

# ISOLASI BAKTERI INDIGENUS ASAL SALURAN PENCERNAAN UDANG SEBAGAI PENGHAMBAT *Vibrio* *parahaemolyticus* PADA *Litopenaeus vannamei*

METHODIUS DIGNA KURNIA



PROGRAM STUDI MIKROBIOLOGI  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
INSTITUT PERTANIAN BOGOR  
BOGOR  
2025

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
    - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
    - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
  2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University  
— Bogor Indonesia —

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Perpustakaan IPB University

## PERNYATAAN MENGENAI TESIS DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis dengan judul “Isolasi Bakteri Indigenus Asal Saluran Pencernaan Udang Sebagai Penghambat *Vibrio parahaemolyticus* pada *Litopenaeus vannamei* ” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam daftar pustaka di bagian akhir tesis ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, November 2025

Methodius Digna Kurnia  
G3501231014

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
    - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
    - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
  2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



## RINGKASAN

METHODIUS DIGNA KURNIA. Isolasi Bakteri Indigenus asal Saluran Pencernaan Udang sebagai Penghambat *Vibrio parahaemolyticus* pada *Litopenaeus vannamei*. Dibimbing oleh IMAN RUSMANA. RIFKY RIZKIANANTINO.

Udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) merupakan komoditas perikanan yang memiliki nilai ekonomis tinggi, rasa yang enak, dan bernutrisi. Penurunan produksi udang sejak tahun 2013 dipengaruhi oleh beberapa faktor, salah satunya serangan *Vibrio* spp yang menyebabkan vibriosis. Penyakit *Acute Hepatopancreatic Necrosis Diseases* (AHPND) atau *Early Mortality Syndrom* (EMS) merupakan penyakit yang umumnya disebabkan oleh *Vibrio parahaemolyticus* dan menyebabkan kematian yang masif dan signifikan. Pengobatan AHPND menggunakan antibiotika menimbulkan berbagai macam masalah seperti peningkatan resistansi patogen dan residu antibiotika yang tertinggal pada udang dapat menyebabkan masalah kesehatan dan penolakan produk ekspor di negara tujuan. Probiotik dimanfaatkan sebagai pengganti antibiotika yang efektif dalam menekan AHPND. Penelitian ini bertujuan mengeksplorasi kandidat probiotik sebagai agen biokontrol yang memiliki kemampuan menghambat *Vibrio parahaemolyticus* penyebab AHPND dan mengaplikasikannya pada *Litopenaeus vannamei* yang ditantang patogen tersebut.

Isolasi dan penapisan kandidat probiotik dilakukan pada tahap awal. Uji keamanan kandidat probiotik dilakukan dengan mengetahui aktivitas hemolitik pada 5% *Sheep Blood Agar* dan resistansinya terhadap antibiotika. Kandidat probiotik yang lolos uji keamanan diuji kemampuannya dalam auto-agregasi dan ko-agregasi. Stabilitas senyawa antibakteri diuji menggunakan enzim proteolitik, selain itu stabilitasnya terhadap pH dan suhu juga dilakukan. Uji ko-kultur kandidat probiotik dilakukan dengan *V. parahaemolyticus* untuk menentukan dosis dalam aplikasi terhadap udang vaname. Kandidat probiotik terpilih diidentifikasi berdasarkan gen 16s rRNA yang selanjutnya dianalisis *Whole Genome Sequencing* berikut dengan anotasi gen-gen yang terlibat terhadap kemampuannya sebagai probiotik. Uji tantang kandidat probiotik terhadap *V. parahaemolyticus* pada udang vaname dilakukan dengan mensuplementasikannya ke dalam pakan. Sintasan udang vaname diamati diakhir percobaan untuk mengetahui efektivitasnya dalam menekan mortalitas. Data pada uji tantang didukung dengan pemeriksaan histopatologi hepatopankreas dan analisis ekspresi gen terkait imunitas udang vaname.

