbaikan kualitas air, peningkatan pertumbuhan, dan tingkat kelangsungan hidup pada budi daya udang vaname. Rancangan yang digunakan adalah perlakuan penambahan *Rhodobacter* sp. dan *Rhodococcus* sp. berbeda konsentrasi (ppm) 0 (A) dan 1 (B) dengan masing-masing perlakuan dilakukan tiga kali ulangan. Perlakuan diberi udang vaname ukuran PL 20 dengan berat rata-rata 0,0061 g selama 49 hari. Parameter yang diamati meliputi kualitas air, pertumbuhan, dan tingkat kelangsungan hidup. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian *Rhodobacter* sp. dan *Rhodococcus* sp. pada media budi daya udang vaname memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap peningkatan pertumbuhan udang ($P < 0,05$) dan tidak menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata terhadap tingkat kelangsungan hidup udang vaname ($P > 0,05$) dan belum dapat memperbaiki kualitas air pada media budi daya. Simpulan dari penelitian ini adalah pemberian *Rhodobacter* sp. dan *Rhodococcus* sp. pada media budi daya udang vaname terbukti dapat meningkatkan pertumbuhan udang.

Kata kunci: Kualitas Air, Pertumbuhan, *Rhodobacter* sp., *Rhodococcus* sp., Udang Vaname

ABSTRACT

FORMULATION ASSEMBLY OF *Rhodobacter* sp. AND *Rhodococcus* sp. FOR WATER QUALITY IMPROVEMENT AND GROWTH ENHANCEMENT IN THE CULTIVATION OF PACIFIC WHITELEG SHRIMP (*Litopenaeus vannamei*)

By

AGUNG PRASETYO

Pacific whiteleg shrimp (*Litopenaeus vannamei*) is one of the export commodities that has economic value. One of the main challenges in aquaculture is the decline in water quality, which negatively affects shrimp health and production yield. To address this issue, bioremediation through the addition of *Rhodobacter* sp. and *Rhodococcus* sp. is required, as these bacteria play a role in improving water quality and supporting the enhancement of shrimp productivity. The purpose of this study was to evaluate the application of *Rhodobacter* sp. and *Rhodococcus* sp. bacteria on improving water quality, increasing growth, and survival rate in pacific whiteleg shrimp cultivation. The experimental design employed was the addition of *Rhodobacter* sp. and *Rhodococcus* sp. at different concentrations (ppm): 0 (A) and 1 (B), with each treatment replicated three times. The treatments were stocked with Pacific whiteleg shrimp at PL 20 size with an average weight of 0,0061 g and reared for 49 days. The parameters observed included water quality, growth, and survival rate. The results showed that the administration of *Rhodobacter* sp. and *Rhodococcus* sp. in pacific whiteleg shrimp cultivation media had a significantly different effect on the increase in shrimp growth ($P < 0,05$) and did not show a significant different effect on the survival rate of vannamei shrimp ($P > 0,05$) and could not improve water quality in the cultivation medium. The conclusion of this study is that the administration of *Rhodobacter* sp. and *Rhodococcus* sp. in pacific whiteleg shrimp cultivation media is proven to increase shrimp growth.

Kata kunci: Water Quality, Growth, *Rhodobacter* sp., *Rhodococcus* sp., Pacific Whiteleg Shrimp

Judul

**: PERAKITAN FORMULASI
Rhodobacter sp. DAN *Rhodococcus sp.*
PADA PERBAIKAN KUALITAS AIR
DAN PENINGKATAN
PERTUMBUHAN PADA BUDI
DAYA UDANG VANAME
(*Litopenaeus vannamei*)**

Nama

: Agung Prasetyo

Nomor Pokok Mahasiswa

: 2114111042

Program Studi

: Budidaya Perairan

Jurusan

: Perikanan dan Kelautan

Fakultas

: Pertanian



1. Komisi Pembimbing

Dr. Yudha Trinoegraha A., S.Pi., M.Si.
NIP. 197807082001121001

Suherman, S.Si., M.Si.
NIP. 197808272009121001

2. Ketua Jurusan Perikanan dan Kelautan

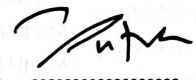
Munti Sarida, S.Pi., M.Sc., Ph.D.
NIP. 198309232006042001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua

: **Dr. Yudha Trinoegraha Adiputra, S.Pi., M.Si.**



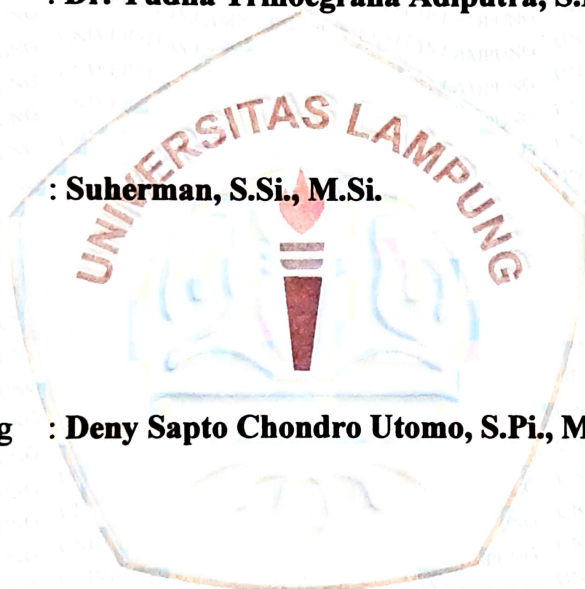
Sekretaris

: **Suherman, S.Si., M.Si.**



Penguji

Bukan Pembimbing : **Deny Sapto Chondro Utomo, S.Pi., M.Si.**



2. Dekan Fakultas Pertanian



Dr. Dr. Kuswanta Futas Hidayat, M.P.

NIP. 196411181989021002

Tanggal lulus ujian skripsi: **30 Juli 2025**



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS LAMPUNG
FAKULTAS PERTANIAN
JURUSAN PERIKANAN DAN KELAUTAN

Prof. Dr. Sumantri Brojonegoro No. 1 Bandar Lampung 35145 Telp (0721) 704946 Fax (0721) 770347

PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya, di dalam naskah skripsi yang berjudul **“Perakitan Formulasi *Rhodobacter* sp. dan *Rhodococcus* sp. Pada Perbaikan Kualitas Air dan Peningkatan Pertumbuhan pada Budi Daya Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*)”** tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh pihak lain untuk mendapatkan karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebut dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata dalam naskah skripsi ini ditemukan dan terbukti terdapat unsur-unsur fabrikasi, falsifikasi, plagiat dan konflik kepentingan saya bersedia skripsi ini digugurkan dan gelar akademik yang telah saya peroleh (S1) dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (Undang-Undang Nomor 20 Tahun 2003, Pasal 25 ayat 2 dan Pasal 70).

Bandar Lampung, 17 September 2025

Yang membuat pernyataan



Agung Prasetyo
NPM. 2114111042

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Pandeglang, Banten pada 30 Agustus 2002, anak pertama dari pasangan Bapak Gumar Wahyudi dan Ibu Amah. Penulis memiliki dua adik perempuan bernama Selfa Ariana dan Selfi Ariani. Penulis menempuh pendidikan formal di TK Fajartika Carita (2006 - 2007), SD Negeri Sukajadi 1 (2008 - 2014), MTS Negeri 2 Pandeglang (2014 - 2017), dan SMA Negeri 4 Pandeglang (2017 - 2020). Penulis melanjutkan pendidikan perguruan tinggi pada tahun 2021 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 Biologi Organisme Akuakultur pada tahun 2023. Penulis aktif pada organisasi tingkat fakultas dan jurusan yaitu Dewan Perwakilan Mahasiswa (DPM) FP Unila sebagai Sekretaris Komisi III dan Himpunan Mahasiswa Perikanan dan Kelautan (Himapik) FP Unila sebagai anggota bidang Kominfo pada tahun 2023 - 2024. Penulis pernah menjadi Ketua tim Content Creator Program Studi Budidaya Perairan Unila pada tahun 2023. Penulis mengikuti program magang mandiri di Loka Pengelolaan Sumberdaya Pesisir dan Laut (LPSPL) Serang pada tanggal 27 Juni - 27 Juli tahun 2022. Penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Jondong, Kecamatan Kalianda, Kabupaten Lampung Selatan, Provinsi Lampung pada bulan Januari - Februari 2024. Penulis juga mengikuti program Merdeka Belajar Kampus Merdeka (MBKM) magang dan riset di Balai Pengujian Kesehatan Ikan dan Lingkungan (BPKIL) Serang pada bulan Februari - Desember 2024.

Untuk orang tua terkasih, Bapak Gumar Wahyudi dan Ibu Amah yang selalu memberikan doa, dukungan, nasihat, dan pengorbanan .

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, atas segala rahmat dan karunia yang diberikan, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Perakitan Formulasi *Rhodobacter* sp. dan *Rhodococcus* sp. pada Perbaikan Kualitas Air dan Peningkatan Pertumbuhan pada Budi daya Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*)“.

Penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P. selaku Dekan FP Unila;
2. Ibu Munti Sarida, S.Pi., M.Sc., Ph.D. selaku Ketua Jurusan Perikanan dan Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.;
3. Bapak Dr. Agus Setyawan, S.Pi., M.P. selaku Ketua Program Studi Budidaya Perairan, Jurusan Perikanan dan Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung;
4. Bapak Dr. Yudha Trinoegraha Adiputra, S.Pi., M.Si. selaku Dosen Pembimbing Utama;
5. Bapak Suherman, S.Si., M.Si., selaku Dosen Pembimbing Pembantu/Sekretaris;
6. Bapak Deny Sapto Chondro Utomo, S.Pi., M.Si. selaku Dosen Penguji Utama dan selaku Dosen Pembimbing Akademik;
7. Kedua Orang Tua, yang selalu memberikan doa, dukungan kepada penulis;
8. Balai Pengujian Kesehatan Ikan dan Lingkungan (BPKIL) Serang selaku penyandang dana penelitian.

