IPB University
Bogor Indonesia
@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.
IPB University
Perpustakaan IPB University

PEMANFAATAN KOMBINASI KERANG HIJAU (*Perna viridis*) DAN RUMPUT LAUT (*Gracilaria* sp.) SEBAGAI BIOREMEDIATOR AIR BUANGAN BUDIDAYA UDANG VANAME

SAGITA SHINTA PRATIWI

PROGRAM MAGISTER ILMU AKUAKULTUR
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026

@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

IPB University
Bogor Indonesia

PERNYATAAN MENGENAI TESIS DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis dengan judul "Pemanfaatan Kombinasi Kerang Hijau (*Perna viridis*) dan Rumput Laut (*Gracilaria* sp.) sebagai Bioremediator Air Buangan Budidaya Udang Vaname" 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, Juli 2026

Sagita Shinta Pratiwi
C1501241025

@Hak cipta milik IPB University
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.
Perpustakaan 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

IPB University
Bogor Indonesia
@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.
IPB University
Perpustakaan IPB University

RINGKASAN

SAGITA SHINTA PRATIWI. Pemanfaatan Kombinasi Kerang Hijau (*Perna viridis*) dan Rumput Laut (*Gracilaria* sp.) sebagai Bioremediator Air Buangan Budidaya Udang Vaname. Dibimbing oleh KUKUH NIRMALA, EDDY SUPRIYONO, dan YUNI PUJI HASTUTI.

Perkembangan pesat budidaya udang vaname meningkatkan pembuangan air buangan yang kaya akan nutrisi ke lingkungan perairan di sekitarnya. Air buangan yang mengandung konsentrasi tinggi nitrogen, fosfor, padatan tersuspensi, dan bahan organik lainnya menyebabkan eutrofikasi, menurunkan kualitas air, serta mengancam stabilitas ekosistem perairan. Oleh karena itu, pengembangan teknologi pengolahan air buangan yang ramah lingkungan dan hemat biaya menjadi prioritas utama dalam akuakultur berkelanjutan. Bioremediasi terintegrasi muncul sebagai pendekatan untuk mengurangi beban polutan dengan menggabungkan organisme dengan fungsi ekologis yang saling melengkapi. Pada penelitian ini, kerang hijau (*Perna viridis*) berperan sebagai organisme *filter feeder* yang mampu mengurangi padatan tersuspensi, partikel organik, dan plankton dari kolom air, sementara rumput laut (*Gracilaria* sp.) dapat mengabsorpsi nutrisi anorganik terlarut terutama nitrogen dan fosfor untuk pertumbuhannya. Peran sinergis antara *P. viridis* dan *Gracilaria* sp. diharapkan dapat memperbaiki kualitas air buangan secara lebih efektif dibandingkan sistem bioremediasi spesies tunggal. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh kombinasi antara *P. viridis* dan *Gracilaria* sp. terhadap efisiensi penurunan N, P, dan bahan organik pada air buangan budidaya udang vaname.

Penelitian dilakukan selama 28 hari menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) yang terdiri atas lima perlakuan dengan tiga ulangan. Perlakuan meliputi kontrol tanpa bioremediator (K) serta empat perlakuan kombinasi kerang hijau (*P. viridis*) dan rumput laut (*Gracilaria* sp.) dengan kepadatan yang berbeda, yaitu P1 (60 g *P. viridis* + 50 g *Gracilaria* sp.), P2 (90 g *P. viridis* + 100 g *Gracilaria* sp.), P3 (120 g *P. viridis* + 150 g *Gracilaria* sp.), dan P4 (150 g *P. viridis* + 200 g *Gracilaria* sp.). Seluruh organisme bioremediator dipelihara dalam air buangan budidaya udang vaname pada umur pemeliharaan *days of culture* 50. Selama masa penelitian, sistem pemeliharaan dilakukan secara statis tanpa pergantian maupun penambahan air untuk mengevaluasi kemampuan kombinasi *P. viridis* dan *Gracilaria* sp. dalam menyerap nutrien serta memperbaiki kualitas air buangan budidaya udang vaname. Sistem aerasi diberikan secara kontinu pada setiap wadah percobaan untuk mengkondisikan kadar oksigen terlarut dan mendukung berlangsungnya proses bioremediasi.