Total 110 isolat berhasil diisolasi dengan 18 isolat memiliki aktivitas antibakteri terhadap *V. parahaemolyticus*. Terdapat satu isolat dengan aktivitas antibakteri tertinggi dengan kode isolat PM8 dengan luas zona hambat 17 mm dengan indeks penghambatan 1,8. Uji keamanan menunjukkan isolat PM8 bersifat  $\alpha$ -hemolisis dan sensitif terhadap oksitetrasiklin, tetrasiklin, enrofloxasin, dan eritromisin. Persentase auto-agregasi dan ko-agregasi pada 24 jam inkubasi masing-masing sebesar 67,2% dan 56,6%. Uji stabilitas senyawa antibakteri menunjukkan kestabilannya pada pH 2–9, suhu 40°C–60°C, dan paparan enzim proteolitik. Hasil uji ko-kultur menunjukkan rasio inokulum 1:10 memberikan presentase penghambatan tertinggi, yaitu sebesar 95,3%. Isolat PM8 berhasil diidentifikasi sebagai *Bacillus stercoris* dengan nilai ANI 98,1%, Total genom *B. stercoris* yaitu



4,3 Mb dengan total CDS 4.318, GC content 43%, tRNA 51, tmRNA 1, rRNA 2, serta total gen keseluruhan 4.372. Anotasi gen-gen fungsional menunjukkan *B. stercoris* memiliki gen *Subtilisin*, *Bacilysin*, *Surfactin*, *Quorum sensing*, *Biofilm surface layer protein*, *Amyloid fiber anchoring*, *Signal peptidase*, *Biofilm matrix protein*, *Exopolysaccharides*, dan *Quorum quenching lactonase* yang menunjukkan perannya dalam menghambat *V. parahaemolyticus*. Ujiantang *B. stercoris* terhadap *V. parahaemolyticus* pada udang vaname menunjukkan dosis  $10^5$  CFU g<sup>-1</sup> mampu meningkatkan sintasan hampir 2 kali lipat dibanding kontrol positif. Pemeriksaan histopatologi menunjukkan derajat keparahan yang lebih ringan pada perlakuan *B. stercoris* dibandingkan dengan kontrol positif. Hal ini didukung dengan ekspresi gen terkait imunitas yang menunjukkan peningkatan ekspresi *hemocyanin*, *prophenoloxidase*, dan *anti-lipopolysaccharide factor* pada perlakuan *B. stercoris* dibandingkan dengan kontrol. *B. stercoris* terbukti efektif digunakan sebagai probiotik dalam menghambat *V. parahaemolyticus* penyebab AHPND dalam meningkatkan sintasan udang vaname.

Kata kunci: AHPND, *Bacillus stercoris*, Probiotik, Budidaya udang

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
    - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
    - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
  2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



## SUMMARY

METHODIUS DIGNA KURNIA. Isolation of Indigenous Bacteria from the Digestive Tract of Shrimp as an Inhibitor of *Vibrio parahaemolyticus* in *Litopenaeus vannamei*. Supervised by IMAN RUSMANA and RIFKY RIZKIANANTINO.

The Pacific whiteleg shrimp (*Litopenaeus vannamei*) is a high-value aquaculture commodity known for its desirable taste and nutritional profile. However, shrimp production has declined since 2013 due to several factors, including infections by *Vibrio* spp., which lead to vibriosis. Acute Hepatopancreatic Necrosis Disease (AHPND), also referred to as Early Mortality Syndrome (EMS), is predominantly caused by *Vibrio parahaemolyticus* and results in severe and widespread mortality. The use of antibiotics to treat AHPND often generates additional issues, such as the emergence of antibiotic-resistant pathogens and the presence of antibiotic residues in shrimp, which can pose health risks and lead to product rejection in export markets. Probiotics have therefore emerged as promising alternatives to antibiotics for suppressing AHPND. This study aimed to explore potential probiotic candidates as biocontrol agents capable of inhibiting AHPND-causing *V. parahaemolyticus* and to evaluate their application in *L. vannamei* challenged with the pathogen.

Isolation and preliminary screening of probiotic candidates were conducted initially. Safety assessments included evaluating hemolytic activity on 5% sheep blood agar and antibiotic susceptibility. Candidates that passed the safety tests were subsequently examined for their auto-aggregation and co-aggregation abilities. The stability of antibacterial compounds was assessed against proteolytic enzymes, as well as across various pH and temperature conditions. Co-culture assays with *V. parahaemolyticus* were performed to determine suitable doses for in vivo application. The selected probiotic candidate was identified through 16S rRNA gene sequencing, followed by whole-genome sequencing and annotation of genes associated with probiotic functions. A challenge test was carried out in which the probiotic was incorporated into shrimp feed. Shrimp survival at the end of the experiment was recorded to evaluate its effectiveness in reducing mortality. These data were complemented by hepatopancreatic histopathological analysis and immune-related gene expression profiling in *L. vannamei*.