Bandar Lampung, 24 September 2025

Agung Prasetyo

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	2
1.3 Manfaat Penelitian.....	3
1.4 Kerangka Pikir.....	3
1.5 Hipotesis.....	5
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Biologi Udang Vaname (<i>Litopenaeus vannamei</i>)	6
2.1.1 Klasifikasi dan Morfologi	6
2.1.2 Habitat.....	7
2.2 Budi Daya Udang vaname (<i>Litopenaeus vannamei</i>)	7
2.2.1 Sistem Budi Daya.....	7
2.2.2 Kualitas Air	8
2.2.2.1 Derajat Keasaman (pH)	8
2.2.2.2 Suhu.....	9
2.2.2.3 Oksigen Terlarut.....	9
2.2.2.4 Salinitas	10
2.2.2.5 Asam Sulfida (H ₂ S)	10
2.2.2.6 Amonia (NH ₃)	11

2.2.2.7 Nitrit (NO ₂)	11
2.2.2.8 Bahan Organik Total (BOT).....	12
2.2.3 Pertumbuhan	12
2.2.4 Kelangsungan Hidup.....	12
2.3 Probiotik	13
2.3.1 Bakteri <i>Rhodobacter</i> sp.	14
2.3.2 Bakteri <i>Rhodococcus</i> sp.	15
III. METODE PENELITIAN	17
3.1 Waktu dan Tempat	17
3.2 Alat dan Bahan	17
3.2.1 Alat.....	17
3.2.2 Bahan	19
3.3 Rancangan Penelitian	21
3.4 Prosedur Penelitian.....	21
3.4.1 Tahap Persiapan	21
3.4.1.1 Persiapan Wadah dan Air Media Pemeliharaan	21
3.4.1.2 Persiapan Media Budi daya.....	22
3.4.2 Pelaksanaan Penelitian.....	22
3.4.3 Pengambilan Sampel.....	22
3.4.4 Parameter Pengamatan	23
3.4.5 Analisis Data	28
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	29
4.1 Hasil.....	29
4.1.1 Kualitas Air	29
4.1.1.1 Derajat Keasaman (pH).....	29
4.1.1.2 Suhu.....	30
4.1.1.3 Oksigen Terlarut.....	31
4.1.1.4 Salinitas	32
4.1.1.5 Asam Sulfida (H ₂ S)	33
4.1.1.6 Amonia	34
4.1.1.7 Nitrit	35
4.1.1.8 Bahan Organik Total (BOT)	36
4.1.2 Pertumbuhan	37
4.1.2.1 Laju Pertumbuhan Bobot Harian.....	37
4.1.2.2 Tingkat Kelangsungan Hidup.....	38
4.2 Pembahasan	38
V. SIMPULAN DAN SARAN	45
5.1 Simpulan.....	45
5.2 Saran	45
DAFTAR PUSTAKA	46
LAMPIRAN.....	55

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Alat yang digunakan dalam penelitian.....	17
2. Bahan yang digunakan dalam penelitian.....	19

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Diagram alir kerangka pikir penelitian	4
2. Udang vaname (<i>Litopenaeus vannamei</i>).....	6
3. Bakteri <i>Rhodobacter</i> sp.....	15
4. Bakteri <i>Rhodococcus</i> sp.	16
5. Tata letak wadah penelitian.....	21
6. Fluktuasi derajat keasaman (pH) selama pemeliharaan udang vaname (<i>L. vannamei</i>).....	29
7. Fluktuasi suhu selama pemeliharaan udang vaname (<i>L. vannamei</i>).....	30
8. Fluktuasi oksigen terlarut selama pemeliharaan udang vaname (<i>L. vannamei</i>)	31
9. Fluktuasi salinitas selama pemeliharaan udang vaname (<i>L. vannamei</i>)	32
10. Fluktuasi asam sulfida (H ₂ S) selama pemeliharaan udang vaname (<i>L. vannamei</i>)	33
11. Fluktuasi amonia selama pemeliharaan udang vaname (<i>L. vannamei</i>).....	34
12. Fluktuasi nitrit selama pemeliharaan udang vaname (<i>L. vannamei</i>).....	35
13. Fluktuasi bahan organik total (BOT) selama pemeliharaan udang vaname (<i>L. vannamei</i>).....	36
14. Laju pertumbuhan bobot harian udang vaname (<i>L. vannamei</i>) selama pemeliharaan	37
15. Tingkat kelangsungan hidup udang vaname (<i>L. vannamei</i>) selama pemeliharaan	38

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Udang merupakan salah satu komoditas ekspor yang memiliki nilai ekonomi tinggi dalam bidang perikanan. Salah satu jenis udang dengan permintaan pasar yang cukup besar baik di dalam maupun luar negeri yaitu udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) karena memiliki keunggulan nilai gizi dan nilai ekonomis yang tinggi (Nababan *et al.*, 2015). Permintaan yang terus meningkat menyebabkan perkembangan teknologi budi daya semakin pesat. Saat ini udang vaname dapat dibudi dayakan dengan sistem intensif untuk meningkatkan produktivitasnya (Wasiolesky *et al.*, 2013). Menurut Kementerian Kelautan dan Perikanan (2023), produksi udang nasional pada 2023 hingga awal Desember 2023 sebanyak 1,097 juta ton dan ditargetkan mencapai 2 juta ton pada 2024. Produksi yang tinggi merupakan tujuan dari budi daya udang vaname secara intensif untuk memenuhi kebutuhan pasar dan salah satu upaya untuk meningkatkan produksi adalah dengan padat tebar tinggi (Purnamasari *et al.*, 2017).

Produksi udang vaname dalam praktiknya tidak bisa berjalan dengan lancar. Terdapat banyak kendala yang dialami oleh pembudi daya. Budi daya udang sistem intensif menghadapi kendala yaitu penyakit yang disebabkan karena ketidakseimbangan antara inang, patogen, dan lingkungan (Tahe & Suwoyo, 2011). Faktor lingkungan merupakan salah satu kendala pada budi daya udang vaname. Sistem intensif menghasilkan peningkatan sisa pakan dan feses udang sehingga berdampak terhadap penurunan kualitas air seperti peningkatan akumulasi bahan organik, amonia, nitrit, dan lainnya (Ramadhani *et al.*, 2018).

Kualitas air yang buruk dapat menyebabkan stres pada udang yang berdampak pada terganggunya proses metabolisme sehingga dapat berpengaruh pada tingkat pertumbuhan, dan menjadi sumber penyakit bagi udang juga mengakibatkan kelangsungan hidup udang menjadi rendah. Hal ini tentu saja dapat menurunkan tingkat produktivitas udang vaname (Ramdhani et al., 2018).

Manajemen kualitas air perlu dilakukan untuk menjaga agar air berada pada kondisi yang optimal (Lusiana et al., 2021). Penerapan probiotik berfungsi untuk memperbaiki kualitas air dengan memanfaatkan mikroorganisme yang mampu merombak bahan organik. Proses degradasi bahan organik dapat terjadi secara alami, namun penambahan probiotik berpotensi mempercepat dan mengoptimalkan proses tersebut (Hartini, 2013). Aplikasi probiotik diya-kini dapat memperbaiki kualitas air sehingga tercipta kondisi kolam yang sehat (Khasani, 2007).

Bakteri *Rhodobacter* sp. dan *Rhodococcus* sp., sering digunakan sebagai probiotik yang berperan dalam perbaikan kualitas air. Suriyadin et al. (2020) yang mengaplikasikan kedua bakteri tersebut pada budi daya ikan patin (*Pangasius* sp.) mampu menurunkan konsentrasi bahan organik. Selain itu, *Rhodobacter* sp. dapat menurunkan konsentrasi amonia pada budi daya ikan lele (*Clarias* sp.) seperti yang dilaporkan oleh Lestari et al. (2024). Aplikasi *Rhodobacter* sp. dan *Rhodococcus* sp. pada budi daya udang vaname masih belum banyak dilaporkan. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian pemberian *Rhodobacter* sp. dan *Rhodococcus* sp. pada budi daya udang vaname untuk memperbaiki kualitas air sehingga mampu mendukung peningkatan pertumbuhan udang vaname.

1.2 Tujuan Penelitian

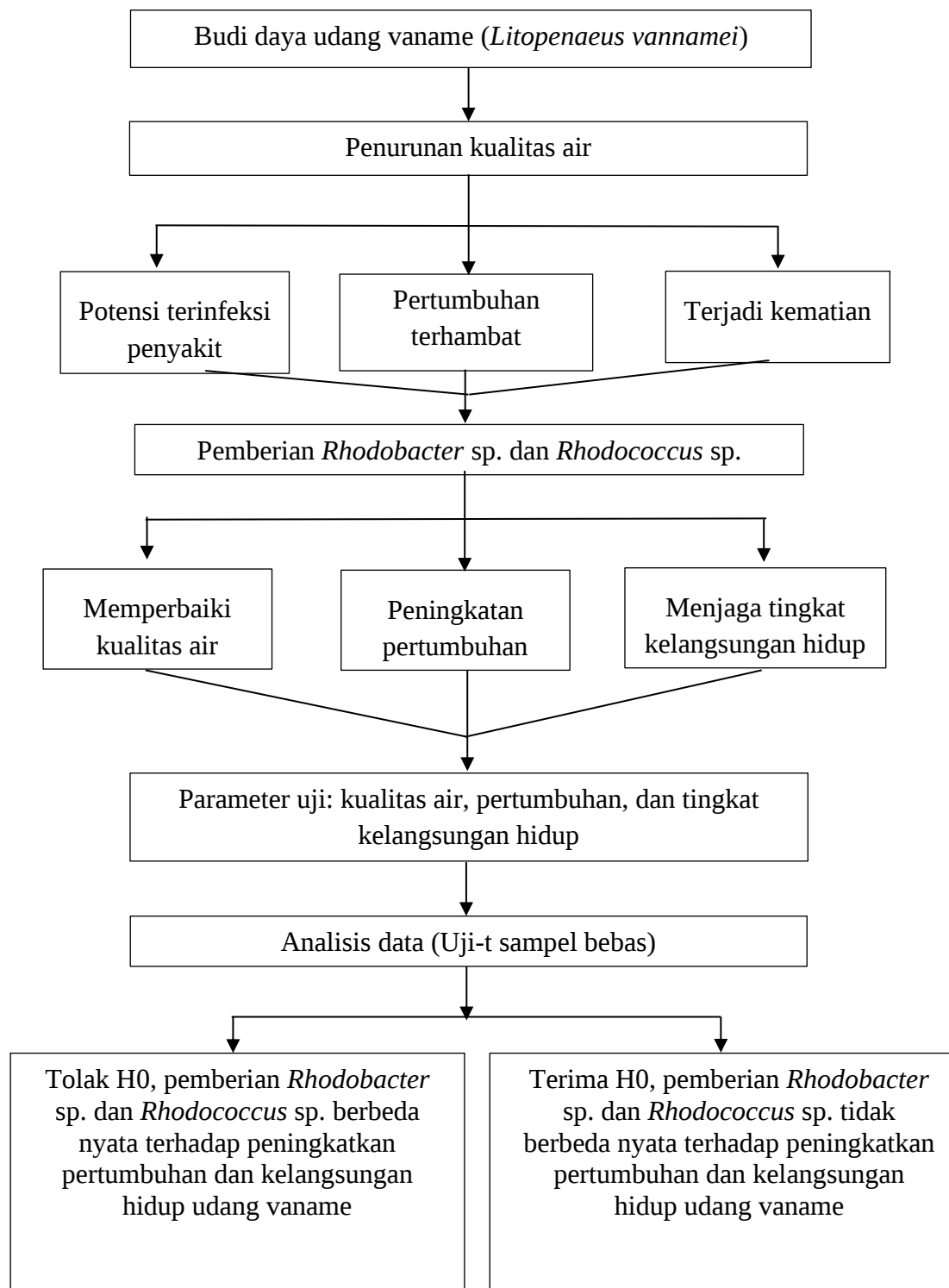
Tujuan dilaksanakannya penelitian ini adalah untuk mengevaluasi pemberian *Rhodobacter* sp. dan *Rhodococcus* sp. terhadap perbaikan kualitas air, peningkatan pertumbuhan, dan tingkat kelangsungan hidup pada budi daya udang vaname.

1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat dilakukannya penelitian ini adalah untuk memberikan informasi tentang pengaruh pemberian *Rhodobacter* sp. dan *Rhodococcus* sp. terhadap perbaikan kualitas air, peningkatan pertumbuhan, dan tingkat kelangsungan hidup pada budi daya udang vaname.

