

TESIS

**PEMANFAATAN MIKROALGA UNTUK PENCEGAHAN
PENYAKIT *Vibrio parahaemolyticus* DI HATCHERI UDANG
WINDU (*Penaeus monodon*)**

**Utilization of microalgae for the prevention of *Vibrio*
parahaemolyticus diseases in tiger shrimp (*Penaeus monodon*)
hatchery**

**NURBAYA
L012192004**



**PROGRAM MAGISTER ILMU PERIKANAN
FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2023**

Utilization of Microalgae for The Prevention of *Vibrio parahaemolyticus* Diseases In Tiger Shrimp (*Penaeus monodon*) Hatchery

Pemanfaatan mikroalga untuk pencegahan penyakit *Vibrio parahaemolyticus* di hatcheri udang windu (*Penaeus monodon*)

**NURBAYA
L012192004**

THESIS

Submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science (M.Si)



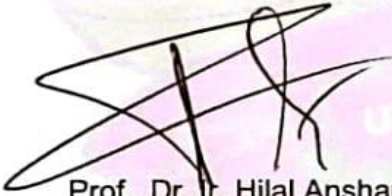
**MAGISTER PROGRAM IN FISHERIES SCIENCE
FACULTY OF MARINE SCIENCE AND FISHERIES
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2023**

HALAMAN PENGESAHAN TESIS

Judul Tesis : Pemanfaatan Mikroalga Untuk Pencegahan Penyakit *Vibrio Parahaemolyticus* Di Hatcheri Udang Windu (*Penaeus monodon*)
Nama Mahasiswa : Nurbaya
Nomor Pokok : L 0121 19 004
Program Studi : Ilmu Perikanan

Tesis telah diperiksa dan disetujui oleh:

Pembimbing Utama,



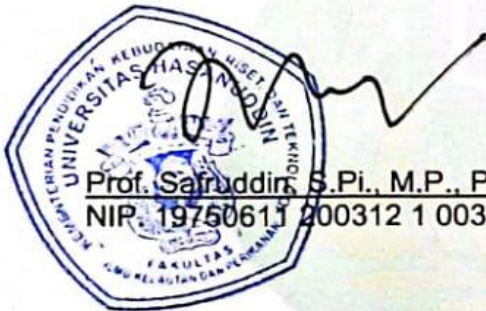
Prof. Dr. Ir. Hilal Anshary, M.Sc.
NIP. 19671012 199202 1 001

Pembimbing Pendamping,



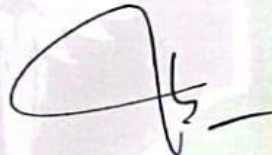
Dr. Ince Ayu Khairana Kadriah, S.Pi., M.Agr.
NIP. 19760607 200212 2 002

Dekan
Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan,



Prof. Safruddin, S.Pi., M.P., Ph. D.
NIP. 19750611 200312 1 003

Ketua Program Studi
Ilmu Perikanan,



Dr. Ir. Badraeni, M.P.
NIP. 19651023 199103 2 001

Tanggal Lulus: 27 November 2023

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Nurbaya
NIM : L012192004
Program Studi : Ilmu Perikanan
Jenjang : S2

Menyatakan dengan ini bahwa Tesis berjudul

Pemanfaatan mikroalga untuk pencegahan penyakit *vibrio Parahaemolyticus* di hatcheri udang windu (*Penaeus monodon*)

adalah karya penelitian saya sendiri dan bebas plagiat, serta tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik serta tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali secara tertulis digunakan sebagai acuan dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber acuan serta daftar pustaka. Apabila di kemudian hari terbukti terdapat plagiat dalam karya ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan peraturan perundang-undangan (Permendiknas No. 17, tahun 2007).

Makassar, 27 November 2023



Nurbaya
NIM L012192004

PERNYATAAN KEPEMILIKAN TULISAN

Saya bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Nurbaya
NIM : L012192004
Program Studi : Ilmu Perikanan
Fakultas : Ilmu Kelautan dan Perikanan

menyatakan bahwa publikasi sebagian atau keseluruhan isi Tesis pada jurnal atau forum ilmiah lain harus seizin dan menyertakan tim pembimbing sebagai pemilik tulisan (*author*) dan Universitas Hasanuddin sebagai institusinya. Apabila dalam waktu sekurang-kurangnya dua semester (satu tahun sejak pengesahan tesis) saya tidak melakukan publikasi dari sebagian atau keseluruhan tesis ini, maka pembimbing sebagai salah seorang dari penulis berhak mempublikasinya pada jurnal ilmiah yang ditentukan kemudian, sepanjang nama mahasiswa tetap diikutkan.

Makassar, 27 November 2023

Mengetahui,
Ketua Program Studi S2 Ilmu Perikanan



Dr. Ir. Badraeni, MP
NIP. 19651023 199103 2 001

Penulis



Nurbaya
NIM. L012192004

ABSTRAK

Nurbaya. L012192004. "Pemanfaatan Mikroalga Untuk Pencegahan Penyakit *Vibrio parahaemolyticus* Di Hatcheri Udang Windu (*Penaeus monodon*)" dibimbing oleh Hilal Anshary dan Ince Ayu Khairana Kadriah .

Pembenihan udang windu (*Penaeus monodon*) menghadapi tantangan serius terkait penyakit bakteri yang dapat menyebabkan kerugian ekonomi. Upaya intensif telah dilakukan untuk mencegah dan mengendalikan penyakit bakteri ini. Mikroalga memainkan peran penting dalam pencegahan penyakit dalam akuakultur. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji efektivitas mikroalga *Porphyridium aeruginum* dan *Porphyridium sp.* dalam mencegah dan mengendalikan serangan penyakit pada larva udang windu di hatcheri. Penelitian dilakukan dengan menggunakan 50.000 nauplius udang per bak dengan tiga perlakuan: (A) Kontrol (sesuai SOP hatcheri), (B) SOP hatcheri dengan aplikasi mikroalga *Porphyridium aeruginum*, dan (C) SOP hatcheri dengan aplikasi mikroalga *Porphyridium sp.* Mikroalga diberikan pada udang pada siang hari pada fase Zoea-1, Mysis-1, PL-2, PL-6, dan PL 10 dengan kepadatan awal 10^5 sel/mL. Selama penelitian, udang diberi pakan buatan dengan dosis yang disesuaikan untuk setiap stadia. Parameter yang diamati meliputi Total Vibrio Bacteria (TBV) dan Total Plate Count (TPC), rasio TBV/TPC, populasi mikroalga, kelangsungan hidup larva udang windu, kualitas air, dan uji histologi. Nilai TBV/TPC sebagian besar berada pada kategori aman bagi larva udang windu selama penelitian, kecuali perlakuan (B) yang melebihi batas aman ($>10\%$). Kualitas air masih dalam kategori layak untuk budidaya udang, dan mikroalga tetap hidup dengan kepadatan 10^5 sel/mL. Setelah perlakuan mikroalga, larva udang PL12 (20 ekor/toples) ditantang dengan *Vibrio parahaemolyticus* dengan kepadatan 10^7 CFU/mL. Penggunaan mikroalga berhasil menekan populasi *Vibrio parahaemolyticus* pada larva. Kelangsungan hidup udang tertinggi tercatat pada perlakuan C (93,33%) sehingga dapat disimpulkan bahwa pemberian mikroalga memiliki potensi pengendalian penyakit bakteri *Vibrio* pada budidaya udang.

Kata Kunci: *Vibriosis*, *Porphyridium aeruginum*, *Porphyridium sp.*, mikroalga, udang windu, kelangsungan hidup

ABSTRACT

Nurbaya. L012192004. "Utilization of microalgae for the prevention of *Vibrio parahaemolyticus* diseases in tiger shrimp (*Penaeus monodon*) hatchery" supervised by Hilal Anshary dan Ince Ayu Khairana Kadriah.

Tiger shrimp (*Penaeus monodon*) hatcheries face serious challenges related to bacterial diseases that can cause economic losses. Intensive efforts have been made to prevent and control these diseases. Microalgae play an important role in diseases prevention in aquaculture, and this study aimed to elucidate the effectiveness of two types of microalgae, *Porphyridium aeruginum*, and *Porphyridium* sp., in preventing and controlling disease attacks on tiger shrimp larvae in the hatchery. The study was conducted by introducing 50.000 nauplius shrimp in each bucket and implementing three treatments: (A) Control (following the hatchery's standard operating procedure), (B) hatchery SOP with the addition of *Porphyridium aeruginum* microalgae, and (C) hatchery SOP with the addition of *Porphyridium* sp. microalgae. The microalgae were provided to the shrimp daily during the Zoea-1, Mysis-1, PL-2, PL-6, and PL-10 stages, with an initial density of 10^5 cells/mL. The shrimp were fed artificial feed throughout the study, with doses adjusted for each stage. The observed parameters included total *Vibrio* bacteria (TBV) and total plate count (TPC), microalgae population, tiger shrimp larval survival, water quality parameters, and histology analysis. The TBV/TPC values mostly remained within the safe category, except for treatment (B), which exceeded the safe limit (>10%). The water quality remained suitable for cultivation, and the microalgae remained viable at 10^5 cells/mL density. After the microalgae treatment, PL12 shrimp larvae (20 shrimps/jar) were exposed to *Vibrio parahaemolyticus* at 10^7 CFU/mL density. The use of microalgae successfully suppressed the population growth of pathogenic bacteria. The highest shrimp survival rate was recorded in treatment C (93.33%). Thus, it can be concluded that providing microalgae can potentially control bacterial diseases in shrimp cultivation.