A total of 110 isolates were obtained, of which 18 exhibited antibacterial activity against *V. parahaemolyticus*. One isolate, designated PM8, showed the strongest inhibition, producing a 17 mm inhibition zone with an inhibition index of 1.8. Safety evaluations revealed that PM8 displayed  $\alpha$ -hemolysis and was sensitive to oxytetracycline, tetracycline, enrofloxacin, and erythromycin. After 24 hours of incubation, its auto-aggregation and co-aggregation percentages were 67.2% and 56.6%, respectively. The antibacterial compound remained stable across pH 2–9, temperatures of 40–60°C, and exposure to proteolytic enzymes. Co-culture assays showed that an inoculum ratio of 1:10 produced the highest inhibition rate, reaching 95.3%. PM8 was identified as *Bacillus stercoris* with an ANI value of 98.1%. The genome of *B. stercoris* measured 4.3 Mb and contained 4,318 CDS, 43% GC content, 51 tRNAs, 1 tmRNA, 2 rRNAs, and a total of 4,372 genes. Functional annotation revealed that *B. stercoris* harbors genes encoding subtilisin, bacilysin, surfactin, quorum sensing, biofilm surface layer proteins, amyloid fiber anchoring





proteins, signal peptidases, biofilm matrix proteins, exopolysaccharides, and quorum-quenching lactonase, all of which contribute to its inhibitory activity against *V. parahaemolyticus*. In vivo challenge tests showed that supplementation of *B. stercoris* at  $10^5$  CFU g<sup>-1</sup> nearly doubled shrimp survival compared to the positive control. Histopathological examination indicated milder lesions in shrimp treated with *B. stercoris*. This was supported by increased expression of immune-related genes including hemocyanin, prophenoloxidase, and anti-lipopolysaccharide factor in the probiotic-treated group. Overall, *B. stercoris* proved to be an effective probiotic for inhibiting AHPND causing *V. parahaemolyticus* and enhancing the survival of *L. vannamei*.

**Keywords:** AHPND, *Bacillus stercoris*, Probiotic, Shrimp farming

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
    - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
    - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
  2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



## @Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.





Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2025  
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

*Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.*

*Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.*



## @Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

**ISOLASI BAKTERI INDIGENUS ASAL SALURAN  
PENCERNAAN UDANG SEBAGAI PENGHAMBAT *Vibrio*  
*parahaemolyticus* PADA *Litopenaeus vannamei***

**METHODIUS DIGNA KURNIA**

Tesis  
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar  
Magister pada  
Program Studi Mikrobiologi

**PROGRAM STUDI MIKROBIOLOGI  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
INSTITUT PERTANIAN BOGOR  
BOGOR  
2025**



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University  
— Bogor Indonesia —

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Penguji pada Ujian Tesis:

1. Prof. Dr. Munti Yuhana, S.Pi., M.Si.



Judul Tesis : Isolasi Bakteri Indigenus asal Saluran Pencernaan Udang sebagai Penghambat *Vibrio parahaemolyticus* pada *Litopenaeus vannamei*  
Nama : Methodius Digna Kurnia  
NIM : G3501231008

Disetujui oleh

Pembimbing 1:  
Prof. Dr. Ir. Iman Rusmana, M.Si.

Pembimbing 2:  
Dr. drh. Rifky Rizkiantino, M.Si., CertAqV.



Diketahui oleh

Ketua Program Studi:  
Prof. Dr. Dra. Anja Meryandini, M.S.  
NIP. 19620327 198703 2001

Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam:  
Dr. Berry Juliandi, S.Si., M.Si.  
NIP. 19780723 200701 1001



Tanggal Ujian: 14 November 2025

Tanggal Lulus:



Dokumen ini ditandatangani secara elektronik menggunakan sertifikat dari BSR-E, silahkan lakukan verifikasi pada dokumen elektronik yang dapat diunduh dengan melakukan scan QR Code