1.4 Kerangka Pemikiran

Penurunan kualitas air pada budi daya udang vaname berpotensi menyebabkan penyakit dan pertumbuhan udang menjadi terhambat, bahkan terjadi kematian. Perbaikan kualitas air dapat dilakukan dengan menggunakan bakteri probiotik. Pada penelitian ini bakteri probiotik yang digunakan adalah *Rhodobacter* sp. dan *Rhodococcus* sp. yang diaplikasikan ke dalam media budi daya udang vaname. Pemberian probiotik ini diharapkan dapat membantu dalam memperbaiki kualitas air, peningkatan pertumbuhan, dan tingkat kelangsungan hidup pada budi daya udang vaname. Diagram alir kerangka pemikiran dari penelitian ini disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir kerangka pemikiran penelitian

1.5 Hipotesis

Hipotesis dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Peningkatan Pertumbuhan

$H_0 : \mu_1 = \mu_2$: Pemberian *Rhodobacter* sp. dan *Rhodococcus* sp. tidak berbeda nyata terhadap peningkatan pertumbuhan pada budi daya udang vaname.

$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$: Pemberian *Rhodobacter* sp. dan *Rhodococcus* sp. berbeda nyata terhadap peningkatan pertumbuhan pada budi daya udang vaname.

2. Tingkat kelangsungan hidup

$H_0 : \mu_1 = \mu_2$: Pemberian *Rhodobacter* sp. dan *Rhodococcus* sp. tidak berbeda nyata terhadap tingkat kelangsungan hidup pada budi daya udang vaname.

$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$: Pemberian *Rhodobacter* sp. dan *Rhodococcus* sp. berbeda nyata terhadap tingkat kelangsungan hidup pada budi daya udang vaname.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Biologi Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*)

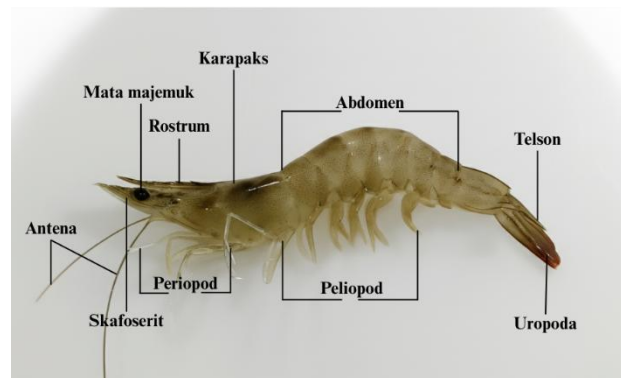
2.1.1 Klasifikasi dan Morfologi

Klasifikasi udang vaname menurut Wyban dan Sweeney (1991), adalah sebagai berikut:

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

Morfologi udang vaname dapat dibedakan menjadi 3 bagian, yaitu *cephalothorax* (bagian kepala dan badan yang dilindungi karapas), *abdomen* (bagian perut yang terdiri dari segmen atau ruas-ruas), dan ekor. Kepala udang vaname terdiri dari *antenula*, *antena*, *mandibula*, dan sepasang *maxillae*. Bagian *abdomen* memiliki 6 ruas, ruas 1 - 5 memiliki sepasang anggota badan berupa kaki renang yang disebut *pleopoda* yang memiliki fungsi sebagai alat untuk berenang. *Pleopoda* berbentuk pendek dan ujungnya berbulu. Sedangkan pada ruas ke-6 memiliki *uropod* dan *telson* yang memiliki fungsi sebagai kemudi. Bagian *abdomen* juga memiliki sepasang *uropod* atau mirip dengan ekor yang berbentuk kipas dan *telson* sebagai pengatur keseimbangan renang (Irzal et al., 2021). Pada ruas kepala terdapat mata majemuk yang bertangkai, memiliki 2 *antena* yaitu *antena* I dan *antena* II. *Antena* I dan *antenula* mempunyai dua buah *flagellata* pendek yang berfungsi sebagai alat peraba atau penciuman. *Antena* II mempunyai dua cabang, eksopodit berbentuk pipih disebut pro santema

sedangkan endopodit berupa cambuk panjang sebagai alat perasa dan peraba. Pada bagian kepala terdapat *mandibula* yang berfungsi untuk menghancurkan makanan yang keras dan dua pasang *maksila* 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, lima pasang kaki renang, sepasang *telson* dan *uropod* (Rusmiyati, 2012). Morfologi udang vaname disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*)

2.1.2 Habitat

Udang vaname merupakan jenis udang laut yang memiliki habitat asli di daerah dasar dengan kedalaman kurang lebih 70 m. Udang vaname dapat ditemukan di perairan atau lautan Pasifik mulai dari Meksiko, Amerika Tengah, dan Amerika Selatan. Udang vaname memiliki siklus hidup dimulai dari laut lepas dan bermigrasi ke daerah pantai, muara, atau perairan dangkal yang kaya akan nutrisi. Udang vaname juga dapat beradaptasi pada lingkungan yang memiliki salinitas rendah seperti sungai air tawar (Erlangga, 2012). Dalam kondisi budi daya, udang vaname hidup mendiami seluruh bagian tambak, dari dasar hingga permukaan. Sifat tersebut memungkinkan udang vaname dipelihara di tambak dalam keadaan padat (Rusmiyati, 2012).

2.2 Budi Daya Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*)

2.2.1 Sistem Budi Daya

Penerapan teknologi budi daya udang vaname yang sudah dikembangkan di Indonesia terdapat 4 jenis sistem budi daya yaitu tradisional, semi intensif, in-

tensif dan super intensif (Aras & Faruq, 2021). Sistem budi daya ini memiliki perbedaan yang terletak pada struktur fisik tambak, penggunaan teknologi, dan jumlah pemberian pakan serta obat-obatan (Zainun et al., 2007). Sistem budi daya udang tradisional biasanya masih menggunakan konstruksi tambak dengan dasar dan pematang berupa tanah, belum memiliki sistem pengolahan persiapan air, belum sepenuhnya menggunakan kincir, masih mengandalkan pakan alami, dan belum memiliki sistem pengolahan limbah (Hamzah et al., 2021). Sistem budi daya semi intensif adalah tingkat teknologi budi daya udang dengan padat penebaran benih sedang yang memanfaatkan pakan alami, pakan tambahan, dan kincir, sedangkan sistem budi daya intensif adalah tingkat teknologi budi daya udang dengan padat penebaran benih lebih tinggi dari pada tingkat semi intensif, serta memanfaatkan pakan alami, pakan tambahan, dan kincir (Nugroho et al., 2016). Budi daya udang sistem super intensif ditandai oleh penggunaan lahan yang sempit dengan kepadatan tebar yang sangat tinggi. Upaya peningkatan produksi udang vannamee umumnya dilakukan melalui peningkatan kepadatan tebar, meskipun lahan dan sumber air yang tersedia terbatas (Syah et al., 2017).

2.2.2 Kualitas Air

Kualitas air menjadi salah satu variabel penting dalam budi daya udang. Kualitas air bersifat dinamis dan berfluktuasi sepanjang waktu (Ariadi, 2020). Parameter kualitas air yang baik akan membuat lingkungan budi daya berjalan stabil (Wafi et al., 2021). Keberadaan kualitas air budi daya yang stabil dan sesuai dengan nilai baku mutu untuk kegiatan budi daya udang adalah hal penting yang harus diperhatikan oleh petambak udang (Ariadi, 2019). Kualitas air berpengaruh terhadap kondisi kesehatan udang karena merupakan habitat dan sebagai tempat terkumpulnya limbah dari sisa metabolisme dan sisa pakan. Kualitas air yang baik dapat menunjang pertumbuhan yang optimal pada udang (Renitasari & Musa, 2020).

2.2.2.1 Derajat Keasaman (pH)

Derajat keasaman (pH) merupakan indikator yang digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman atau kebasaan pada suatu perairan (Nailah et al.,

2021). Konsentrasi derajat keasaman berpengaruh terhadap nafsu makan udang, kondisi derajat keasaman yang rendah atau dalam kondisi asam yang berlebihan dapat merusak sel-sel insang sehingga sulit menyaring oksigen dari air dan mengeluarkan karbon dioksida serta produk metabolisme lainnya, sedangkan pada kondisi derajat keasaman yang terlalu tinggi dapat mengganggu proses nitrifikasi dan menyebabkan peningkatan konsentrasi amonia serta nitrit di perairan (Pratiwi et al., 2022). Nilai derajat keasaman di bawah 6,50 atau di atas 9,0 dapat menyebabkan udang stres, nafsu makan menurun dan mengalami kematian (Arsad et al., 2017). Kisaran nilai derajat keasaman dalam budi daya udang sesuai dengan persyaratan BSN (2014), adalah 7,50 - 8,50.

2.2.2.2 Suhu

Suhu merupakan ukuran dingin atau panas pada suatu benda (Nailah et al., 2021). Suhu menjadi salah satu faktor lingkungan yang penting untuk kegiatan budi daya udang karena memengaruhi metabolisme, pertumbuhan, konsumsi oksigen terlarut, siklus pergantian kulit, respon imun, dan kelangsungan hidup (Ferreira et al., 2011). Nilai suhu yang tinggi membuat laju metabolisme menjadi cepat, sebaliknya jika suhu lebih rendah maka laju metabolisme menjadi lambat dan dapat menyebabkan penurunan nafsu makan pada udang (Supriatna et al., 2020). Kisaran nilai suhu yang baik dalam budi daya udang sesuai dengan persyaratan BSN (2014), adalah 27 °C.

2.2.2.3 Oksigen Terlarut

Oksigen terlarut didefinisikan sebagai jumlah miligram gas oksigen yang terlarut dalam air (Mufakkir, 2016). Konsentrasi oksigen terlarut dipengaruhi oleh suhu dan salinitas. Semakin tinggi suhu dan salinitas maka oksigen terlarut semakin rendah, begitu juga sebaliknya. Selain itu, kepadatan tinggi membuat jumlah pakan yang diberikan semakin meningkat, hal ini dapat menyebabkan penurunan konsentrasi oksigen terlarut dalam air. Rendahnya kadar oksigen dapat memengaruhi fungsi biologis dan lambatnya pertumbuhan, bahkan dapat mengakibatkan kematian (Anisa et al., 2021). Udang bergantung pada oksigen terlarut untuk melakukan respirasi melalui insangnya. Ketika konsentrasi oksigen menu-

run, proses pernapasan menjadi terganggu, hal ini dapat menyebabkan stres fisiologis dan berisiko menyebabkan kematian pada udang (Atthariq et al., 2024). Pengelolaan konsentrasi oksigen yang baik merupakan hal yang penting dilakukan untuk menunjang keberhasilan budi daya udang. Kandungan oksigen terlarut pada perairan merupakan faktor kritis bagi kesehatan udang dalam kegiatan pembesaran udang vaname (Makmur et al., 2018). Kisaran nilai oksigen terlarut dalam budi daya udang sesuai dengan persyaratan BSN (2014), adalah >4 mg/l.

2.2.2.4 Salinitas

Salinitas adalah jumlah semua ion terlarut di dalam air. Salinitas memengaruhi proses metabolisme, jika konsentrasi salinitas tidak optimal, maka lebih banyak energi yang digunakan untuk osmoregulasi, hal ini dapat membuat pertumbuhan udang menjadi lambat (Supono, 2018). Pada kondisi salinitas yang terlalu tinggi, pertumbuhan udang dapat terhambat akibat terganggunya proses osmoregulasi. Mekanisme osmoregulasi ini memengaruhi metabolisme tubuh udang dalam produksi energi. Dalam lingkungan hiperosmotik, udang cenderung meningkatkan asupan air, sementara insang dan permukaan tubuh berperan dalam mengeluarkan ion natrium dan klorida (Arsad et al., 2017). Kisaran nilai salinitas dalam budi daya udang sesuai dengan persyaratan BSN (2014), adalah 10 - 32 ppt.