Keyword: *Vibriosis*, *Porphyridium aeruginum*, *Porphyridium* sp., microalgae, tiger shrimp, survival rate

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah ucapan rasa syukur yang terus mengalir dari lisan ini atas nikmat rahmat dan karunia-Nya yang tiada henti diberikan kepada hamba-Nya. Shalawat serta salam tak lupa kita kirimkan kepada Baginda Rasulullah SAW beserta para keluarga, sahabat dan para pengikutnya. Berkat rahmat-NYA sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan tesis yang berjudul **“Pemanfaatan Mikroalga Untuk Pencegahan Penyakit Bakteri *Vibrio Parahaemolyticus* Di Hatcheri Udang Windu (*Penaeus monodon*)”**.

Terlaksananya Kegiatan Penelitian serta penyusunan tesis ini, penulis menyadari banyak hal yang telah dilalui yaitu berbagai tantangan dan kesulitan. Mulai dari awal perencanaan, persiapan, pelaksanaan penelitian, sampai akhir penyusunan tesis ini dan penulis menyadari sepenuhnya tesis ini masih jauh dari kesempurnaan. Untuk tesis ini, penulis sangat membutuhkan dukungan dan sumbangsih pemikiran yang berisi kritik dan saran yang membangun. Selama penulisan tesis ini tentunya penyusun mendapat banyak bantuan dari berbagai pihak yang telah mendukung dan membimbing penulis. Oleh karena itu pada kesempatan ini perkenankan penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Hilal Anshary, M.Sc., selaku dosen pembimbing utama dalam penelitian yang telah memberikan waktu dan pikiran kepada penulis dalam menyelesaikan tesis ini, serta Ibu Dr. Ince Ayu Khairana Kadriah, S.Pi., M.Agr. selaku dosen pembimbing pendamping yang telah meluangkan waktu dan pikiran kepada penulis untuk memberikan bimbingan serta arahannya hingga proses akhir penyusunan tesis ini.
2. Ibu Dr. Ir. Sriwulan, MP, Bapak Dr. Ir. Gunarto Latama, M.Sc, dan Ibu Dr. Marlina Akhmad, S.Pi., M.Si selaku penguji yang telah memberikan pengetahuan baru, masukan, saran dan kritik yang sangat membangun.
3. Ibu Dr. Ir. Badraeni, M.P. selaku kepala program studi Magister Ilmu Perikanan yang telah membantu dalam pengurusan administrasi.
4. Bapak/Ibu dosen serta seluruh staf pegawai Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat serta dukungan dalam segala aktifitas penulis selama menjalani masa studi.
5. Pimpinan beserta staf Balai Penelitian Perikanan Budidaya Air Payau dan Penyuluhan Perikanan (BRPBAPPP) Maros, khususnya Pembenhian Udang Windu (IPUW) Awerange Kabupaten Barru yang secara langsung telah berpartisipasi membantu penulis dalam proses pengambilan data/penelitian

berlangsung.

6. Teman-teman mahasiswa magister Ilmu Perikanan angkatan 2019, kerabat, keluarga, dan semua pihak yang telah membantu Penulis hingga ke jenjang ini.
7. Kedua orang tua saya yang sudah almarhum almarhumah yang saya hormati, Ayahanda LA Taepe, ibunda I Kacco. Ibu H. Andi Masdatang, yang telah memberikan dukungan, kasih sayang dan sebagai penyemangat penulis dalam menyelesaikan tesis ini.

Makassar, 27 November 2023

Nurbaya

RIWAYAT HIDUP



Penulis bernama lengkap Nurbaya, lahir di Lapasu Kabupaten Barru, 14 Januari 1963, merupakan anak dari pasangan Bapak La Taefe dan Ibu I Kacco, sebagai anak ke-2 dari 3 bersaudara. Penulis menamatkan pendidikan Sekolah Dasar di SDN Lapasu Kab. Barru pada tahun 1977, SMPN Mangkoso pada tahun 1979, dan SMAN 285 Maros 1982. Pada tahun 1991, penulis melanjutkan pendidikan ke tingkat perguruan tinggi yakni di Universitas Muslim Indonesia (UMI) Makassar, Program Studi Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan. Penulis menyelesaikan studi dan memperoleh gelar S1 sarjana perikanan di Universitas Muslim Indonesia pada tahun 1997. Pada tahun 2019, penulis melanjutkan pendidikan pascasarjana di Universitas Hasanuddin, Program Magister Ilmu Perikanan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan. Dalam rangka menyelesaikan pendidikan dan merupakan syarat untuk memperoleh gelar Magister Perikanan penulis melakukan penelitian dengan judul “Pemanfaatan Mikroalga Untuk Pencegahan Penyakit Bakteri *Vibrio Parahaemolyticus* di hatchery Udang Windu (*Penaeus monodon*)” yang dibimbing oleh bapak Prof. Dr. Ir. Hilal Anshary M.Sc. selaku dosen pembimbing utama dan Ibu Dr. Ince Ayu Khaerana Kadriah, S.Pi, M.Agr selaku dosen pembimbing anggota.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN TESIS	Error! Bookmark not defined.
PERNYATAAN KEASLIAN	Error! Bookmark not defined.
PERNYATAAN KEPEMILIKAN TULISAN	Error! Bookmark not defined.
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR	viii
RIWAYAT HIDUP	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
I. PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	3
C. Tujuan Penelitian.....	4
D. Manfaat Penelitian.....	4
E. Ruang Lingkup Penelitian.....	4
II. TINJAUAN PUSTAKA	5
A. Udang Windu <i>Penaeus monodon</i>	5
B. <i>Porphyridium aerugineum</i>	12
C. <i>Porphyridium</i> sp.	13
D. <i>Vibrio parahaemolyticus</i>	16
E. Mekanisme <i>Quorum sensing</i>	17
F. Kerangka Pikir Penelitian	18
G. Hipotesis	18
III. METODE PENELITIAN	19
A. Waktu dan Tempat	19
B. Pelaksanaan Penelitian	19
C. Hewan uji	20

D. Peubah yang diamati.....	20
E. Uji Tantang menggunakan bakteri <i>Vibrio Parahaemolyticus</i>	20
IV. HASIL	22
A. Populasi Bakteri	22
1. Total Bakteri Vibrio (TBV).....	22
2. Total Populasi Bakteri (TPC)	22
3. Rasio TBV dan TVC	23
B. Kualitas air	24
1. Bahan Organik Terlarut	24
2. Amoniak	24
3. Nitrit	25
C. Kelangsungan hidup udang di hatcheri.....	Error! Bookmark not defined.
D. Uji Tantang Dengan Bakteri <i>V. parahaemolyticus</i>	28
V. PEMBAHASAN.....	32
A. Hasil Analisa TBV.....	32
A. Hasil Analisa TPC	32
C. Rasio TBV/TPC	32
D. Kualitas air	33
1. Bahan Organik Terlarut.....	33
2. Amoniak	33
3. Nitrit.....	34
4. Mikroalga.....	34
E. Kelangsungan hidup	35
F. Uji Tantang dengan Bakteri <i>V. parahaemolyticus</i>	36
G. Histopatologi hepatopankreas	367
VI. PENUTUP	328
A. Kesimpulan	38
B. Saran	38
DAFTAR PUSTAKA.....	39

DAFTAR TABEL

No	Teks	Halaman
Tabel 1.	Populasi bakteri <i>Vibrio</i> dalam air pemeliharaan larva udang windu	22
Tabel 2.	Total bakteri (TPC) dalam air pemeliharaan larva udang windu	23
Tabel 3.	Rasio TBV dan TPC dalam air pemeliharaan larva udang windu	23
Tabel 4.	Konsentrasi BOT Pada Setiap Tahapan Sampling	24
Tabel 5.	Konsentrasi Amoniak pada media pemeliharaan larva udang windu selama masa pemeliharaan	25
Tabel 6.	Konsentrasi Nitrit Pada Setiap Tahapan Sampling	26
Tabel 7.	Kepadatan Mikroalga Pada Setiap Tahapan Sampling	27
Tabel 8.	Kelangsungan Hidup (%) Larva Udang Windu pad Penelitian Aplikasi Mikroalga	28
Tabel 9.	Total bakteri <i>V. parahaemolyticus</i> dalam air pemeliharaan larva udang windu	28
Tabel 10.	Sintasan benur windu setelah diuji tantang dengan <i>V.parahaemolyticus</i> selama 12-96 Jam	29