## PRAKATA

Puji Syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Kuasa karena berkat-Nya sehingga penulis telah menyelesaikan proposal penelitian ini telah diselesaikan. Penelitian ini mengusung topik tentang probiotik dalam budidaya udang vaname, dengan judul “Isolasi Bakteri Indigenus asal Saluran Pencernaan Udang sebagai Penghambat *Vibrio parahaemolyticus* pada *Litopenaeus vannamei*”. Tesis ini disusun sebagai syarat memperoleh gelar magister sains di Institut Pertanian Bogor. Terima kasih penulis ucapkan kepada pembimbing Prof. Dr. Ir. Iman Rusmana, M.Si. dan Dr. drh. Rifky Rizkiantino, M.Si., CertAqV. atas segala kerjasama, masukan, dan bimbingan yang didapatkan selama penyusunan penelitian ini. Penulis mengucapkan terima kasih kepada Prof. Dr. Munti Yuhana, S.Pi., M.Si. selaku penguji atas segala kritikan dan masukan yang membangun dalam penelitian ini. Selain itu, penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Prof. Dr. Dra. Anja Meryandini, M.S. selaku ketua prodi untuk masukan dan arahnya terkait penulisan tesis.

Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada keluarga yaitu Mamak, Bapak, Mas Nando, Mas Dona, Tesla, Mbak Yunita dan Arda atas segala dukungan yang telah diberikan. Ucapan terimakasih penulis sampaikan kepada PT. Central Proteina Prima, Tbk atas kesempatan beasiswa dan segala dukungan terhadap penelitian ini terutama Tim *Marine Research Center*, *Pond Technology*, *Animal Health Laboratory*, dan *Diseases Research Center*. Terlebih penulis mengucapkan terimakasih kepada Ir. Rubiyanto Widodo Haliman, M.B.A selaku pimpinan, guru, dan mentor penulis selama bekerja yang banyak mendukung penulis hingga sampai dititik ini. Kepada seluruh teman-teman Mikrobiologi angkatan 2023 penulis mengucapkan terima kasih atas segala dinamika selama masa perkuliahan.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, November 2025

*Methodius Digna Kurnia*

## DAFTAR ISI

|                                                                                              |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| DAFTAR TABEL                                                                                 | xiv |
| DAFTAR GAMBAR                                                                                | xiv |
| DAFTAR LAMPIRAN                                                                              | xiv |
| I PENDAHULUAN                                                                                | 1   |
| 1.1 Latar Belakang                                                                           | 1   |
| 1.2 Rumusan Masalah                                                                          | 2   |
| 1.3 Tujuan                                                                                   | 2   |
| 1.4 Manfaat                                                                                  | 2   |
| II TINJAUAN PUSTAKA                                                                          | 3   |
| 2.1 Udang Vaname ( <i>Litopenaeus vannamei</i> )                                             | 3   |
| 2.2 <i>Acute Hepatopancreatic Necrosis Diseases</i> (AHPND) pada <i>Litopenaeus vannamei</i> | 3   |
| 2.3 Probiotik pada Budidaya Udang Vaname                                                     | 5   |
| III METODE                                                                                   | 8   |
| 3.1 Waktu dan Tempat Penelitian                                                              | 8   |
| 3.2 Alur Penelitian                                                                          | 8   |
| 3.3 Alat dan Bahan                                                                           | 9   |
| 3.4 Prosedur Kerja                                                                           | 9   |
| 3.5 Analisis data                                                                            | 15  |
| IV HASIL DAN PEMBAHASAN                                                                      | 16  |
| 4.1 Isolasi dan Penapisan Kandidat Probiotik                                                 | 16  |
| 4.2 Aktivitas Antibakteri Isolat PM8                                                         | 18  |
| 4.3 Uji Keamanan Isolat PM8                                                                  | 19  |
| 4.4 Aktivitas Auto-agregasi dan Ko-agregasi Isolat PM8                                       | 19  |
| 4.5 Uji Stabilitas Senyawa Antibakteri Isolat PM8                                            | 20  |
| 4.6 Ko-kultur Isolat PM8 dengan <i>Vibrio parahaemolyticus</i>                               | 22  |
| 4.7 Identifikasi Isolat PM8                                                                  | 23  |
| 4.8 Uji Tantang <i>Bacillus stercoris</i> Terhadap <i>Vibrio parahaemolyticus</i>            | 27  |
| 4.9 Pemeriksaan Histopatologi Hepatopankreas                                                 | 28  |
| 4.10 Analisis Ekspresi Gen Terkait Imunitas                                                  | 31  |
| V SIMPULAN DAN SARAN                                                                         | 34  |
| 5.1 Simpulan                                                                                 | 34  |
| 5.2 Saran                                                                                    | 34  |
| DAFTAR PUSTAKA                                                                               | 35  |
| LAMPIRAN                                                                                     | 46  |
| RIWAYAT HIDUP                                                                                | 54  |