2.2.2.5 Asam Sulfida (H_2S)

Asam sulfida merupakan salah satu bentuk senyawa sulfur yang ditemukan di perairan. Keberadaan sulfur di perairan memiliki hubungan erat dengan ion hidrogen dan oksigen yang terlarut dalam air (Purnomo et al., 2013). Jika kadar gas ini terlalu tinggi di suatu perairan, maka dapat membahayakan bagi kehidupan biota di lingkungan tersebut. (Sa'diyah et al., 2018). Asam sulfida dapat menyebabkan pertumbuhan udang terhambat, penurunan daya tahan tubuh sehingga rentan terhadap serangan penyakit dan kematian udang (Astirin & Sumitro, 2006). Kisaran nilai asam sulfida yang dalam budi daya udang sesuai dengan persyaratan BSN (2014), adalah $<0,01$ mg/l.

2.2.2.6 Amonia (NH_3)

Amonia merupakan salah satu senyawa yang bersifat racun dalam perairan dan dapat mengurangi kelarutan oksigen dalam darah udang (Ferreira et al., 2011). Tingginya konsentrasi amonia pada semua perlakuan disebabkan oleh sisa metabolisme dan juga sisa pakan dengan jumlah yang cukup banyak, kandungan protein pakan yang tinggi dapat meningkatkan amonia akibat metabolisme udang dan dekomposisi pakan oleh mikroorganisme (Nababan et al., 2015). Kadar amonia yang tinggi dalam perairan, dapat secara langsung merusak jaringan insang udang. Kondisi ini menyebabkan pembengkakan pada lembaran insang yang mengganggu fungsi insang sebagai organ pernapasan, khususnya dalam menyerap oksigen dari air yang menyebabkan udang menjadi lebih rentan terhadap serangan penyakit (Chang et al., 2015). Kisaran nilai amonia dalam budi daya udang sesuai dengan persyaratan BSN (2014), adalah $<0,1 \text{ mg/l}$.

2.2.2.7 Nitrit (NO_2)

Nitrit merupakan salah satu senyawa kimia yang memiliki berbagai bentuk, baik anorganik maupun organik dan merupakan bagian dari siklus nitrogen (Aguslianti et al., 2023). Nitrit secara alamiah terbentuk dari organisme air yang mengalami metabolisme dan bahan organik yang mengalami dekomposisi oleh bakteri (Indrayani et al., 2015). Nitrit terbentuk oleh adanya proses nitrifikasi yaitu oksidasi amonia menjadi nitrit oleh bakteri nitrifikasi (Mutiah & Pujiastuti, 2022). Konsentrasi nitrit dipengaruhi oleh konsentrasi amonia, jika konsentrasi amonia tinggi, maka konsentrasi nitrit dalam perairan semakin tinggi (Izzati, 2011). Tingginya konsentrasi nitrit dapat menyebabkan berkurangnya kemampuan darah untuk mengikat oksigen dan perairan menjadi toksik sehingga menurunkan tingkat kelangsungan hidup udang (Fadila et al., 2023). Kisaran nilai nitrit dalam budi daya udang sesuai dengan persyaratan BSN (2014), adalah $<1 \text{ mg/l}$.

2.2.2.8 Bahan Organik Total (BOT)

Bahan organik total (BOT) merupakan jumlah kandungan bahan organik total yang terdiri dari bahan tersuspensi, terlarut, dan koloid dalam perairan (Ulfah et al., 2017). Jumlah kandungan bahan organik dipengaruhi oleh waktu budi daya, semakin lama waktu budi daya maka jumlah pakan yang diberikan semakin banyak, sisa pakan yang tidak termakan maupun sisa metabolisme seperti feses akan mengendap di dasar kolam, hal tersebut menjadi penyebab utama tingginya limbah bahan organik. (Suriyadin et al., 2023). Tingginya konsentrasi bahan organik total dalam perairan dapat memicu pertumbuhan bakteri patogen yang berpotensi mengganggu keseimbangan ekosistem dan kesehatan udang (Yunarty et al., 2022). Selain itu, konsentrasi bahan organik total yang tinggi dalam perairan dapat menyebabkan penurunan kadar oksigen terlarut, kemudian menghambat proses respirasi dan pergantian kulit, serta mengganggu pertumbuhan udang vaname (Yuspita et al., 2018). Kisaran nilai bahan organik total dalam budi daya udang sesuai dengan persyaratan BSN (2014), adalah <90 mg/l.

2.2.3 Pertumbuhan

Pertumbuhan merupakan kecepatan pertambahan ukuran besar atau tinggi yang diukur dalam jangka waktu tertentu. Udang vaname memiliki waktu pertumbuhan yang cukup cepat dibandingkan dengan beberapa spesies udang lainnya. Pertumbuhan udang vaname dipengaruhi oleh faktor kualitas air, pakan, dan kondisi lingkungan. Secara umum, udang vaname dapat mencapai ukuran panen yang komersial dalam waktu sekitar 90 - 120 hari setelah pembenihan, tergantung pada kondisi budi daya. Ukuran pertumbuhan ini bervariasi, hal tersebut dipengaruhi oleh manajemen pakan dan pemantauan kualitas air yang baik (Santika et al., 2024).

2.2.4 Kelangsungan Hidup

Kelangsungan hidup adalah persentase jumlah organisme yang masih hidup pada akhir periode pemeliharaan dibandingkan dengan jumlah organisme awal saat ditebar. Semakin tinggi persentasenya, semakin banyak organisme yang bertahan hidup selama periode pemeliharaan (Mulyadi et al., 2014). Faktor-faktor yang memengaruhi tingkat kelangsungan hidup adalah faktor biotik dan abiotik

seperti kompetitor, kepadatan populasi, penyakit, umur, dan kemampuan organisme dalam beradaptasi (Effendie, 2003).

2.3 Probiotik

Menurut FAO & WHO (2001), probiotik didefinisikan sebagai mikroorganisme hidup yang ketika diberikan dalam jumlah yang cukup dapat memberikan manfaat bagi kesehatan inang dalam tubuh hewan. Penggunaan probiotik komersial sudah banyak dilakukan pada kegiatan budi daya udang. Probiotik komersial yang telah terdistribusi di pasar jumlahnya cukup banyak yaitu lebih dari 40 merek dagang, sehingga ketelitian dalam memilih produk probiotik akan menjamin tercapainya tujuan penggunaan probiotik dalam kegiatan budi daya. Probiotik komersial yang digunakan umumnya merupakan konsorsium probiotik yang mengandung mikroba multistrain atau multispecies (Lusiastuti et al., 2015). Penerapan probiotik pada pemeliharaan udang vaname bertujuan untuk memperbaiki kualitas air yaitu dengan cara menguraikan bahan organik dari sisa pakan yang tidak dimakan oleh udang serta kotoran udang yang ada di dalam wadah pemeliharaan sehingga dapat diurai oleh bakteri probiotik (Muliani et al., 2010). Penerapan probiotik juga berdampak pada kesehatan udang karena dapat meningkatkan pertumbuhan, efektivitas pemanfaatan pakan, resistensi penyakit, respon imun dan memperbaiki kualitas air (Subedi & Shrestha, 2021). Keuntungan lain dalam penerapan probiotik dalam budi daya udang yaitu organisme sasaran tidak resisten terhadap agen probiotik serta dapat digunakan untuk pengendalian secara bersama-sama dengan menstimulasi imunitas udang (Tibun et al., 2015).

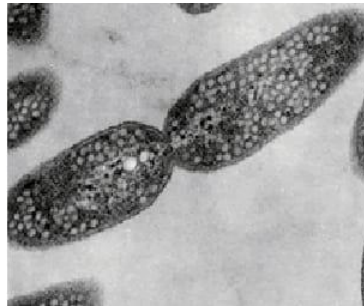
2.3.1 Bakteri *Rhodobacter* sp.

Menurut Schoch (2020), *Rhodobacter* sp. diklasifikasikan sebagai berikut:

Kingdom	: Bacteria
Phylum	: Proteobacteria
Class	: Alphaproteobacteria
Ordo	: Rhodobacterales
Family	: Rhodobacteraceae
Genus	: <i>Rhodobacter</i>
Species	: <i>Rhodobacter</i> sp.

Rhodobacter sp. merupakan bakteri Gram negatif yang memiliki ciri yaitu berbentuk batang, menghasilkan pigmen karotenoid merah, motil maupun non-motil, mampu menghasilkan donor elektron, dan mampu menghasilkan mukus. Bakteri *Rhodobacter* sp. memerlukan cahaya sebagai sumber energi utama untuk pertumbuhannya (Suresh et al., 2019). Bakteri ini termasuk kedalam golongan bakteri fotosintetik anoksigenik (BFA) yaitu merupakan golongan bakteri autotrof yang mampu hidup pada kondisi kadar sulfur tinggi dan mengandung pigmen karotenoid yang berfungsi dalam proses fotosintesis (Batubara et al., 2021). Bakteri ini juga memiliki kemampuan untuk melakukan fotosintesis anoksigenik yaitu proses fotokimia yang mengubah energi cahaya menjadi ATP. Bakteri ini bersifat fototrofik, yaitu mampu bertahan hidup pada lingkungan oksigen rendah dan memanfaatkan cahaya matahari untuk merangsang membran fotosistem dalam proses fotosintesisnya. Donor elektron yang dimanfaatkan oleh kelompok bakteri ini adalah senyawa organik atau anorganik berupa asam sulfida, nitrit, besi dan amonia (Widiyanto, 1996). *Rhodobacter* sp. secara anaerobik dapat mengoksidasi asam sulfida menjadi sulfur dengan bantuan cahaya serta enzim *sulfide quinone reductase* (SQR). Enzim ini sangat penting untuk pertumbuhan *Rhodobacter* sp. (Shimizu et al., 2017). Ningsih et al. (2024), mengaplikasikan *Rhodobacter* sp. dalam bioremediasi air sungai, hasilnya menunjukkan bahwa *Rhodobacter* sp. mampu menurunkan konsentrasi amonia. *Rhodobacter* sp. mam-

pu mengasimilasi karbondioksida dan molekul nitrogen dengan menggunakan cahaya matahari sebagai sumber energi (Kobayashi, 1995).



Gambar 3. Bakteri *Rhodobacter* sp.
Sumber: Garrity (2005)

2.3.2 Bakteri *Rhodococcus* sp.

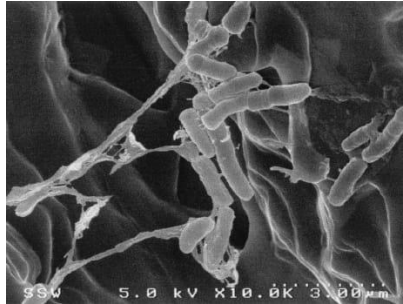
Menurut Majidzadeh & Bafghi (2018), *Rhodococcus* sp. diklasifikasikan sebagai berikut:

Kingdom	: Bacteria
Phylum	: Actinobacteria
Class	: Actinobacteridae
Ordo	: Actinomycetales
Sub ordo	: Corynebacterineae
Family	: Nocardiaceae
Genus	: <i>Rhodococcus</i>
Species	: <i>Rhodococcus</i> sp.