DAFTAR GAMBAR

No	Teks	Halaman
Gambar 1.	<i>Porphyridium aerugineum</i> (Pembesaran 40x)	13
Gambar 2.	<i>Porphyridium sp</i> (Pembesaran 40x).....	14
Gambar 3.	<i>V. parahaemolyticus</i> (Fujino <i>et al.</i> , 1951)	16
Gambar 4.	Kerangka pikir penelitian.....	18
Gambar 5.	Gambaran histology hepatopankreas udang pada perlakuan A.....	30
Gambar 6.	Gambaran histology hepatopankreas udang pada perlakuan B.....	30
Gambar 7.	Gambaran histology hepatopankreas udang pada perlakuan C.....	31
Gambar 8.	Gambaran histology hepatopankreas udang pada perlakuan A-	31

DAFTAR LAMPIRAN

No	Teks	Halaman
1	Lampiran 11. Dokumen Kegiatan Penelitian.....	55

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Udang windu (*Penaeus monodon*) adalah salah satu spesies perikanan penting dan telah dibudidayakan secara komersial untuk memenuhi permintaan pasar makanan laut global yang meningkat (Wong *et al.*, 2021). Distribusi spesies *P. monodon* secara alami menyebar di kawasan Indo-Pasifik termasuk pantai timur Afrika, Asia Tenggara, Laut Jepang, Semenanjung Arab, dan Australia utara (Abdel-Warith *et al.*, 2020), pantai timur Pulau Hainan dan pantai tenggara Cina (Z. Bin Lu *et al.*, 2022). Budidaya udang windu (*Penaeus monodon*) telah menjadi penghasil pendapatan terpenting dan sumber protein utama untuk konsumsi manusia (Ghosh *et al.*, 2021; Lakshmi *et al.*, 2013).

Namun saat ini, pengembangan dan keberlanjutan budidaya udang ini mengalami hambatan. Salah satu masalah utama yang dihadapi dalam budidaya udang yaitu adanya serangan penyakit baik di tambak maupun di pembenihan (Kerdmusik *et al.*, 2018). Hal ini menyebabkan produksi udang windu akuakultur dunia mengalami penurunan secara drastis (Shinn *et al.*, 2018). Serangan penyakit pada udang tersebut umumnya disebabkan oleh bakteri dan virus. Penyakit bakteri seperti *Vibriosis* disebabkan oleh bakteri dari genus *Vibrio* termasuk *Vibrio harveyi* dan *V. parahaemolyticus*. *Vibrio parahaemolyticus* adalah salah satu spesies bakteri *Vibrio* yang biasa menginfeksi udang bersama dengan *Vibrio harveyi*. Serangan oleh *Vibrio harveyi* mampu menyebabkan kematian udang hingga 100%, dan sampai saat ini belum dapat diatasi dengan baik (Flegel, 2012; Suwoyo & Sahabuddin, 2017). Sementara, gejala infeksi *Vibrio parahaemolyticus* pada udang dapat bervariasi tergantung pada tahap siklus hidup udang, tetapi sering mempengaruhi sistem pencernaan udang. Untuk mencegah infeksi *Vibrio* sp. pada udang, pemantauan rutin terhadap populasi udang diperlukan, terutama pada tahap awal siklus hidup udang.

Xue *et al.*, (2020) melaporkan bahwa keberadaan penyakit oleh bakteri *Vibrio* sp. di perairan disebabkan karena tidak adanya keseimbangan antara lingkungan, ikan atau udang dan jasad patogen. Budidaya yang kurang baik dapat menyebabkan hewan peliharaan menjadi stres, sehingga daya tahan tubuhnya mengalami penurunan dan sangat mudah terserang oleh penyakit.

Di beberapa negara, ketika berhadapan dengan masalah penyakit yang disebabkan oleh bakteri patogen dalam kegiatan budidaya ikan dan udang, maka yang dilakukan adalah penggunaan obat-obatan antimikroba. Hal ini

menyebabkan industri ternak dan akuakultur telah menyebar luas dalam penggunaan obat-obatan antimikroba (Sony *et al.*, 2021). Demikian juga pada pembenihan udang dalam penanggulangan penyakit udang bercahaya yang disebabkan oleh bakteri *Vibrio harveyi*, umumnya digunakan antibiotik (Mohamad *et al.*, 2021). Penggunaan antibiotik ini memiliki dampak negatif karena dapat menyebabkan bakteri menjadi resisten serta menimbulkan residu pada udang yang sangat berbahaya bagi manusia sebagai konsumen (Jiang *et al.*, 2019; Sahandi *et al.*, 2019). Oleh karena itu, antibiotik ini sudah sangat dibatasi dan bahkan tidak diperbolehkan lagi penggunaannya dalam kegiatan budidaya udang. Untuk menanggulangi penyakit ini, maka beberapa upaya yang dilakukan oleh akuakultoris adalah pencegahan penyakit dan peningkatan sistim imun udang dengan penggunaan imunostimulan (Nur *et al.*, 2019). Beberapa penelitian telah dilakukan antara lain dengan menggunakan bahan alam sebagai immunostimulant pada larva udang windu, di antaranya adalah herbal mangrove, kunyit, daun sambiloto dan mikroalga seperti *Spirulina* sp, *Nannochloropsis* sp dan *Porphyridium* sp (Kadriah *et al.*, 2020), dan juga kopasanda (*Chromolaena odorata*) (Harlina *et al.*, 2019).

Menurut (Widiyastuti *et al.*, 2021), suatu jenis bakteri patogen seperti *V. harveyi* dapat menghasilkan patogen terhadap organisme lain jika membentuk suatu *Quorum sensing* pada suatu kondisi dimana populasi bakteri tersebut mencapai jumlah tertentu. *Quorum sensing* adalah usaha dari sebuah populasi bakteri untuk mencapai jumlah tertentu sebelum melakukan respon atau jalur regulasi tertentu (Novita *et al.*, 2015). Pada fenomena *Quorum sensing*, terdapat mekanisme transduksi sinyal yang kompleks untuk 'memanggil' anggota populasi bakteri di tempat jauh untuk melakukan agregasi hingga jumlah minimum sel untuk melakukan respon regulasi dapat dicapai (Taga *et al.*, 2008). Kelompok bakteri tersebut memiliki komponen yang bertanggung jawab dalam proses *Quorum sensing* yang disebut *autoinducer*. *Autoinducer* pada bakteri gram negatif biasanya adalah *Acil homoserine lactone* (AHL, AI-1) serta molekul *siklik derivat furan* (AI2), sedangkan pada bakteri positif menggunakan *oligopolipeptida* (Papenfort & Bassler, 2016). Untuk mencegah timbulnya patogen dari bakteri dalam media budidaya udang tersebut, maka perlu upaya yang dapat menghambat terjadinya proses *Quorum sensing* pada bakteri patogen.

Mikroalga memiliki peran yang cukup penting dalam kegiatan akuakultur. Selain sebagai pakan alami, mikroalga juga dapat berfungsi sebagai *water conditioner* yang berfungsi untuk menjaga kestabilan kualitas air serta mikrokomunitas yang ada dalam air. Beberapa penelitian melaporkan bahwa mikroalga

memiliki kemampuan untuk mengontrol komunitas mikrobiologi dalam suatu lingkungan perairan dengan berbagai mekanisme, baik yang menghambat atau mendukung pertumbuhan suatu mikroorganisme lainnya (Fallahi *et al.*, 2021; Wiyoto & Ekasari, 2010).

Hasil penelitian Balai Riset Perikanan Budidaya Air Payau dan Penyuluhan Perikanan telah diidentifikasi lima jenis mikroalga yang positif memiliki kemampuan menghambat sinyal *Quorum sensing* pada bakteri yaitu: *Melosira sp*, *Porphyridium sp*, *Vulgaris sp*, *Phaeodactylum sp*, dan *Nannochloropsis sp* (Kadriah *et al.*, 2020). Dari lima jenis mikroalga ini terdapat tiga jenis mikroalga yang menunjukkan aktivitas anti *Vibriosis* yang juga memiliki kemampuan menghambat pertumbuhan bakteri *Vibrio* patogen yaitu: *Melosira sp*, *Porphyridium spp*, dan *Phaeodactylum sp*. Uji tantang dengan bakteri *V. harveyi* dan uji toksisitas mikroalga terhadap udang pada kondisi laboratorium diperoleh tiga jenis mikroalga yang memiliki kemampuan menghambat bakteri *V. harveyi* patogen, yaitu *Nannochloropsis sp* dan dua spesies *Porphyridium spp*. persentase SR tertinggi (90%) *Porphyridium spp* memberikan dibanding perlakuan lainnya dan kontrol.