Kualitas air dinilai secara komprehensif melalui parameter fisiko-kimia di antaranya suhu, pH, *dissolved oxygen* (DO), *oxidation-reduction potential* (ORP), salinitas, dan alkalinitas, *total ammonia nitrogen* (TAN), nitrit, nitrat, ortofosfat (PO_4^{3-}), *biological oxygen demand* (BOD), *total organic matter* (TOM), dan *total suspended solids* (TSS). Selain itu, parameter mikrobiologi dievaluasi melalui *total bacterial count* (TBC), *total vibrio count* (TVC), dan kelimpahan fitoplankton sebagai indikator kinerja bioremediasi. Kandungan total nitrogen dan total fosfor pada jaringan *Gracilaria* sp. dianalisis untuk mengevaluasi kemampuan rumput laut dalam mengabsorpsi nutrien dari air buangan budidaya

udang vaname. Tingkat kelangsungan hidup pada *P. viridis* dan laju pertumbuhan harian *Gracilaria* sp. digunakan sebagai indikator keberhasilan sistem bioremediasi karena mencerminkan kemampuan kedua organisme untuk beradaptasi, bertahan hidup, dan memanfaatkan nutrien yang terkandung dalam air buangan budidaya udang vaname.

Sistem bioremediasi kombinasi menggunakan *P. viridis* dan *Gracilaria* sp. efektif memperbaiki kualitas air buangan budidaya udang vaname dengan efektivitas yang dipengaruhi oleh kepadatan bioremediator. Perlakuan P1 menghasilkan konsentrasi TAN terendah pada hari ke-28 (0,243 mg L^{-1}), P2 menunjukkan konsentrasi PO_4^{3-} terendah pada hari ke-28 (1,983 mg L^{-1}) dengan kandungan total N dan total P pada jaringan *Gracilaria* sp. tertinggi, serta penurunan BOD terbaik hingga 10,33 mg L^{-1}. Seluruh perlakuan bioremediasi menghasilkan konsentrasi TSS akhir sebesar 29,33–38,33 mg L^{-1} yang telah memenuhi baku mutu sesuai dengan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 1 Tahun 2025 (<100 mg L^{-1}). Dinamika nitrit dan nitrat mengindikasikan berlangsungnya proses nitrifikasi, sementara parameter fisika-kimia berada pada kisaran optimum yaitu suhu 25,68–28,04 °C, DO 5,58–6,85 mg L^{-1}, pH 7,48–8,16, ORP 156–253 mV, salinitas 24–31 ppt, dan alkalinitas 199-258 mg L^{-1} yang berada di atas kisaran optimum untuk organisme bioremediator. Secara keseluruhan, kombinasi *P. viridis* dan *Gracilaria* sp. pada perlakuan P2 merupakan sistem bioremediasi yang efektif untuk mengolah air buangan budidaya udang vaname dalam periode 28 hari.

Kata kunci: air buangan, bioremediasi, *Gracilaria* sp., *Perna viridis*, udang vaname.

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.
@Hak cipta milik IPB University
IPB University
Perpustakaan IPB University

IPB University
Bogor Indonesia
@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.
IPB University
Perpustakaan IPB University

SUMMARY

SAGITA SHINTA PRATIWI. Utilization of Green Mussel (*Perna viridis*) and Red Seaweed (*Gracilaria* sp.) as Bioremediators in Whiteleg Shrimp Rearing. Supervised by KUKUH NIRMALA, EDDY SUPRIYONO, and YUNI PUJI HASTUTI.

The rapid growth of vannamei shrimp farming has led to an increased in the discharge of nutrient-rich wastewater into surrounding aquatic environments. Wastewater containing high concentrations of nitrogen, phosphorus, suspended solids, and other organic matter can cause eutrophication, degrade water quality, and threaten the stability of aquatic ecosystems. Therefore, the development of environmentally friendly and cost-effective wastewater treatment technologies has become a top priority in sustainable aquaculture. Integrated bioremediation has emerged as a promising approach to reduce pollutant loads by combining organisms that perform complementary ecological functions. In this study, the green mussel (*Perna viridis*) acts as a filter-feeding organism capable of reducing suspended solids, organic particles, and plankton from the water column, while the red seaweed (*Gracilaria* sp.) can absorpt dissolved inorganic nutrients, particularly nitrogen and phosphorus, for its growth. The synergistic interaction between *P. viridis* and *Gracilaria* sp. is expected to improve wastewater quality more effectively than single-species bioremediation systems. This study aims to evaluate the effect of various density levels of the *P. viridis* and *Gracilaria* sp. combination on nutrient removal efficiency and water quality improvement in vannamei shrimp aquaculture wastewater.