Rhodococcus sp. merupakan genus bakteri Gram positif, non motil, tidak menghasilkan spora, dan bersifat aerob (Riffiani & Sulistinah, 2017).

Rhodococcus sp. dianggap sebagai salah satu kelompok mikroorganisme yang paling menjanjikan untuk biodegradasi senyawa yang tidak mudah diubah oleh mikroorganisme lain. Bakteri ini memiliki efisiensi yang lebih tinggi dalam bioremediasi polutan bahan organik karena kemampuannya dalam beradaptasi dengan lingkungan yang merugikan serta toleransi terhadap zat beracun (Kuyukina & Ivshina, 2019). *Rhodococcus* sp. bersifat aerob, yang berarti

membutuhkan oksigen untuk menjalankan proses metabolisme dan respirasi selulernya, di mana oksigen berfungsi sebagai akseptor elektron utama (Majidzadeh & Bafghi, 2018).



Gambar 4. Bakteri *Rhodococcus* sp.
Sumber: Whyte *et al.* (1999).

III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Kualitas Air dan Unit Pengujian Lapang (*Bioassay*) Balai Pengujian Kesehatan Ikan dan Lingkungan (BPKIL) Serang pada Juni sampai dengan Agustus 2024.

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Alat yang digunakan dalam penelitian.

No	Nama Alat	Spesifikasi	Merek	Fungsi/Kegunaan
1	Bak fiber	1,5 × 0,75 × 0,7 m	-	Media pemeliharaan.
2	Botol Sampel	500 ml	-	Menampung sampel air.
3	Buret	25 ml	Pyrex	Titration sampel untuk uji BOT.
4	DO meter	0 - 20 mg/l	Oakton	Mengukur oksigen terlarut dan suhu.
5	Ember	20 l	-	Menampung air.
6	Erlenmeyer	250 dan 50 ml	Iwaki	Wadah pengujian sampel air.
7	Gayung	1,5 l	-	Menebar bakteri probiotik.
8	Gelas piala	150 ml	Pyrex	Menampung larutan atau cairan.
9	Gelas ukur	50 ml	Iwaki	Mengukur jumlah larutan atau cairan.
10	Hot plate	1 unit	Thermo scientific	Memanaskan sampel air untuk uji BOT.
11	Instalasi aerasi	1 paket	Resun	Sumber oksigen.

Tabel 1. Alat yang digunakan pada penelitian (lanjutan)

No	Nama Alat	Spesifikasi	Merek	Fungsi/Kegunaan
12	Kuvet	1,5 ml	Agilent	Menampung sampel uji analisis spektrofotometer.
13	Labu ukur	50 ml	Iwaki	Wadah pengujian sampel.
14	Mikropipet dan Mikrotip	10 dan 2,5 ml	Thermo scientific	Memindahkan larutan atau cairan.
15	pH meter	2 - 16	Eutech instrument	Mengukur derajat keasaman.
16	Pipet tetes	1 ml	Onemed	Mengambil larutan atau cairan.
17	Rak tabung reaksi	1 unit	Sanwa kaken	Meletakkan tabung reaksi.
18	Refraktrometer	0 - 100 %	Amtast	Mengukur salinitas.
19	Sarung tangan	1 pack	Onemed	Melindungi tangan.
20	Selang	10 m	-	Mengalirkan air.
21	Serokan	6 unit		Mengambil sampel udang.
22	Sikat	3 unit		Membersihkan wadah.
23	Spektrofotometer	190 - 1100 nm	Agilent	Alat ukur nilai absobansi sampel asam sulfida, amonia dan nitrit.
24	Syringe	1 ml	Onemed	Mengambil dan volume dosis bakteri.
25	Tabung reaksi	15 ml	Iwaki	Alat pengujian sampel air.
26	Termometer	0 - 100 °C	Eutech instrument	Mengukur suhu.
27	Timbangan digital	0,01 g	Joil	Menimbang bahan dan bobot udang.

3.2.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Bahan yang digunakan pada penelitian.

No	Nama Alat	Konsentrasi	Merek	Kegunaan
1	Air laut buatan amonia	25 ml	-	Bahan dalam pembuatan blangko dan pengenceran.
2	Air laut buatan nitrit	50 ml	-	Air laut buatan nitrit.
3	Air payau	530 l	-	Media pemeliharaan.
4	Akuades	600 ml	Smart-Lab	Membilas, mencampurkan, dan melarutkan bahan.
5	Asam oksalat ($C_2H_2O_4$) 0,01N	5 ml	Merck	Reagen uji BOT.
6	Asam sulfat (H_2SO_4) 8N	2,5 ml	Merck	Reagen uji BOT.
7	Asam sulfat (H_2SO_4) 1+1	0,5 ml	Merck	Reagen uji asam sulfida.
8	<i>Rhodobacter</i> sp.	1 ppm	-	Bakteri probiotik.
9	<i>Rhodococcus</i> sp.	1 ppm	-	Bakteri probiotik.
10	Batu didih	3 butir	Merck	Untuk mempercepat didihan.
11	Diamonium hidrogen fosfat ($(NH_4)_2HPO_4$)	1,6 ml	Merck	Reagen uji asam sulfida.
12	Iron III chloride hecahydrate ($FeCl_3.6H_2O$)	0,15 ml	Merck	Reagen uji asam sulfida.
13	Kalium permanganat ($KmnO_4$)	5 ml	Merck	Reagen uji BOT.
14	Larutan alkalin sitrat ($C_6H_5Na_3O_7$)	2 ml	Merck	Reagen uji amonia.

Tabel 2. Bahan yang digunakan pada penelitian (lanjutan)

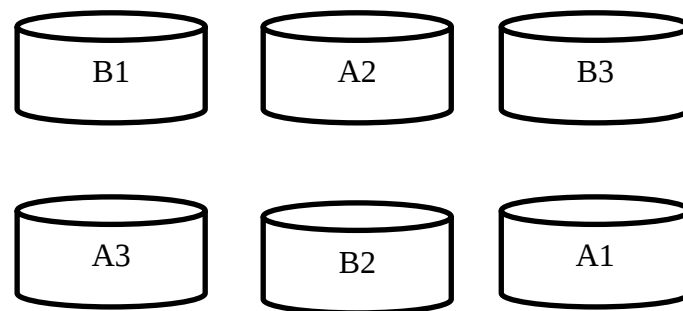
No	Nama Alat	Konsentrasi	Merek	Fungsi/Kegunaan
15	Larutan fenol (C ₆ H ₅ OH)	1 ml	Merck	Reagen uji amonias.
16	Larutan n-(1- naphthyl)- ethylene diamine dihydrochloride (NED dihidroklorida	1 ml	Merck	Reagen uji nitrit.
17	Larutan natrium hipoklorit	0,5 ml	Merck	Reagen uji amonias.
18	Larutan natrium nitroprusida	1 ml	Merck	Reagen uji amonias.
19	Larutan standar amonias 10 mg/l	1,25 ml	-	Reagen dalam pembuatan spike matriks standar amonias.
20	Larutan standar nitrit 10 mg/l	1 ml	-	Reagen uji nitrit.
21	Larutan sulfanilamide (C ₆ H ₈ N ₂ O ₂ S)	1 ml	Merck	Reagen uji nitrit.
22	Pakan komersil	25 kg	Irawan	Pakan dalam pemeliharaan udang.
23	Sabun	1 pack	Snap clean	Membersihkan wadah pemeliharaan dan alat pengujian.
24	Sampel air	500 ml	-	Sebagai sampel penelitian.
25	Tisu	1 pack	Livi	Mengeringkan alat penelitian.
26	Udang vaname	900 ekor	CP Prima	Hewan uji.

3.3 Rancangan Penelitian

Penelitian dilakukan secara eksperimental dan uji rancangan yang digunakan yaitu dua perlakuan dan tiga ulangan sebagai berikut:

- Perlakuan A : Pemberian *Rhodobacter* sp. dan *Rhodococcus* sp. 0 ppm.
- Perlakuan B : Pemberian *Rhodobacter* sp. dan *Rhodococcus* sp. 1 ppm.

Penempatan wadah percobaan penelitian dilakukan secara acak. Tata letak wadah percobaan penelitian disajikan pada Gambar 5.



Gambar 5. Tata letak wadah penelitian

3.4 Prosedur Penelitian

3.4.1 Tahap Persiapan

3.4.1.1 Persiapan Wadah dan Air Media Pemeliharaan

Wadah pemeliharaan yang digunakan pada penelitian ini adalah bak fiber bundar sebanyak 6 buah dengan ukuran diameter 1,5 m dan tinggi 0,7 m. Persiapan wadah dilakukan dengan dibersihkan bak menggunakan sikat dan sabun untuk menghilangkan kotoran yang menempel pada bagian dalam bak. Jika bak sudah dibersihkan, selanjutnya bak dikeringkan. Bak yang telah kering kemudian diisi air dengan salinitas 25 ppt sebanyak 530 l, dan diendapkan selama 1 hari dengan pemberian aerasi. Setelah diendapkan selama 1 hari, pada bak perlakuan B diberi bakteri *Rhodobacter* sp. dan *Rhodococcus* sp. dengan dosis tahap persiapan yaitu 5 ppm, diendapkan selama 7 hari untuk pembentukan warna dan *starter*.

3.4.1.2 Persiapan Media Budi daya

Hewan uji yang digunakan pada penelitian ini adalah udang vaname stadia PL (*post larva*) 20 yang diperoleh dari *hatchery* di daerah Serang dengan bobot rata-rata udang yaitu 0,061 g dan kepadatan 70 ekor/m³.

3.4.2 Pelaksanaan Penelitian

Udang vaname stadia PL 20 dengan bobot rata-rata 0,061 g ditebar ke dalam bak yang telah disiapkan dengan kepadatan 70 ekor/m³. Pemberian bakteri perlakuan diberikan setiap hari dengan dosis 1 ppm. Pada penelitian ini, tidak dilakukan pergantian air atau penyiponan sampai akhir pemeliharaan (selama 56 hari). Jumlah pakan yang diberikan adalah 28% dari biomassa udang dengan frekuensi pemberian sebanyak 4 kali dalam sehari yaitu pada pukul 08.00, pukul 12.00, pukul 16.00, dan pukul 20.00 WIB. Jenis pakan yang diberikan yaitu pakan komersial. Pada hari pemeliharaan ke-1 hingga ke-15 diberikan pakan bubuk (*powder*), hari pemeliharaan ke-16 hingga ke-30 diberikan pakan *crumble* 0,71 x 1,0 mm, dan hari pemeliharaan ke-31 hingga ke-56 diberikan pakan *pellet* 1,2 x 1-2 mm.

3.4.3 Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel untuk parameter kualitas air dilakukan dengan mengambil air media budi daya sebanyak 500 ml dalam bak fiber menggunakan botol sampel yang telah diberi label. Pada tahap persiapan, sampel air diambil sebelum pemberian bakteri dan sesudah pemberian bakteri *Rhodobacter* sp. dan *Rhodococcus* sp. (sebelum udang ditebar). Selain itu, dilakukan pengukuran derajat keasaman (pH), suhu, oksigen terlarut, salinitas, asam sulfida (H₂S), amonia (NH₃), nitrit (NO₂), dan bahan organik total (BOT). Kemudian, dilakukan pengukuran pertumbuhan dan tingkat kelangsungan hidup udang pada awal dan akhir pemeliharaan. Pengambilan sampel untuk parameter pertumbuhan dilakukan seminggu sekali dengan menimbang udang sebanyak 10 ekor/bak untuk diukur bobotnya menggunakan timbangan digital dengan ketelitian 0,1 g.