Pada tahun 2019 jenis *Nannochloropsis sp* telah diuji manfaatnya dalam pemeliharaan larva udang windu di hatcheri, namun tidak mampu meningkatkan sintasan udang windu. Pada tahun 2020 ketiga jenis fitoplankton tersebut telah diuji lanjut pada skala laboratorium dan juga ditambak udang mampu menghambat pertumbuhan bakteri *Vibrio* patogenik berpendar. Sehubungan dengan hal tersebut, maka perlu dilakukan penelitian untuk menguji kemampuan mikroalga *Porphyridium aeruginum* dan *Porphyridium sp* dalam mencegah dan mengendalikan serangan penyakit pada larva udang windu di hatcheri.

B. Rumusan Masalah

Masalah yang dihadapi pada pembenihan udang adalah rendahnya kelangsungan hidup benur akibat buruknya kualitas telur dan induk serta adanya bibit penyakit yang mencemari wadah budidaya dan kurang berkualitasnya pakan alami didalam wadah budidaya. Penyakit yang umum menyerang pada pembenihan udang adalah penyakit yang disebabkan oleh serangan virus, bakteri dan parasit. Untuk penyakit bakteri yang sering ditemukan adalah penyakit *Vibriosis* yang disebabkan oleh bakteri *Vibrio*. Beberapa upaya yang telah dilakukan untuk pencegahan penyakit *Vibriosis* diantaranya adalah dengan menggunakan antibiotik, probiotik dan yang terbaru adalah dengan memanfaatkan mekanisme komunikasi bakteri yang dikenal dengan nama mekanisme *Quorum*

sensing. Salah satu bahan aktif yang berpotensi digunakan sebagai anti *Quorum sensing* adalah bahan aktif yang dimiliki oleh mikroalga. Pemanfaatan mikroalga sebagai anti *Quorum sensing* dan anti *Vibrio* diharapkan mampu mempertahankan kelangsungan udang dengan menekan populasi *Vibrio* patogen dan menurunkan kemampuan *Vibrio* patogen memproduksi zat-zat virulen penyebab penyakit *Vibriosis*.

Perumusan masalah pada penelitian ini yaitu :

1. Apakah penggunaan mikroalga *Porphyridium aeruginum* dan *Porphyridium* sp. dapat menghambat perkembangan bakteri *Vibrio* pada pemeliharaan udang?
2. Seberapa besar kemampuan mikroalga jenis *Porphyridium aeruginum* dan *Porphyridium* sp. dapat menghambat pertumbuhan bakteri patogen di hatcheri?
3. Seberapa besar kemampuan mikroalga jenis *Porphyridium aeruginum* dan *Porphyridium* sp. untuk bertahan hidup dalam wadah pemeliharaan larva di hatcheri.

C. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Menguji efektivitas mikroalga *Porphyridium aeruginum* dan *Porphyridium* sp. dalam mencegah dan mengendalikan serangan penyakit pada larva udang windu di hatcheri.
2. Mengevaluasi peran mikroalga jenis *Porphyridium aeruginum* dan *Porphyridium* sp. untuk menekan pertumbuhan bakteri *Vibrio* patogen dalam bak pemeliharaan.
3. Menggambarkan pola pertumbuhan mikroalga jenis *Porphyridium aeruginum* dan *Porphyridium* sp. dalam wadah pemeliharaan larva di hatcheri.

D. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi informasi ilmiah tentang penggunaan *Porphyridium aeruginum* dan *Porphyridium* sp. sebagai sumber bahan alami yang dapat digunakan untuk pencegahan *Vibriosis* di hatchery.

E. Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup penelitian ini membahas tentang kemampuan mikroalga *Porphyridium aeruginum* dan *Porphyridium* sp. dalam menghambat perkembangan bakteri *Vibrio* pada pemeliharaan larva udang di hatchery.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Udang Windu *Penaeus monodon*

1. Biologi Udang Windu *Penaeus monodon*

Udang windu, juga dikenal sebagai tiger shrimp, adalah krustase laut yang dipelihara secara luas untuk makanan. Udang windu ditemukan di Samudra Hindia dan Pasifik barat, dan didistribusikan dari Afrika timur dan tenggara ke Australia utara dan timur, Jepang, Pakistan, dan Kepulauan Melayu. Udang windu hidup di lingkungan payau, muara, dan laut, serta mendiami lumpur dan pasir dasar. Udang windu bersifat omnivora dan memakan berbagai macam makanan, memakan sebagian besar ganggang dan bahan tanaman. Selain itu, udang windu dapat memilih makanannya tergantung pada lokasi dan ketersediaan makanan. Udang windu ditemukan memakan invertebrata lainnya, dan bahan organik yang mati / membusuk, sebagian besar ikan dasar lunak. Dalam akuakultur, udang windu memakan makanan buatan yang sebagian besar terdiri dari tepung ikan (Abu Hena, 2012).

Secara morfologi tubuh udang memiliki dua bagian yaitu bagian depan dan bagian belakang, bagian depan disebut bagian kepala yang sebenarnya terdiri dari bagian kepala dan dada yang menyatu itu dinamakan kepala-dada (*cephalothorax*) serta bagian perut (*abdomen*) terdapat ekor dibagian belakangnya. Semua bagian badan beserta anggota-anggotanya terdiri dari ruas-ruas (segmen) kepala dada terdiri dari 13 ruas yaitu kepalanya sendiri 5 ruas dan dadanya 8 ruas sedangkan bagian perut terdiri dari 6 ruas. Tiap ruas badan mempunyai sepasang anggota badan yang beruas-ruas pula seluruh tubuh tertutup oleh kerangka luar yang disebut eksoskeleton yang terbuat dari bahan chitin. Kerangka tersebut mengeras, kecuali pada sambungan-sambungannya antara dua ruas tubuh yang berdekatan. Hal ini memudahkan mereka untuk bergerak (Suyanto & Mudjiman, 2006).

Tubuh udang dapat dibagi menjadi dua bagian yaitu bagian kepala dan bagian badan. Bagian kepala menyatu dengan bagian dada disebut cephalothorax yang terdiri dari 13 ruas yaitu 5 ruas di bagian kepala dan 8 ruas di bagian dada. Bagian badan dan abdomen terdiri dari 6 ruas. Tiap-tiap ruas (segmen) mempunyai sepasang anggota badan (kaki renang) yang juga beruas-ruas. Pada ujung ruas keenam terdapat ekor kipas 4 lembar dan satu telson yang berbentuk runcing.

Bagian kepala dilindungi oleh cangkang kepala atau Carapaks. Bagian depan meruncing dan melengkung membentuk huruf S yang disebut cucuk kepala

atau rostrum. Pada bagian atas rostrum terdapat 7 gerigi dan bagian bawahnya 3 gerigi. Bagian kepala lainnya adalah sepasang mata majemuk (mata facet) bertangkai dan dapat digerakkan, Mulut terletak pada bagian bawah kepala dengan rahang (mandibula) yang kuat. Bagian tubuh udang lainnya adalah sepasang sungut besar atau antenna, dua pasang sungut kecil atau antennula, Sepasang sirip kepala (Scaphocerit), dan sepasang alat pembantu rahang (Maxilliped). Udang juga memiliki lima pasang kaki jalan (pereopoda) yaitu kaki jalan pertama, kedua dan ketiga bercapit yang dinamakan chela. Pada bagian dalam terdapat hepatopankreas, jantung, dan insang.

Bagian badan tertutup oleh 6 ruas, yang satu sama lainnya dihubungkan oleh selaput tipis. Ada lima pasang kaki renang (pleopoda) yang melekat pada ruas pertama sampai dengan ruas kelima. Sedangkan pada ruas keenam, kaki renang mengalami perubahan bentuk menjadi ekor kipas (uropoda). Di antara ekor kipas terdapat ekor yang meruncing pada bagian ujungnya yang disebut telson. Organ dalam yang bisa diamati adalah usus (intestine) yang bermuara pada anus yang terletak pada ujung ruas keenam.

Udang jantan dan udang betina dapat dibedakan dengan melihat alat kelamin luarnya. Alat kelamin jantan disebut petasma, yang terdapat pada kaki renang pertama (Pratiwi, 2018). Sedangkan lubang saluran kelaminnya (gonophore) terletak diantara pangkal kaki jalan ketiga. Gonad yang merupakan organ reproduksi primer, terletak di dalam bagian kepala dada. Sedangkan, alat reproduksi betina pada udang disebut thelycum, yang letaknya berada di antara kaki jalan keempat dan kelima. Pada udang jantan yang dewasa gonad akan menjadi testes yang berfungsi sebagai penghasil mani (sperma). Sedangkan pada udang betina gonad akan menjadi ovarium (indung telur) yang berfungsi untuk menghasilkan telur dan Ovarium yang telah matang akan meluas sampai ke ekor. Sperma yang dihasilkan oleh udang jantan pada waktu kawin akan dikeluarkan dalam kantung seperti lender yang dinamakan spermatophora (kantung sperma). Melalui petasma, spermatophora ditempatkan pada thelycum udang betina. Ketika udang betina bertelur, spermatophora akan pecah, dan sel-sel sperma akan membuahi telur di luar tubuh induknya. (Rasch & Bauer, 2016).