## DAFTAR TABEL

|   |                                                                                                                                                                                        |    |
|---|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1 | Intepretasi hasil resistansi antibiotika berdasarkan CLSI 2018                                                                                                                         | 11 |
| 2 | Penapisan kandidat probiotik penghambat <i>Vibrio parahaemolyticus</i> penyebab AHPND                                                                                                  | 16 |
| 3 | Stabilitas senyawa antibakteri isolat PM8 terhadap pH, suhu, dan enzim proteolitik (n=3)                                                                                               | 21 |
| 4 | Kemiripan isolat PM8 berdasarkan gen <i>16s rRNA</i> dengan spesies bakteri lain pada <i>GeneBank®</i> ( <a href="https://blast.ncbi.nlm.nih.gov">https://blast.ncbi.nlm.nih.gov</a> ) | 23 |
| 5 | Nilai ANI isolat PM8 dibandingkan spesies <i>Bacillus</i> lainnya                                                                                                                      | 24 |
| 6 | Anotasi gen-gen fungsioal yang terlibat dalam penghambatan <i>Vibrio parahaemolyticus</i> agen penyebab AHPND                                                                          | 26 |
| 7 | Hasil uji tantang <i>Bacillus stercoris</i> dalam menghambat <i>Vibrio parahaemolyticus</i> agen penyebab AHPND pada udang vaname                                                      | 27 |
| 8 | Derajat keparahan hepatopankreas udang vaname                                                                                                                                          | 31 |

## DAFTAR GAMBAR

|    |                                                                                                              |    |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1  | Gejala klinis udang setelah terinfeksi AHPND                                                                 | 5  |
| 2  | Diagram alir penelitian                                                                                      | 8  |
| 3  | Hasil isolasi dan penapisan kandidat probiotik.                                                              | 17 |
| 4  | Hasil uji aktivitas antibakteri <i>Vibrio parahaemolyticus</i> penyebab AHPND.                               | 18 |
| 5  | Hasil uji keamanan kandidat probiotik.                                                                       | 19 |
| 6  | Uji auto-agregasi dan ko-agregasi isolat PM8.                                                                | 20 |
| 7  | Uji ko-kultur isolat PM8 dengan <i>Vibrio parahaemolyticus</i> selama 48 jam.                                | 22 |
| 8  | Pohon filogenetik <i>Bacillus stercoris</i> (isolat PM8) dengan nomor aksesori PX218634 yang dicetak tebal). | 24 |
| 9  | Hasil <i>Whole Genome sequencing</i> isolat PM8.                                                             | 25 |
| 10 | Analisis dinamika bakteri pada media pemeliharaan udang vaname.                                              | 28 |
| 11 | Histopatologi hepatopankreas udang vaname.                                                                   | 30 |
| 12 | Hasil analisis ekspresi gen terkait imunitas udang.                                                          | 32 |

## DAFTAR LAMPIRAN

|   |                                                                               |    |
|---|-------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1 | Penapisan pandidat probiotik menggunakan metode <i>spot on lawn</i>           | 46 |
| 2 | Pewarnaan Gram sel <i>B. stercoris</i>                                        | 46 |
| 3 | Auto-agregasi dan Ko-agregasi                                                 | 46 |
| 4 | Stabilitas senyawa Antibakteri Isolat PM8                                     | 47 |
| 5 | Ko-kultur Isolat PM8 dengan <i>Vibrio parahaemolyticus</i>                    | 50 |
| 6 | Uji tantang <i>Bacillus stercoris</i> terhadap <i>Vibrio parahaemolyticus</i> | 50 |
| 7 | Gambaran udang vaname paska ditantang <i>Vibrio parahaemolyticus</i>          | 51 |

|   |                                                         |    |
|---|---------------------------------------------------------|----|
| 8 | Perhitungan nilai relatif ekspresi gen terkait imunitas | 51 |
| 9 | Surat Izin Menggunakan Undang dari Komite Etik Hewan    | 53 |

@Hak cipta milik IPB University

IPB University