3.4.4 Parameter Pengamatan

Parameter pengamatan yang akan diamati selama penelitian yaitu kualitas air, pertumbuhan, dan tingkat kelangsungan hidup.

1. Kualitas Air

Pengukuran kualitas air parameter fisika seperti derajat keasaman (pH), suhu, oksigen terlarut, dan salinitas dilakukan setiap hari pada pagi hari, sedangkan pengukuran kualitas air parameter kimia seperti asam sulfida (H_2S), bahan organik total (BOT), amonia (NH_3), dan nitrit (NO_2) dilakukan dua kali dalam satu minggu.

a. Derajat Keasaman (pH), Suhu, Oksigen Terlarut, dan Salinitas

Pengukuran kualitas air dilakukan dengan menggunakan alat pH meter untuk mengetahui nilai derajat keasaman dan suhu air, menggunakan DO meter untuk mengetahui nilai oksigen terlarut air dan menggunakan refraktometer untuk mengetahui nilai salinitas air.

b. Asam Sulfida (H_2S)

Pengukuran asam sulfida (H_2S) menggunakan alat spektrofotometer dengan panjang gelombang 664 nm. Disiapkan tabung reaksi yang sudah diberi kode A dan B sebelumnya. Sampel air dipipet sebanyak 7,5 ml kedalam tabung reaksi A dan B. Kemudian sampel yang ada di tabung reaksi A ditambahkan reagen amino sulfuric acid sebanyak 0,5 ml dan reagen FeCl_3 sebanyak 0,15 ml, selanjutnya tabung reaksi ditutup dan homogenkan secara perlahan, kemudian didiamkan selama 3-5 menit. Sampel pada tabung reaksi B ditambahkan larutan H_2SO_4 (1+1) sebanyak 0,5 ml dan FeCl_3 sebanyak 0,15 ml selanjutnya tabung reaksi ditutup dan homogenkan secara perlahan, kemudian didiamkan selama 3 - 5 menit. Setelah itu tabung reaksi A dan B ditambahkan reagen diamonium hidrogen fosfat sebanyak 1,6 ml dan homogenkan secara perlahan, kemudian didiamkan selama 15 menit. Setiap larutan uji yang telah disiapkan dimasukkan ke dalam kuvet. Kemudian kuvet dimasukkan ke dalam spektrofotometer UV-Vis dan diamati nilai absorbansi pada panjang gelombang 664 nm. Hasil konsentrasi asam sulfida

yang telah didapatkan kemudian dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$x = \frac{y - b}{a}$$

Keterangan :

x = Konsentrasi (mg/l)

y = Absorbansi

a = *Slope*

b = *Intercept*

c. Amonia (NH₃)

Pengukuran amonia (NH₃) dilakukan menggunakan alat spektrofotometer dengan metode fenat berdasarkan SNI 06-6989.30-2005 dan APHA-AWWWS edisi ke- 22 bagian 4500-NH₃-N. Pengukuran amonia dilakukan dengan disiapkan erlenmeyer 50 ml. Sampel air dimasukkan sebanyak 25 ml ke dalam erlenmeyer. Setelah itu, pembuatan blangko dilakukan dengan dimasukkan akuades sebanyak 25 ml ke dalam erlenmeyer. Pembuatan spike matriks akuades dibuat dengan cara akuades dimasukkan sebanyak 1,25 ml ke dalam labu ukur 25 ml dan spike matriks standar amonia konsentrasi 0,50 mg/l dibuat dengan cara larutan standar amonia 10 mg/l dimasukkan sebanyak 1,25 ml ke dalam labu ukur 25 ml, lalu spike matriks tersebut ditambahkan dengan air keran sampai tepat tanda tera. Selanjutnya labu ukur ditutup dan dihomogenkan. Larutan spike matriks akuades dan standar amonia yang sudah dihomogenkan dipindahkan ke dalam erlenmeyer. Kemudian sampel, blangko, dan spike matriks ditambahkan larutan fenol sebanyak 1 ml, larutan natrium nitroprusida sebanyak 1 ml, dan larutan oksidator sebanyak 2,5 ml. Selanjutnya sampel, blangko, dan spike matriks yang sudah diberi larutan dihomogenkan dan erlenmeyer ditutup menggunakan kertas film. Sampel disimpan di dalam ruang gelap dan didiamkan selama 1 jam untuk pembentukan warna. Setiap larutan uji yang telah disiapkan dimasukkan ke dalam kuvet. Kemudian kuvet dimasukkan ke dalam spektrofotometer UV-Vis dan

diamati nilai absorbansi pada panjang gelombang 640 nm. Hasil konsentrasi amonia yang telah didapatkan dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$x = \frac{y - b}{a}$$

Keterangan :

x = Konsentrasi (mg/l)

y = Absorbansi

a = *Slope*

b = *Intercept*

d. Nitrit (NO₂)

Pengukuran nitrit (NO₂) dilakukan menggunakan alat spektrofotometer berdasarkan SNI 06-6989.9-2004 dan APHA-AWWWS edisi ke- 22 bagian 4500-NO₂-N. Pengukuran nitrit dilakukan dengan disiapkan labu ukur 50 ml. Sampel air dimasukkan sebanyak 50 ml ke dalam labu ukur sampai tepat batas tera. Setelah itu, pembuatan blangko dilakukan dengan dimasukkan akuades sebanyak 50 ml ke dalam labu ukur sampai batas tera. Pembuatan spike matriks akuades dibuat dengan cara akuades dimasukkan sebanyak 1 ml ke dalam labu ukur 50 ml dan spike matriks standar nitrit konsentrasi 0,20 mg/l dibuat dengan cara larutan standar nitrit 10 mg/l dimasukkan sebanyak 1 ml ke dalam labu ukur 50 ml, lalu spike matriks tersebut ditambahkan dengan air keran sampai tepat batas tera, selanjutnya labu ukur ditutup dan dihomogenkan. Kemudian sampel, blangko, dan spike matriks ditambahkan larutan sulfanilamida dan larutan NED dihidroklorida sebanyak 1 ml ke dalam labu ukur. Selanjutnya labu ukur ditutup dan dihomogenkan hingga larutan benar-benar tercampur. Sampel didiamkan selama 10 menit. Setiap larutan uji yang telah disiapkan dimasukkan ke dalam kuvet. Kemudian kuvet dimasukkan ke dalam spektrofotometer UV-Vis dan diamati nilai absorbansi pada panjang gelombang 543 nm. Hasil konsentrasi nitrit yang telah didapatkan dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$x = \frac{y - b}{a}$$

Keterangan :

x = Konsentrasi (mg/l)

y = Absorbansi

a = *Slope*

b = *Intercept*

e. Bahan Organik Total (BOT)

Pengukuran bahan organik total (BOT) dilakukan dengan menggunakan metode titrasi berdasarkan SNI 06-6989.22-2004. Pengukuran bahan organik total dilakukan dengan disiapkan erlenmeyer 250 ml. Kemudian, sampel air dimasukkan sebanyak 10 ml ke dalam erlenmeyer, lalu ditambahkan akuades sebanyak 40 ml dan ditambahkan 3 butir batu didih. Pembuatan blanko dilakukan dengan dimasukkan akuades sebanyak 50 ml ke dalam erlenmeyer. Didihkan blanko di atas pemanas listrik dan dimasukkan termometer ke dalam erlenmeyer. Setelah suhu mencapai 70 °C, blanko diangkat dari pemanas listrik dan ditambahkan larutan asam sulfat 8 N sebanyak 2,5 ml, lalu ditambahkan larutan asam oksalat 0,01 N sebanyak 5 ml dan larutan permanganat 0,01 N sebanyak 5 ml, dihomogenkan hingga larutan berubah warna dari ungu menjadi jernih. Setelah itu, blanko dititrasi dengan larutan permanganat 0,01 N sampai berwarna merah muda. Sampel ditambahkan larutan permanganat 0,01 N sebanyak 1 tetes dan larutan asam sulfat 8 N sebanyak 2,5 ml, lalu dihomogenkan. Didihkan sampel di atas pemanas listrik pada suhu 250 °C selama 1 menit. Setelah 1 menit, sampel ditambahkan larutan permanganat 0,01 N sebanyak 5 ml dan didihkan kembali selama 10 menit. Sampel diangkat dari pemanas listrik dan ditambahkan larutan asam oksalat 0,01 N sebanyak 5 ml, dihomogenkan hingga larutan berubah warna dari ungu menjadi jernih. Setelah itu, sampel dititrasi dengan larutan permanganat 0,01 N sampai berwarna merah muda. Hasil titrasi dicatat dan untuk menentukan nilai bahan organik total digunakan persamaan sebagai berikut.

$$\text{BOT} = \frac{(x - y) \times 31,6 \times 0,01 \times 1000}{\text{ml/sampel}}$$

Keterangan :

x = ml titran untuk air sampel

y = ml titran untuk untuk akuades (larutan blangko)

31,6 = Seperlima dari BM KMnO₄

0,01 = Normalitas KMnO₄

2. Laju Pertumbuhan Bobot Harian

Laju pertumbuhan bobot harian dapat dihitung dengan menggunakan rumus menurut Gompi et al. (2023) sebagai berikut:

$$\text{ADG} = \frac{W_t - W_o}{t}$$

Keterangan:

ADG = Pertumbuhan bobot harian (g/hari)

W_t = Berat udang pada waktu pengukuran (g)

W_o = Berat awal udang (g)

t = Interval waktu sampling (g)

3. Tingkat Kelangsungan Hidup

Tingkat kelangsungan hidup dapat dihitung dengan menggunakan rumus menurut Haliman & Adiwijaya (2005) sebagai berikut:

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

Keterangan :

SR = Tingkat kelangsungan hidup (%)

N_t = Jumlah udang saat panen (ekor)

N_o = Jumlah tebar awal udang (ekor)

3.4.5 Analisis Data

Data yang diperoleh dari penelitian seperti pertumbuhan udang, dan tingkat kelangsungan hidup dianalisis secara statistik menggunakan uji-t sampel bebas dengan bantuan perangkat lunak SPSS versi 26. Sedangkan data kualitas air dianalisis secara deskriptif.

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Pemberian *Rhodobacter* sp. dan *Rhodococcus* sp. pada media budi daya udang vaname berpengaruh terhadap peningkatan pertumbuhan udang dan tidak berpengaruh terhadap tingkat kelangsungan hidup udang serta belum mampu memperbaiki kualitas air dengan optimal.

5.2 Saran

Perlu dilakukan penelitian lanjutan terkait peningkatan dosis *Rhodobacter* sp. dan *Rhodococcus* sp. untuk mengetahui dosis terbaik dalam memperbaiki kualitas air dan perlu dilakukan optimalisasi intensitas cahaya matahari dengan menggunakan sistem *outdoor* untuk aktivitas metabolik *Rhodobacter* sp. karena bakteri tersebut merupakan golongan bakteri fotosintetik.