Beberapa sifat dan perilaku udang windu yang perlu diketahui dalam budidaya udang agar pelaksanaan pemeliharaan udang berhasil secara optimal. Udang mempunyai sifat nocturnal artinya udang aktif bergerak dan mencari makan pada suasana yang gelap atau redup (Kasmawati, 2014; Pratiwi, 2018). Bila sinar terlalu cerah udang akan diam berlindung di dasar perairan. Oleh karena itu udang perlu diberi pakan lebih banyak pada sore dan malam hari (Feng, 2018)

sedangkan saat siang yang cerah hanya sedikit pakan yang dibutuhkan. Udang windu lebih suka tinggal di dasar perairan (bentik) atau menempel pada sesuatu benda di dalam air.

Umumnya udang dan semua bangsa krustasea bersifat kanibal, yaitu memangsa sesama jenis yang lebih lemah kondisinya (Ardina *et al.*, 2021), misalnya udang yang sedang dalam proses ganti kulit seringkali dimakan oleh udang lain. Udang berukuran lebih kecil dimakan oleh udang besar terutama bila dalam keadaan kurang makan (Nurhasan, 2015). Udang berganti kulit secara periodik (Promwikorn *et al.*, 2004). Pada proses ganti kulit badan udang berkesempatan untuk bertumbuh besar secara nyata. Udang muda lebih sering ganti kulit ketimbang udang tua sehingga udang muda lebih cepat tumbuh ketimbang yang tua.

Udang merupakan organisme yang aktif mencari makan pada malam hari (nocturnal) (Kamaruddin *et al.*, 2016). Jenis makannya sangat bervariasi tergantung pada tingkatan umur udang. Pada stadia benih, makanan utamanya adalah plankton (fitoplankton dan zooplankton). Udang dewasa menyukai daging binatang lunak atau molusca (kerang, tiram, siput), cacing, annelida yaitu cacing *Polychaeta*, dan *Crustacea*. Dalam usaha budidaya, udang mendapatkan makanan alami yang tumbuh ditambak, yaitu klekap, lumut, plankton, dan benthos. Udang akan bersifat kanibal bila kekurangan makanan. Pada siang hari, udang hanya membenamkan diri pada lumpur maupun menempelkan diri pada sesuatu benda yang terbenam dalam air. Apabila keadaan lingkungan tambak cukup baik, udang jarang sekali menampakkan diri pada siang hari. Apabila pada suatu tambak udang tampak aktif bergerak di waktu siang hari, hal tersebut merupakan tanda bahwa ada yang tidak sesuai. Ketidaksesuaian ini disebabkan oleh jumlah makanan yang kurang, kadar garam meningkat, suhu meningkat, kadar oksigen menurun, ataupun karena timbulnya senyawa-senyawa beracun (Agung, 2007).

Pada waktu masih benih, udang bersifat *euryhaline* yang sangat tahan terhadap fluktuasi kadar garam. Oleh sebab itu udang windu dapat dipelihara di tambak dengan kadar garam bervariasi (Rahi *et al.*, 2021). Dari kisaran salinitas 3 – 5 promil di tambak yang jauh dari laut hingga dalam tambak dekat laut berkadar salinitas 20 – 30 promil. Di tambak yang berair dangkal daya tahan terhadap guncangan suhu juga cukup besar. Di malam hari suhu dapat mencapai 22 °C atau dibawah 25 °C namun di siang hari terutama musim kemarau mungkin suhu sering mencapai 31 °C. Meskipun demikian udang windu tetap dapat tumbuh dengan cukup baik (Tantulo & Fotedar, 2006).

Pasokan pakan yang nutriennya cukup merupakan faktor penting bagi pertumbuhan dan kelangsungan hidup larva sampai menjadi benih (Kamaruddin *et al.*, 2016). Makanan alami merupakan makanan utama dan pertama yang harus diberikan kepada larva dalam suatu kegiatan pembenihan. Salah satu pakan alami yang sering diberikan dalam pembenihan udang adalah rotifera. Rotifera telah digunakan secara luas sebagai pakan larva udang dan ikan. Udang bersifat omnivora, juga pemakan detritus dan sisa-sisa organik lainnya, baik nabati maupun hewani. Berdasarkan penelitian, di alam udang memang mempunyai sifat pemakan segala. Kalau diperhatikan makanan udang windu dapat berbeda-beda berdasarkan ukuran dan tingkatan dari udang itu sendiri, yaitu:

1. Stadia Nauplius, belum memerlukan makanan dari luar, karena masih mempunyai kantong kuning telur
2. Stadia Zoea, sudah mulai memakan plankton, karena saluran makanan telah berkembang sempurna.
3. Stadia Mysis, mulai menggemari makan zooplankton dan mulai bersifat karnivor.
4. Stadia Post larva, sifatnya sudah mulai senang tinggal di dasar media tempat hidupnya dan masih senang memakan detritus serta sisa-sisa mikroorganisme yang terdapat di dasar perairan. Di alam umumnya udang aktif bergerak mencari makan pada malam hari, oleh karena itu udang dimasukkan dalam kelompok hewan nokturnal.

Dalam pemeliharaannya, larva diberi pakan alami berupa fitoplankton (*Skeletonema* sp.), zooplankton (*Artemia* sp.) dan pakan buatan. Jenis pakan harus disesuaikan dengan usia larva. Pakan yang diberikan harus sesuai dengan ukuran mulut larva. Larva atau benur akan dipelihara hingga stadia post larva 12 (PL 12). Larva akan mengalami beberapa fase hingga saatnya dipanen yaitu : fase nauplius, zoea 1 sampai zoea 3, dan fase post larva 1 sampai post larva 12. Selama pemeliharaan larva, perlu diberi perlakuan khusus agar larva dapat berkembang dengan baik. Pada stadia nauplius, larva tidak memerlukan asupan energi atau makanan dari luar karena masih memiliki kantong kuning telur yang dapat digunakan sebagai sumber makanannya. Pada saat stadia zoea, larva sudah mulai memerlukan pakan karena pada saat fase tersebut saluran pencernaan pada larva telah terbentuk sempurna dan terus bertambah hingga menjadi udang windu dewasa.

Pakan mempengaruhi proses pertumbuhan atau perkembangan larva. Selama larva dalam masa pemeliharaan (zoea sampai post larva 12), larva diberi

pakan alami dan pakan buatan. Pakan larva udang windu selama berada dibak pemeliharaan adalah sebagai berikut: Pakan alami merupakan pakan berupa fitoplankton (*Skeletonema* sp.) dan zooplankton (*Artemia* sp.). *Skeletonema* sp merupakan pakan yang akan terus diberikan mulai stadia zoea hingga stadia larva mysis post larva (mulai dari zoea sampai MPL).

Pakan buatan merupakan pakan pendukung (tambahan) yang digunakan agar larva tetap berada pada nutrisi yang cukup. Pakan buatan juga harus rutin diberikan kepada larva hingga waktu pemanenan. Jenis pakan buatan yang digunakan adalah Flakes, Frippak, ZM, dan MPL. Sebelum diberikan ke larva, pakan buatan harus dihancurkan terlebih dahulu menggunakan saringan pakan, kemudian ditebar ke seluruh bagian bak pemeliharaan agar pakan buatan dapat secara merata dikonsumsi oleh semua larva yang tersebar didalam bak. Pakan buatan akan selalu diberikan bersamaan dengan pakan alami. Komposisi dan jenis pakan buatan akan berubah pada setiap stadia larva. Semakin naik fase larva maka jumlah pakan buatan pada setiap jenisnya akan bertambah. 2.

2. Sistem Pertahanan Tubuh Udang Windu *P. monodon*

Sistem kekebalan udang pada awal kehidupan mengalami perubahan yang cepat dan menjadi lebih sempurna pada saat berkembang menjadi udang dewasa, Untuk pertahanan dan perlindungan terhadap patogen, udang windu bergantung pada sistem kekebalan tubuh bawaannya. Udang windu tidak memiliki sistem kekebalan adaptif sehingga sangat bergantung pada respon imun bawaan seluler dan humoralnya untuk mempertahankan diri dari serangan mikroba (Little *et al.*, 2005). Sistem imun bawaan udang windu terdiri dari respon imun seluler dan humoral yang berinteraksi untuk mengenali dan menghilangkan mikroorganisme yang menyerang. Hemosit dalam udang memainkan peran penting dalam respon imun bawaan terhadap patogen (Sun *et al.*, 2020).

Dikenal tiga jenis hemosit yaitu hialinosit, semi-granulosit dan granulosit. Masing-masing sel hemosit tersebut memiliki fungsi yang berbeda. Beberapa fungsi kekebalan tubuh telah dilaporkan untuk berbagai jenis hemosit berdasarkan pengamatan mikroskop seperti koagulasi (hialinosit dan semi-granulosit) (Hideaki *et al.*, 1993), enkapsulasi (semi-granulosit), dan penyimpanan dan pelepasan sistem proPO (semi-granulosit dan granulosit).

3. Respon imun seluler

Respon seluler pada udang windu merujuk pada mekanisme pertahanan tubuh udang windu yang melibatkan sel-sel darah putih atau haemosit. Sel

kekebalan udang yang disebut hemosit memainkan peran penting dalam mengenali dan menghilangkan patogen. Hemosit dapat menelan dan menghancurkan mikroba yang menyerang melalui fagositosis. Respon imun seluler sebagian besar terjadi pada hemosit, yang mengenali komponen pada sel mikroorganisme melalui protein pengenalan pola (PRP) dan memicu serangkaian respons imun seperti fagositosis, nodulasi, dan enkapsulasi (Havanapan *et al.*, 2016).

Respon seluler pada udang windu dapat dipicu oleh beberapa faktor seperti, patogen, imunostimulan, dan protein. Keberadaan patogen seperti bakteri, virus, atau parasit dalam tubuh udang windu dapat memicu respon seluler sebagai mekanisme pertahanan tubuh untuk melawan infeksi. Pemberian imunostimulan dalam pakan udang windu dapat merangsang respon seluler. Imunostimulan adalah zat atau bahan yang dapat meningkatkan aktivitas sistem kekebalan tubuh, termasuk respon seluler. Keberadaan protein membrane imunogenik seperti MP38 *Zoothamnium penaei* dapat memicu respon seluler pada udang windu.

Faktor lingkungan seperti stres, kualitas air, suhu, dan pakan dapat mempengaruhi respon imun seluler udang windu. Kondisi pemeliharaan dengan kepadatan tinggi, kualitas air yang buruk, dan infeksi penyakit dapat menyebabkan stres pada udang windu, yang dapat memengaruhi sistem kekebalan tubuh dan respons imun seluler udang windu, kualitas air yang buruk, seperti kadar oksigen terlarut yang rendah, kadar amonia atau nitrit yang tinggi, dan salinitas tinggi, dapat berdampak negatif terhadap kesehatan udang windu dan melemahkan sistem kekebalan tubuh mereka, yang dapat mempengaruhi respons imun selulernya (Chaiyapechara *et al.*, 2022). Suhu merupakan faktor lingkungan penting yang dapat mempengaruhi sistem kekebalan tubuh dan respon imun seluler udang windu. Suhu rendah dapat menekan sistem kekebalan tubuh, sementara suhu tinggi dapat meningkatkan kerentanan udang terhadap infeksi. Selain faktor lingkungan tersebut, jenis dan kualitas pakan yang diberikan kepada udang windu juga dapat mempengaruhi sistem kekebalan tubuh dan respons imun seluler mereka. Misalnya, memberi makan udang windu dengan diet yang mengandung imunostimulan dapat meningkatkan respons kekebalan tubuh mereka.

4. Respon imun humoral

Udang windu memiliki respons humoral yang mencakup peptida antimikroba dan melanisasi. Respon imun humoral pada udang windu tergantung pada faktor imun seperti prophenoloxidase (proPO) dan lektin. Lektin adalah jenis

protein yang dapat mengikat karbohidrat pada permukaan patogen, dan lektin telah ditemukan berperan dalam respon imun humoral udang windu. Lektin terlibat dalam pengenalan dan pengikatan patogen yang mengaktifkan respon imun humoral. Lektin memainkan peran dalam non-pengenalan diri patogen pada krustase (Sun *et al.*, 2020). Lektin bekerjasama dengan prophenoloxidase untuk mengaktifkan dan mengatur respon imun humoral dan beberapa lektin pada krustase memiliki aktifitas antibakteri, yang dapat membantu melindungi terhadap infeksi bakteri.

Respon imun humoral ditemukan pada hemolim seperti system prophenoloxidase (proPO), system pembekuan darah dan peptide antimikroba (AMPs). AMP adalah protein kecil yang secara langsung dapat membunuh atau menghambat pertumbuhan patogen. Udang windu mengekspresikan beragam jenis AMP dengan aktivitas antimikroba spektrum luas (Sun *et al.*, 2020).

Pertahanan terhadap patogen infeksius dimulai dengan respons humoral yang bergantung pada repertoar reseptor yang dikodekan garis kuman, yang dikenal sebagai Pattern Recognition Receptors (PRRs). Faktot-faktor yang dapat mempengaruhi respon humoral udang windu seperti faktor spesifik gender: Lipoprotein spesifik betina (LPII atau Vg) terjadi terutama pada krustasea betina dewasa, termasuk udang windu. Lipopolisakarida bakteri yang berbeda dapat memodulasi tingkat kekebalan pada udang windu, termasuk respon imun humoral. Lipopolisakarida ini dapat digunakan untuk meningkatkan kelangsungan hidup udang (Banerjee *et al.*, 2015; Supungul *et al.*, 2004).

5. Mikroalga

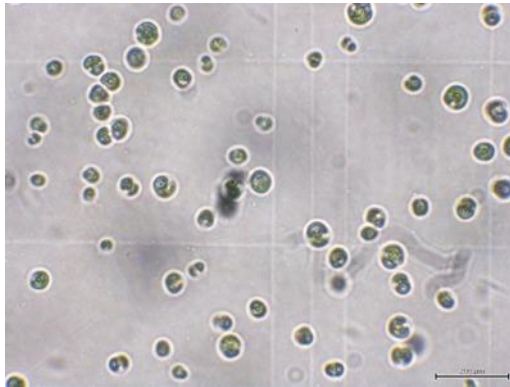
Mikroalga atau mikrofit adalah mikroorganisme fotosintesis uniseluler, yang hidup di lingkungan salin atau air tawar, yang mengubah sinar matahari, air, dan karbon dioksida menjadi biomassa alga (Ruane *et al.*, 2010). Mikroalga memiliki ciri-ciri sebagai berikut: uniseluler, hidupnya mengapung atau melayang di laut, berukuran sangat kecil dan tidak dapat dilihat oleh mata secara langsung karena berukuran sangat kecil, sekitar 13-30 μm . Di dunia mikrobial, mikroalga termasuk eukariotik, umumnya bersifat fotosintetik dengan pigmen fotosintetik hijau (klorofil), coklat (fikosantin), biru kehijauan (fikobilin), dan merah (fikoeritrin). Tidak seperti tanaman tingkat tinggi, mikroalga tidak memiliki akar, batang, atau daun. Mikroalga merupakan tumbuhan thalus yang berklorofil dan mempunyai pigmen tumbuhan yang dapat menyerap cahaya matahari melalui proses fotosintesis. Hidup di air tawar, payau, laut dan hidup secara terestrial, epifit, dan epizoic.

Dewasa ini mikroalga telah banyak dimanfaatkan untuk berbagai keperluan manusia antara lain bidang: bidang perikanan, industri farmasi dan makanan suplemen, pengolahan limbah logam berat, sumber energi alternatif biodiesel. Mikroalga telah ditemukan memiliki peran potensial dalam mencegah penyakit. Mikroalga dapat berfungsi sebagai imunostimulan, antibakteri, antivirus (Khumaidi, 2016). Mikroalga dapat digunakan sebagai imunostimulan yang mampu meningkatkan sistem imun ikan dengan baik untuk menanggulangi serangan VNN. Mikroalga dan bakteri hidup berdampingan dalam ekosistem perairan. Kedua mikroorganisme ini sangat berbeda dalam hal evolusi namun keduanya saling berinteraksi (Natrah, Kenmegne, *et al.*, 2011). Interaksi antara keduanya dicapai melalui sistem *Quorum sensing* (QS). QS merupakan komunikasi di antara sel-sel bakteri melalui produksi, pelepasan, dan deteksi molekul sinyal kecil (Falaise *et al.*, 2016; Jayaraman & Wood, 2008). Oleh karena itu, QS adalah target terapi potensial, dimana penghambatan komunikasi antar sel bakteri bisa menjadi strategi yang menjanjikan untuk menekan virulensi bakteri, sehingga mengendalikan infeksi. Dengan cara ini, intervensi *Quorum sensing* oleh mikroalga dapat menawarkan peluang yang menarik untuk metode pencegahan penyakit dalam industri budidaya udang. Beberapa spesies mikroalga telah diselidiki potensinya sebagai produk bernilai tambah dengan kualitas farmakologis dan biologis yang luar biasa adalah *Porphyridium sp.*