DAFTAR PUSTAKA

- Aguslianti, Y., Nur, F., & Rosmah. 2023. Analisis kadar nitrit pada air sumur menggunakan spektrofotometer UV-Vis di laboratorium lingkungan hidup makassar. *Filogeni*, 3(3), 143 - 148.
<https://doi.org/10.24252/filogeni.v3i3.34749>.
- Anggoro, M. F., Yulianto, B., & Suryono, S. 2024. Analisis kadar TAN terhadap bobot udang di tambak udang mangrove jembatan api-api, Kulonprogo. *Journal of Marine Research*, 13(2), 381 - 388.
<https://doi.org/10.14710/jmr.v13i2.40094>.
- 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.
<https://doi.org/10.29303/jp.v11i1.242>.
- Aras, A. K., & Faruq, W. E. M. 2024. Penerapan budi daya udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) dengan sistem super intensif (Studi Kasus: PT XYZ, Karangasem, Bali). *Jurnal Lemuru*, 6(1), 60 - 75.
<https://doi.org/10.36526/jl.v6i1.3241>.
- Ariadi, H. 2019. Konsep engelolaan budi daya udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) pola intensif berdasarkan tingkat konsumsi oksigen terlarut. (Skripsi, Universitas Brawijaya). Repository Universitas Brawijaya.
- Ariadi, H. 2020. *Oksigen terlarut dan siklus ilmiah pada tambak intensif*. Guepedia.
- Arsad, S., Afandy, A., Purwadhi, A.P., Maya, V.B., Saputra, D.K., & Buwono, N.R. 2017. Studi kegiatan budi daya pembesaran udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) dengan penerapan sistem pemeliharaan berbeda. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*, 9(1), 1 - 14.
<https://doi.org/10.20473/jipk.v9i1.7624>.
- Astirin, O.P., & Sumitro, S.B. 2006. Polimerfisme enzim isositrat dehidrogenase, laktat dehidrogenase dan glicerofosfat dehidrogenase pada udang windu (*Penaeus monodon*) tahan hidrogen sulfida. *Biodiversitas*, 7(3), 203 - 207.

- Atthariq, A., Azhar, A., & Juanda, J. (2024). Pemantauan dan pengendalian konsentras oksigen terlarut untuk menurunkan mortalitas post larva vaname pada kolam bioflok berbasis internet of things. *Prosiding Seminar Nasional Politeknik Negeri Lhokseumawe*, 7(1), 166 - 171. 2598 - 3954.
- Azad, M. A. K., Islam, S. S., Ghosh, A. K., Hasanuzzaman, A. F. M., Smith, A. J., Bir, J., & Huq, K. A. (2023). Application of zymetin and super ps probiotics in hatchery, nursery, and grow out phases of *Macrobrachium rosenbergii* and their impact on culture environment, production, and economics. *Journal of the World Aquaculture Society*, 54(3), 645 - 665. <https://doi.org/10.1111/jwas.12943>.
- Batubara, U.M., Aini F. dan Manurung M.M. (2021). Screening and characterization of anoxygenic photosynthetic bacteria as carotenoid pigments producer from palm liquid sewages. *Jurnal Pembelajaran dan Biologi Nukleus*, 7(1), 253 - 263. <https://doi.org/10.36987/jpbn.v7i1.2071>.
- Chang, Z. W., Chiang, P. C., Cheng, W., & Chang, C. C. (2015). Impact of ammonia exposure on coagulation in white shrimp, *Litopenaeus vannamei*. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 118, 98 - 102.
- Effendi, H. (2003). *Telaah kualitas air bagi proses pengelolaan sumberdaya dan lingkungan perairan*. Kanisius.
- Erlangga, E. (2012). *Budi daya udang vaname secara intensif*. Pustaka Agro Mandiri.
- Erlindawati, E., Nurhayati, N., & Sahidhir, I. (2022). Budi daya udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) dengan menggunakan sistem bioflok pada bak indoor dan outdoor. *Jurnal Tilapia*, 3(1), 63 - 71.
- Fadila, N., Indrawati, E., & Aqmal, A. (2023). Analisis kualitas air media pemeliharaan benih ikan nila *Oreochromis niloticus* yang diberi pakan berbahan dasar tepung keong mas *Pomacea canaliculata*. *Journal of Aquaculture and Environment*, 6(1), 55 - 60. <https://doi.org/10.35965/jae.v6i1.3125>.
- FAO/WHO. 2001. *Health and nutritional properties of probiotics in food including powder milk with live lactic acid bacteria*. FAO Press.
- Ferreira, N.C., Bonetti, C., & Seiffert, W.Q. (2011). Hydrological and water quality indices as management tools in marine shrimp culture. *Aquaculture*, 318(3), 425 - 433. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2011.05.045>.
- Garrity, G. M., Bell, J.A., & Lilburn, T.G. (2004). *Taxonomic outline of the prokaryotes. Bergey's manual of systematic bacteriology*. Springer.
- Gompi, W., Sambali, H., Kalesaran, O. J., Ngangi, E. L., Mudeng, J. D., & Mingkid, W. M. (2023). Studi kasus rasio konversi pakan (FCR) di tambak intensif udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) CV. Sinar

- Limunga. *E-Journal Budi daya Perairan*, 11(2), 309 - 320.
<https://doi.org/10.35800/bdp.v11i2.52415>.
- Halim, A. M., Fauziah, A., & Aisyah, N. (2022). Kesesuaian kualitas air pada tambak udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) di CV. Lancar Sejahtera Abadi, Probolinggo, Jawa Timur. *Chanos Chanos*, 20(2), 77 - 88.
<https://doi.org/10.15578/chanos.v20i2.11773>.
- Haliman, R. W. & Adiwijaya, D. (2005). *Budidaya udang vaname (Litopenaeus vannamei)*. Penebar Swadaya.
- Hamzah, H., Aswar, A., & Supito, S. (2021). Kondisi udang dan air pemeliharaan sebelum muncul penyakit EHP di udang tambak tradisional. *Journal of Indonesian Tropical Fisheries*, 4(2), 198 - 210.
<https://doi.org/10.33096/joint-fish.v4i2.109>.
- Hartini, S., Ade, D.S., & Ferdinand, H.T. (2013). Kualitas air, kelangsungan hidup dan pertumbuhan benih ikan gabus (*Channa striata*) yang dipelihara dalam media dengan penambahan probiotik. *Akuakultur Rawa Indonesia*, 1(2), 192 - 202.
- Hasanah, U., Haeruddin, & Widyorini. (2018). Pengaruh pemberian enzim dengan konsentrasi berbeda pada ikan nila (*Oreochromis niloticus*) terhadap konsentrasi amoniak, nitrit, dan sulfida dalam media pemeliharaan. *Journal of Maquares*, 6(4), 530 - 535.
<https://doi.org/10.14710/marj.v6i4.21345>.
- Indrayani, E., Nitimulya, K.H., Hadisusanto, S., & Rustadi, (2015). Analisis kandungan nitrogen, fosfor dan karbon organik di Danau Sentani Papua. *Jurnal Manusia dan Lingkungan*, 22(2), 217 - 225.
<https://doi.org/10.22146/jml.18745>.
- Irzal, E.A., Abung, M. S., & Sahibuddin, M. Q. (2021). *Standar operasional dan prosedur (SOP) budi daya udang putih (Litopenaeus vannamei) Kepulauan Seribu*. Pusat Kajian Sumberdaya Pesisir dan Lautan Institut Pertanian Bogor.
- Izzati, M. (2011). Perubahan kandungan amonia, nitrit dan nitrat dalam air tambak pada model budi daya udang windu dengan rumput laut *Sargassum plagyophyllum* dan ekstraknya. *Bioma*, 13(1), 80 - 84.
- Kobayashi, M. (1995). *Waste remediation and treatment using anoxygenic phototrophic bacteria*. Springer.
- Khasani, I. (2007). Aplikasi probiotik menuju sistem budi daya berkelanjutan. *Media Akuakultur*, 2(2), 86 - 90.
- Kuyukina, M. S., & Ivshina, I. B. (2019). Bioremediation of contaminated environments using *Rhodococcus*. Dalam H. M. Alvarez (Ed.), *Biology of Rhodococcus* (Microbiology Monographs). Springer.
https://doi.org/10.1007/978-3-030-11461-9_9.

- Lestari, Y.N., Rasyidah, & Nasution, R.A. (2024). Penurunan kadar amonia pada air kolam ikan lele (*Clarias gariepinus*) dengan menggunakan bakteri *Rhodobacter* dan ekoenzim. *Spizaetus*, 5(2), 436 - 437.
<https://doi.org/10.55241/spibio.v5i3.448>.
- Lusiana, B.R., Asmarany, A., & Aritmatika, P.E. (2021). Management of water quality enlargement of vannamei shrimp (*Litopenaeus vannamei*) in PT. Andulang Shrimp Farm. *Journal of Aquaculture Development and Environment*, 4(1), 218 - 226.
- Lusiastuti, A.M., Gustiano, R., & Kristanto, A.H. (2015). *Gambaran umum dan kebijakan penggunaan probiotik di Indonesia*. IPB Press.
- Madusari, B. D., Ariadi, H., & Mardhiyana, D. (2022). Effect of the feeding rate practice on the white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) cultivation activities. *Aquaculture, Aquarium, Conservation & Legislation*, 15(1), 473 - 479.
- Makmur., Suwoyo, H.S., Fahrur, M., & Syah, R. (2018). Pengaruh jumlah titik aerasi pada budi daya udang (*Litopenaeus vannamei*). *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 10(3), 727 - 738.
- Majidzadeh, M., & Bafghi, M.F. (2018). Current taxonomy of *Rhodococcus* species and their role in infections. *European Journal of Clinical Microbiology & Infectious Diseases*. 37, 2045 - 2062.
<https://doi.org/10.1007/s10096-018-3364-x>.
- Mufakkir, A.D. (2016). Fluktuasi oksigen terlarut, suhu, dan pH air selama 3x24 jam, periode Juli 2015 - Januari 2016 di Cengkareng, Pantai Indah Kapuk, Jakarta Utara. (Skripsi, Institut Pertanian Bogor) Repository Institut Pertanian Bogor.
- Muliani, Nurbaya, & Atmomarsono, M. (2010). Pengaruh perbedaan waktu aplikasi probiotik terhadap kualitas air dan sintasan pasca larva udang windu (*Penaeus monodon*). *Jurnal Riset Akuakultur*, 5(1), 91 - 102.
<https://doi.org/10.15578/jra.5.1.2010.91-102>.
- Mulyadi, Tang, U. & Yani, E.S. (2014). Sistem resirkulasi dengan menggunakan filter yang berbeda terhadap pertumbuhan benih ikan nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Akuakultur Rawa Indonesia*, 2(2), 117 - 124.
- Mutiah, S., & Pujiastuti, P. (2022). Analisis parameter nitrit, nitrat, amonia, fosfat pada air limbah pertanian Dusun Bendungan, Genuk Harjo, Wuryantoro, Wonogiri. *Jurnal Kimia dan Rekayasa*, 3(1), 33-45.
<https://doi.org/10.31001/jkireka.v3i1.43>.
- Nababan, E., Putra, I., & Rusliadi. (2015). Pemeliharaan udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) dengan persentase pemberian pakan yang berbeda. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*, 3(2), 18 - 26.