B. *Porphyridium aerugineum*

Porphyridium aerugineum cukup menarik karena memiliki kandungan lipid yang tinggi, yang dapat diubah menjadi biodiesel atau digunakan dalam suplemen nutrisi. Penelitian telah menunjukkan bahwa ekstrak dari *Porphyridium* memiliki sifat antioksidan, yang dapat bermamfaat untuk kesehatan. Toleransi terhadap stress: *P. aerugineum* dikenal karena kemampuannya untuk bertahan terhadap berbagai faktor stres lingkungan, seperti salinitas tinggi, suhu ekstrim, dan logam berat. Kemampuan adaptasinya menjadikannya organisme model yang berguna untuk mempelajari respon terhadap stres pada alga. Dalam beberapa kasus, penyebaran *P. aerugineum* dalam ekosistem perairan dapat menyebabkan ledakan alga berbahaya, yang dapat mempengaruhi kualitas air dan kehidupan akuatik secara negative. Secara keseluruhan, *P. aerugineum* adalah spesies mikroalga yang serbaguna dengan aplikasi bioteknologi yang menjanjikan dengan menjadi subjek penelitian terus menerus dalam berbagai bidang (Gambar 1). Klasifikasi *Porphyridium sp* menurut Vonshak (1988) adalah sebagai berikut :

Kingdom : Protista
Filum : Rhodophyta
Kelas : Bangiophycidae
Ordo : Porphyridiales
Famili : Porphyridiaceae
Genus : *Porphyridium*
Species : *Porphyridium aerugineum*



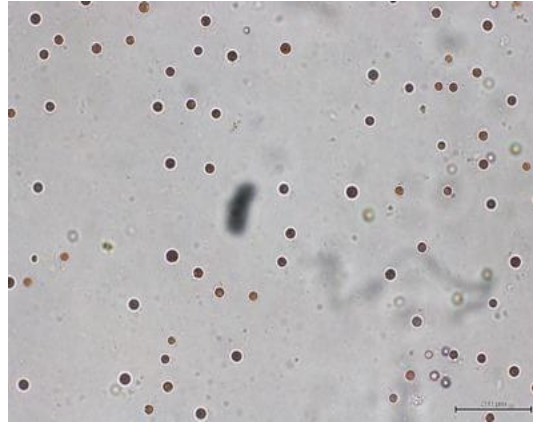
Gambar 1. *Porphyridium aerugineum* (Pembesaran 40x)

C. *Porphyridium* sp.

Porphyridium sp. adalah salah satu jenis mikroalga yang menarik perhatian dalam berbagai penelitian karena memiliki beragam potensi aplikasi. Jenis mikroalga ini hidup bebas atau berkoloni yang terikat dalam lendir (Gambar 1).

Klasifikasi *Porphyridium* sp menurut Vonshak (1988) adalah sebagai berikut :

Kingdom : Protista
Filum: Rhodophyta
Kelas: Bangiophycidae
Ordo : Porphyridiales
Famili: Porphyridiaceae
Genus : *Porphyridium*
Species: *Porphyridium* sp



Gambar 2. *Porphyridium sp* (Pembesaran 40x)

Pemberian nama alga merah untuk *Porphyridium sp*. didasarkan atas kelebihan dan dominasi dari pigmen merah r(red)-fikoeritrin dan r(red)-fikosianin yang dimilikinya. Jenis klorofil yang dimilikinya adalah klorofil a sedangkan klorofil b tidak ada dan diganti dengan klorofil d. Pigmen merah menutupi warna dari pigmen fotosintesis lainnya. Pigmen r-fikoeritrin, r-fikosianin, dan allofikosianin terkandung dalam fikobillin dari alga merah. Fikobillin berperan penting dalam fotosintesis sebagai pigmen penerima cahaya terutama pada fotosistem II (PSII) dalam phycobillosome (Arylza, 2005).

Sel *Porphyridium sp*. berbentuk bulat dengan diameter 4 - 9 μm . Struktur selnya terdiri dari sebuah nukleus (inti), kloroplas, badan golgi, mitokondria, pati dan vesikel. Setiap sel memiliki kloroplas dengan pirenoid di tengahnya. *Porphyridium* dapat hidup di berbagai habitat alam seperti air laut, air tawar, maupun pada permukaan tanah yang lembab dan membentuk lapisan kemerah-merahan yang sangat menarik. Habitat asli dari *Porphyridium sp*. diduga berasal dari laut karena dapat hidup dengan baik pada media cair maupun media padat air laut (Borowitzka, 1988). Struktur sel *Porphyridium sp*. merupakan tipe struktur sel eukariotik. Setiap sel dikelilingi oleh dinding sel yang terdiri dari dua lapisan. Lapisan bagian luar terdiri dari bahan pectic dan lapisan bagian dalam terbuat dari cellulosic microfibrils. Biomassa kering sel *Porphyridium* mengandung protein 28-39%, karbohidrat 40-57%, dan lipid 9-14% (Spolaore *et al.*, 2006).

Mikroalga ini mengandung pigmen klorofil a dan phycobiliprotein seperti fikoeritrin, yang memberikan warna merah muda hingga ungu pada selnya. Jenis rumput laut ini mengandung pigmen alami, seperti fikosianin dan fikoeritrin, yang dapat digunakan dalam industri makanan, kosmetik, dan farmasi sebagai pewarna alami, lipid: yang kaya akan asam lemak omega-3, yang memiliki potensi sebagai sumber minyak untuk produksi biodiesel atau suplemen makanan, polisakarida,

seperti agar dan karagenan, yang memiliki beragam aplikasi dalam industri makanan dan farmasi sebagai bahan pengental dan stabilisator. *Porphyridium* sp. memiliki aktivitas antibakteri sehingga berpotensi untuk dikembangkan sebagai sumber antimikroba (Mulders *et al.*, 2014; Razaghi *et al.*, 2014)

Porphyridium sp. memiliki potensi manfaat dalam budidaya ikan, karena dapat digunakan sebagai sumber makanan alami bagi larva ikan dan udang (Yanuhar, 2015). Mikroalga *Porphyridium* sp. memiliki kandungan nutrisi yang kaya, termasuk protein sebanyak 56% dalam kondisi kering (Safi *et al.*, 2013). Selain itu, mikroalga ini juga mengandung berbagai asam lemak tak jenuh seperti EPA, DHA, dan AA (Li-Beisson & Nakamura, 2016), serta berbagai jenis vitamin seperti A, B, B1, B2, B6, B12, C, E, nikotinat, biotin, asam folat, dan asam pantotenat yang berfungsi sebagai antioksidan (Tannin-Spitz *et al.*, 2005).

Tingginya kandungan nutrisi yang dimiliki oleh mikroalga *Porphyridium* sp. sehingga mikroalga ini banyak digunakan sebagai sumber makanan alami bagi larva ikan dan udang. Selain sebagai sumber pakan, mikroalga ini juga telah dikembangkan sebagai obat anti kanker dan anti inflamasi (Patil, V. *et al.*, 2007), antibakteri dan anti fungi (Falaise *et al.*, 2016), dan produksi biogas (Mudimu *et al.*, 2014), serta dapat digunakan sebagai bahan baku untuk produksi biodiesel (Mata *et al.*, 2010). Mikroalga *Porphyridium* sp. memiliki peran sebagai immunostimulan, yang berarti dapat merangsang sistem kekebalan tubuh (Adawiyah *et al.*, 2020). Pemanfaatan *Porphyridium* sp. untuk budidaya perikanan masih terbatas dilaporkan. Namun demikian, penelitian telah dilakukan untuk menguji aktivitas antibakteri dari senyawa bioaktif ekstrak *Porphyridium cruentum* terhadap bakteri *Vibrio harveyi*. Mekanisme kerja *Porphyridium* sp. sebagai antibakteri adalah dengan menghambat pertumbuhan bakteri dengan cara mengganggu metabolisme dan sintesis protein bakteri (Nida Khafiyah, 2022), mengganggu membran sel bakteri sehingga menyebabkan kematian bakteri (Kusmiyati & Agustini, 2006), dan menghambat pembentukan biofilm yang merupakan salah satu cara bakteri untuk melindungi diri dari agen antimikroba. Namun, informasi lebih lanjut mengenai senyawa bioaktif spesifik yang bertanggung jawab atas aktivitas antibakteri masih perlu diteliti lebih lanjut. Dalam penelitian lainnya, *Porphyridium cruentum* juga telah terbukti memiliki kemampuan tumbuh dan memproduksi ekstraseluler polisakarida secara bersamaan yang memiliki aktifitas antibakteri. Penelitian sebelumnya melaporkan bahwa udang yang diberi pakan komersial yang diperkaya dengan ekstrak *Porphyridium* sp mampu meningkatkan kelangsungan hidup udang windu sampai 19,04% (Kadriah *et al.*, 2020).

D. *Vibrio parahaemolyticus*

Vibrio parahaemolyticus adalah bakteri Gram-negatif yang melengkung atau berbentuk lurus, dengan diameter 0,5 hingga 1 µm, anaerobik fakultatif, tidak membentuk spora, pleomorfik, dan motil dengan flagel polar tunggal. *V. parahaemolyticus* biasanya ditemukan dalam keadaan berenang bebas; dimana motilitasnya merupakan hasil dari pergerakan flagel yang menempel pada kutub tunggal. Bakteri *V. parahaemolyticus* menempel pada permukaan yang lembab dan hidup termasuk zooplankton, ikan, kerang atau materi tersuspensi apa pun di bawah air (Gode-Potratz *et al.*, 2011). Klasifikasi *V. parahaemolyticus* tergantung pada sifat antigenik antigen somatik (O) dan kapsuler (K) yang diproduksi dalam berbagai kondisi lingkungan (Nair *et al.*, 2007). *Vibrio parahaemolyticus* termasuk dalam kerajaan Bacteria, filum Proteobacteria, kelas Gammaproteobacteria, ordo Vibrionales, famili Vibrionaceae, genus *Vibrio*. Nama spesiesnya adalah *Vibrio parahaemolyticus*.

Klasifikasi Parahaemolyticus

Kerajaan: Bakteri

Filum: Proteobacteria

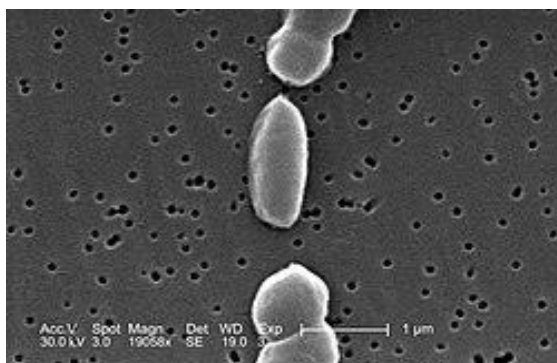
Kelas: Gammaproteobacteria

Ordo: Vibrionales

Famili: Vibrionaceae

Genus: *Vibrio*

Spesies: *V. parahaemolyticus*



Gambar 3. *V. parahaemolyticus* (Fujino *et al.*, 1951)

V. parahaemolyticus dapat menyebabkan penyakit pada udang dengan menyerang sistem pencernaan udang (Letchumanan *et al.*, 2014). Bakteri *Vibrio* dapat menyerang larva udang paling cepat 1-3 hari setelah budidaya, sehingga larva rentan terhadap penyakit. Untuk mencegah infeksi *V. parahaemolyticus* pada udang, pemantauan rutin terhadap populasi bakteri pada udang diperlukan, terutama pada tahap awal siklus hidup udang.

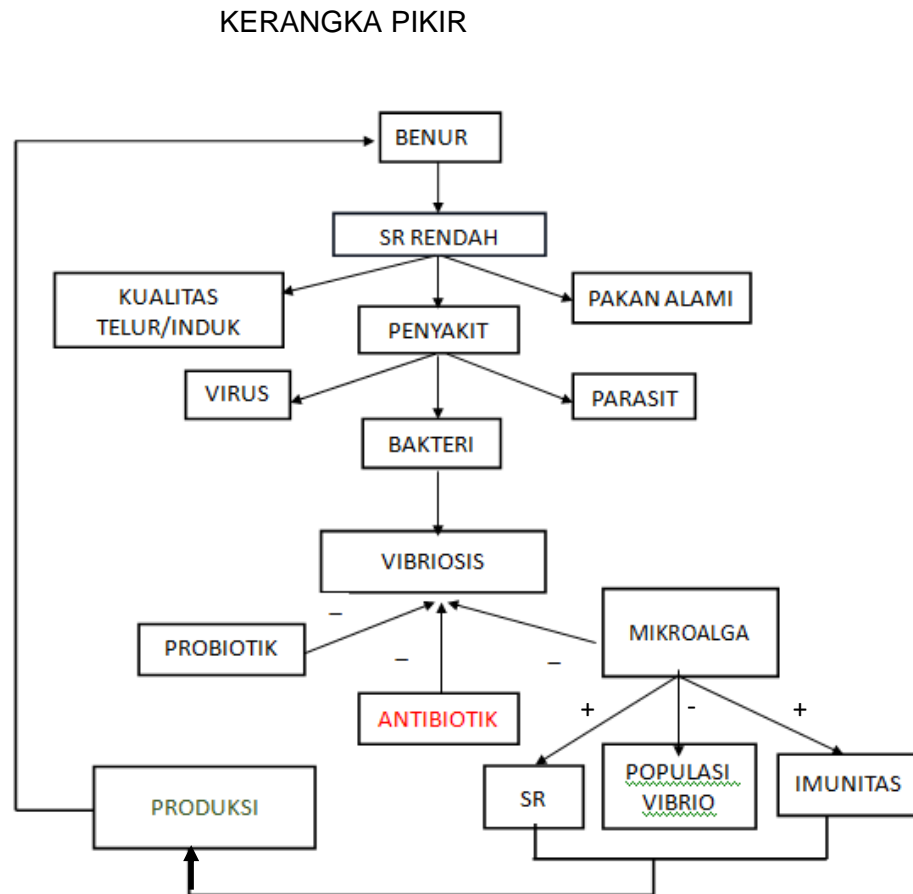
Ada beberapa jenis bakteri *Vibrio* yang biasa menyerang udang, antara lain *V. harveyi*, *V. parahaemolyticus*, *V. alginolyticus*, *V. vulnificus*, *V. anguillarum*, dan *V. fluvialis*. Bakteri ini adalah anaerob gram negatif dan fakultatif, yang berarti mereka dapat bertahan hidup di lingkungan aerobik dan anaerobik. *V. parahaemolyticus* adalah salah satu jenis bakteri *Vibrio* yang paling agresif dan diketahui menyebabkan Penyakit Nekrosis Hepatopancreatic Akut (AHPND) atau Early Mortality Syndrome (EMS) pada udang. *V. parahaemolyticus* adalah jenis lain dari bakteri *Vibrio* yang dapat menyebabkan gastroenteritis pada manusia yang mengonsumsi makanan laut yang terkontaminasi. Penting bagi petambak udang untuk menyadari berbagai jenis bakteri *Vibrio* yang dapat mempengaruhi udang mereka dan mengambil tindakan yang tepat untuk mencegah penyebarannya

E. Mekanisme Quorum sensing

Quorum sensing (QS) adalah sistem komunikasi antar sel bakteri sejenis atau berbeda jenis yang bertujuan untuk mengaktifkan ekspresi suatu gen tertentu oleh bakteri yang bersangkutan. Dalam mekanisme ini bakteri akan mengekresikan suatu molekul ke lingkungannya yang kemudian akan menjadi sinyal bagi bakteri itu sendiri dan bakteri lain (Rutherford & Bassler, 2012). Secara umum, ada tiga jenis mekanisme *Quorum sensing*, yaitu: (1) Acylated Homoserine Lactones (AHLs) sebagai media *Quorum sensing* pada bakteri Gram negatif; (2) peptida sebagai media kuorum sensing pada bakteri Gram positif; (3) tipe *Quorum sensing* dari *Vibrio harveyi* (Zhang *et al.*, 2021).

Pada pengujian skala laboratorium tahun tahun 2018, hasil pengujian secara *In-Vivo* menunjukkan persentase kelangsungan hidup udang pada kontrol hanya mencapai 46%. Sedangkan pada perlakuan dengan Aplikasi *wholecell* mikroalga *Nannochloropsis* dan *Porphyridium* sp. kelangsungan hidup udang mencapai 90 – 95% (Kadriah & Nurbaya, 2019). Berdasarkan hasil penelitian skala Laboratorium pada tahun 2019 dan 2020 dapat diketahui bahwa pemberian mikroalga *P. aeruginosum* dan *Porphyridium* sp baik dalam bentuk *wholecell* dapat menekan pertumbuhan bakteri *Vibrio* patogen secara *InVivo*.

F. Kerangka Pikir Penelitian



Gambar 4. Kerangka pikir penelitian

Pencegahan vibriosis dapat dilakukan dengan menggunakan probiotik, antibiotik dan mikroalga yang dalam kerangka pikir ditandai dengan pemberian symbol (-). Akan tetapi penggunaan antibiotik saat ini sudah tidak disarankan dan tidak diperbolehkan lagi karena bersifat resisten dan tidak ramah lingkungan. Pemberian mikroalga selain dapat mencegah terjadinya vibriosis dengan menekan pertumbuhan populasi bakteri vibrio juga dapat meningkatkan kelangsungan hidup dan imunitas udang yang ditandai dengan symbol (+) pada kerangka pikir.

G. Hipotesis

Mikroalga jenis *Porphyridium aerugineum* dan *Porphyridium* sp. dapat menghambat pertumbuhan bakteri *Vibrio* patogen dan dapat meningkatkan kelangsungan hidup larva udang windu di hatcheri.