- Nailah, A., Budiarti, L. Y., & Heriyani, F. (2021). Analisis kualitas air sungai dengan tinjauan parameter pH, suhu, BOD, COD, DO terhadap *Coliform*. *Homeostasis*, 4(2), 487 - 494.
- Ningsih, R. A., Rasyidah, R., & Mayasari, U. (2024). Bioremediasi air sungai dengan menggunakan bakteri *Rhodobacter* sebagai penurun kadar amonia pada Sungai Cemar Kabupaten Deli Serdang. *Spizaetus: Jurnal Biologi dan Pendidikan Biologi*, 5(3), 440 - 448.
<https://doi.org/10.55241/spibio.v5i3.447>.
- Nugroho, L. R., Sukardi, S., & Triyatmo, B. (2016). Penerapan cara budi daya ikan yang baik pada pembesaran udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) di Pesisir Daerah Istimewa Yogyakarta. *Jurnal Perikanan*, 18(2), 47.
<https://doi.org/10.22146/jfs.12549>.
- Pasaribu, R. P., Tanjung, A., Ramadhany, R., & Handayani, R. (2023). Pemodelan parameter salinitas menggunakan software mike-21 di perairan Pangandaran modeling of salinity parameters using mike-21 software in Pangandaran waters. *Aurelia Journal*, 5(1), 55 - 66.
<https://doi.org/10.15578/aj.v5i1.11659>.
- Pratiwi, A. D., Fadhillah, R., Diana, F., Rahmayanti, F., & Muktaridha, M. (2022). Tingkat pertumbuhan dan kelangsungan hidup udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) pada densitas yang berbeda di Tambak CV. Markisa Farm. *Jurnal Akuakultura Universitas Teuku Umar*, 6(2), 88 - 95.
- Purnamasari, I., Purnama, D., & Utami, M.A.F. (2017). Pertumbuhan udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) di tambak intensif. *Jurnal Enggano*, 2(1), 58 - 67. <https://doi.org/10.31186/jenggano.2.1.58-67>.
- Purnomo, P. W., Nitisupardjo, M., & Purwandari, Y. (2013). Hubungan antara total bakteri dengan bahan organik, NO₃, dan H₂S pada lokasi sekitar eceng gondok dan perairan terbuka di Rawa Pening. *Journal of Management of Aquatic Resources*, 2(3), 85 - 92.
<https://doi.org/10.14710/marj.v2i3.4186>.
- Ramadhani, I., Elpawati., & Puspitasari, R.A. (2018). Analisis faktor-faktor yang memengaruhi produksi pada budi daya tambak intensif udang vaname di Kecamatan Punduh Pidada Kabupaten Pesawaran Lampung. *Jurnal Agribisnis*, 12(1), 61 - 74. <https://doi.org/10.15408/aj.v12i1.11852>.
- Ramdhani, S., Setyowati, D.N., & Astriana, B.H. (2018). Penambahan prebiotik pada pakan untuk meningkatkan pertumbuhan udang vaname (*Litopenaeus vannamei*). *Jurnal Perikanan*, 8(2), 50 - 57.
<https://doi.org/10.29303/jp.v8i2.100>.
- Renitasari, D.P., & Musa, M. (2020). Teknik pengelolaan kualitas air budi daya intensif udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) dengan metode hybrid system. *Jurnal Salamata*, 2(1), 7 - 12.
<https://doi.org/10.15578/salamata.v2i1.11248>.

- Riffiani, R., & Sulistinah, N. (2017). Keragaman bakteri penghasil enzim penghidrolisis Nitril di Pulau Enggano Bengkulu. *Berita Biologi*, 16(3), 265 - 277. <https://doi.org/10.14203/beritabiologi.v16i3.2243>.
- Rusmiyati, S. (2014). *Pintar budi daya udang windu*. Pustaka Baru Press.
- Sa'diyah, H., Afiati, N., & Purnomo, P. W. (2018). Kandungan bahan organik sedimen dan kadar H₂S air di dalam dan di luar tegakan mangrove Desa Bedono, Kabupaten Demak. *Journal of Maquares*, 7(1), 78 - 85. <https://doi.org/10.14710/marj.v7i1.22527>
- Sahrijanna, A., & Septiningsih, E. (2017). Variasi waktu kualitas air pada tambak budi daya udang dengan teknologi integrated multitrophic aquaculture (IMTA) di Mamuju, Sulawesi Barat. *Jurnal Ilmu Alam dan Lingkungan*, 8(16), 52 - 57.
- Santika, Marlian, N., Lubis, F., Zurba, N., & Isbah, F. (2024). Laju pertumbuhan udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) di Balai Perikanan Budidaya Air Payau (BPBAP) Ujung Bate. *Journal of Aceh Aquatic Science*, 8(1), 11 - 20. <https://doi.org/10.35308/jaas.v8i1.9995>.
- Schoch, C. L., Ciufu, S., Domrachev, M., Hotton, C. L., Kannan, S., Khovanskaya, R., Leipe, D., McVeigh, R., O'Neill, K., Robbertse, B., Sharma, S., Soussov, V., Sullivan, J. P., Sun, L., Turner, S., & Karsch-Mizrachi, I. (2020). NCBI taxonomy: A comprehensive update on curation, resources and tools. *Database: The Journal of Biological Databases and Curation*, 2020, baaa062. <https://doi.org/10.1093/database/baaa062>.
- Shimizu, T., Shen, J., Fang, M., Zhang, Y., Hori, K., Trinidad, J. C., Bauer, C. E., Giedroc, D. P., & Masuda, S. (2017). Sulfide-responsive transcriptional repressor SqrR functions as a master regulator of sulfide-dependent photosynthesis. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 114(9), 2355 - 2360. <https://doi.org/10.1073/pnas.1614133114>.
- Subedi, B., & Shrestha, A. (2021). A review: application of probiotics in aquaculture. *International Journal of Forest, Animal and Fisheries Research*, 4(5), 52 - 60.
- Sudpraseart, C., Shinn, A. P., Pooljun, C., & Sirimanapong, W. (2025). Efficacy of *Rhodobacter sphaeroides* TISTR 1529 on the growth performance, immune response, and amino acid profile of pacific whiteleg shrimp, (*Litopenaeus vannamei*). *Aquaculture*, 599, 742081. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2024.742081>.
- Sunaryuga, I. G. D., Perwira, I. Y., & Negara, I. K. W. (2024). Fluktuasi harian bahan organik dan parameter yang mempengaruhi di Hilir Sungai Jangga, Kabupaten Karangasem, Bali. *Current Trends In Aquatic Science*, 7(1), 26 - 34.

- Supono. (2018). *Manajemen kualitas air untuk budi daya udang*. Anugerah Utama Raharja.
- Supono. (2015). *Manajemen lingkungan untuk akuakultur*. Plantaxia.
- Supriatna., Mahmudi, M., Musa, M., & Kusriani. (2020). Hubungan pH dengan parameter kualitas air pada tambak intensif udang vaname (*Litopenaeus vannamei*). *Journal of Fisheries and Marine Research*, 4(3), 368 - 374.
- Suresh, G., Lodha, T. D., Indu, B., Sasikala, C., & Ramana, C., V. (2019). Taxogenomics resolves conflict in the genus *Rhodobacter*: a two and half decades pending thought to reclassify the genus *Rhodobacter*. *Frontiers in Microbiology*, 10, 2480.
- Suriyadin, A., Abdurachman, M. H., Fahrudin, M., Murtawan, H., & Huda, M. A. (2023). Performa hematologi dan kualitas air budi daya ikan patin (*Pangasius* sp.) yang diberi bakteri fotosintetik (*Rhodobacter* sp. dan *Rhodococcus* sp.). *Jurnal Ilmu-Ilmu Perikanan dan Budi Daya Perairan*, 18(1), 25 - 33. <https://doi.org/10.31851/jipbp.v18i1.11206>.
- Syah, R., Makmur, & Mat, F. (2017). Budi daya udang vaname dengan padat penebaran tinggi. *Media Akuakultur*, 12(1), 19 - 26. <https://doi.org/10.15578/ma.12.1.2017.19-26>.
- Tahe, S., & Suwoyo, H.S. (2011). Pertumbuhan dan sintasan udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) dengan kombinasi pakan berbeda dalam wadah terkontrol. *Jurnal Riset Akuakultur*, 6(1), 31 - 40. <https://doi.org/10.15578/jra.6.1.2011.31-40>.
- Telaumbanua, B. H., Pangemanan, N. P., Tumbol, R. A., Undap, S. L., Tumembouw, S. S., & Salindeho, I. R. (2024). Fluktuasi parameter kualitas air di tambak super intensif udang vaname: studi kasus pertambakan PT. Pillar Persada Parigi, desa Bajo, Minahasa Selatan. *e-Journal Budidaya Perairan*, 12(2), 72 - 79.
- Tibun, J., Amir, S., & Setyowati, D. N. (2015). Pengaruh pemberian probiotik komersil yang mengandung *Bacillus* sp. terhadap kelangsungan hidup larva udang vaname *Litopenaeus vannamei*. *Jurnal Perikanan*, 7(2), 64 - 69.
- Ulfah, A., Purwiyanto, A.I.S., & Diansyah, G. (2017). Penentuan tingkat pencemaran organik berdasarkan konsentrasi BOD (*biological oxygen demand*), COD (*chemical oxygen demand*) dan TOM (*total organic matter*) di Muara Sungai Lumpur Ogan Komering Ilir. *Maspari Journal*, 9(2), 105 - 110.
- Wafi, A., Ariadi, H., Muqsith, A., Mahmudi, M., & Fadjar, M. (2021). Oxygen consumption of *Litopenaeus vannamei* in intensive ponds based on the dynamic modeling system. *Journal of Aquaculture and Fish Health*, 10(1), 17 - 24. <https://doi.org/10.20473/jafh.v10i1.18102>.

- Wasiolesky, W., Froes, C., Foes, G., Krummenauer D., Lara, G., & Poersch, L. (2013). Nursery of *Litopenaeus vannamei* reared in a biofloc system: the effect of stocking densities and compensatory growth. *Journal of Shellfish Research*, 32(3), 799 - 806. <https://doi.org/10.2983/035.032.0323>.
- Whyte, L. G., Slagman, S. J., Pietrantonio, F., Bourbonnière, L., Koval, S. F., Lawrence, J. R., Inniss, W. E., & Greer, C. W. (1999). Physiological adaptations involved in alkane assimilation at a low temperature by *Rhodococcus* sp. strain Q15. *Applied and Environmental Microbiology*, 65(7), 2961 - 2968. <https://doi.org/10.1128/AEM.65.7.2961-2968.1999>.
- Widiyanto, T. (1996). Bakteri fotosintetik anoksigenik sebagai biokondisioner di tambak udang (Tesis, Institut Pertanian Bogor). Repository Institut Pertanian Bogor.
- Wyban, J. A., & Sweeney, J. N. (1991). *Intensive shrimp production technology*. The Oceanic Institute.
- Yunarty, Y., Kurniaji, A., Budiati, B., Renitasari, D. P., & Resa, M. (2022). Karakteristik kualitas air dan performa pertumbuhan budi daya udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) pola intensif. *PENA Akuatika: Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*, 21(1), 75 - 88. <https://doi.org/10.31941/penaakuatika.v21i1.1871>.
- Yuspita, N. L. E., Putra, I. D. N. N., & Suteja, Y. (2018). Bahan organik total dan kelimpahan bakteri di Perairan Teluk Benoa, Bali. *Jurnal of Marine and Aquatic Sciences*, 4(1), 129 - 140. <https://doi.org/10.24843/jmas.2018.v4.i01.129-140>.
- Zainun, I., Budidarsono, S., Rinaldi, Y., & Cut Adek, M. (2007). *Socio-economic aspects of brackish water aquaculture (tambak) production in Nanggroe Aceh Darussalam*. ICRAF Southeast Asia.