The study was conducted over 28 days using a completely randomized design (CRD) consisting of five treatments with three replicates. The treatments included a control without bioremediators (K) and four combination treatments of green mussels (*P. viridis*) and seaweed (*Gracilaria* sp.) at different densities, namely P1 (60 g *P. viridis* + 50 g *Gracilaria* sp.), P2 (90 g *P. viridis* + 100 g *Gracilaria* sp.), P3 (120 g *P. viridis* + 150 g *Gracilaria* sp.), and P4 (150 g *P. viridis* + 200 g *Gracilaria* sp.). All bioremediator organisms were cultured in vannamei shrimp aquaculture effluent at days of culture 50. During the study period, the culture system was maintained statically without water changes or additions to evaluate the ability of the *P. viridis* and *Gracilaria* sp. combinations to absorb nutrients and improve the quality of vannamei shrimp aquaculture wastewater. Continuous aeration was provided in each experimental tank to maintain dissolved oxygen levels and support the bioremediation process.

Water quality was comprehensively assessed using physicochemical parameters, including temperature, pH, dissolved oxygen (DO), oxidation-reduction potential (ORP), salinity, alkalinity, total ammonia nitrogen (TAN), nitrite, nitrate, orthophosphate (PO_4^{3-}), biological oxygen demand (BOD), total organic matter (TOM), and total suspended solids (TSS). Additionally, microbiological response was evaluated using total bacterial count (TBC), total vibrio count (TVC), and phytoplankton abundance as indicators of bioremediation performance. Furthermore, total nitrogen and total phosphorus in *Gracilaria* sp. were analyzed to determine the nutrient content of *Gracilaria* sp. The survival rate of *P. viridis* and the daily growth rate of *Gracilaria* sp. were used as indicators

@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

IPB University
Bogor Indonesia

system's success, as they reflect the ability of both organisms to adapt the bioremediation system, survive, and utilize the nutrients contained in vannamei shrimp aquaculture wastewater.

An integrated bioremediation system using *P. viridis* and *Gracilaria* sp. effectively improved the quality of shrimp farming effluent, with its effectiveness influenced by the density of the bioremediators. Treatment P1 produced the lowest final TAN concentration (0.243 mg L^{-1}), while P2 showed the lowest PO_4^{3-} concentration (1.983 mg L^{-1}) with the highest total N and total P content in *Gracilaria* sp. tissue, as well as the greatest reduction in BOD to 10.33 mg L^{-1}. All bioremediation treatments resulted in final TSS levels of 29.33–38.33 mg L^{-1}, which met the quality standards set by the Minister of Environment and Forestry Regulation (<100 mg L^{-1}), while P4 showed the lowest efficiency due to the accumulation of organic matter and biodeposition, which increased TOM and BOD to 55.33 mg L^{-1}. The dynamics of nitrite and nitrate indicated ongoing nitrification, while the physicochemical parameters remained within the optimal range: temperature 25.68–28.04 °C, DO 5.58–6.85 mg L^{-1}, pH 7.48–8.16, ORP 156–253 mV, salinity 24–31 ppt, and alkalinity remained above the optimal range for bioremediating organisms. Overall, the combination of *P. viridis* and *Gracilaria* sp. in P2 has the potential to be applied as an effective and sustainable combined bioremediation system for treating wastewater from vannamei shrimp farming.

Keywords: bioremediation, *Gracilaria* sp., *Litopenaeus vannamei*, *Perna viridis*, wastewater.

@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.
IPB University
Perpustakaan IPB University

PEMANFAATAN KOMBINASI KERANG HIJAU (*Perna viridis*) DAN RUMPUT LAUT (*Gracilaria* sp.) SEBAGAI BIOREMEDIATOR AIR BUANGAN BUDIDAYA UDANG VANAME

SAGITA SHINTA PRATIWI

Tesis
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Magister Sains pada
Program Studi Ilmu Akuakultur

PROGRAM MAGISTER ILMU AKUAKULTUR
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026

IPB University
Bogor Indonesia
@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.
IPB University
Perpustakaan 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

IPB University
Bogor Indonesia
@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.
IPB University
Perpustakaan IPB University

Tim Penguji pada Ujian Tesis:
1. Prof. Dr. Ir. Agus Oman Sudrajat, M.Sc.
2. Dr. Ir. Tatag Budiardi, M.Si.

@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

Judul Tesis : Pemanfaatan Kombinasi Kerang Hijau (*Perna viridis*) dan Rumput Laut (*Gracilaria* sp.) sebagai Bioremediator Air Buangan Budidaya Udang Vaname
Nama : Sagita Shinta Pratiwi
NIM : C1501241025

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Prof. Dr. Ir. Kukuh Nirmala, M.Sc.

Pembimbing 2:
Prof. Dr. Ir. Eddy Supriyono, M.Sc.

Pembimbing 2:
Dr. Yuni Puji Hastuti, S.Pi., M.Si.

Diketahui oleh

Ketua Program Studi:
Prof. Dr. Ir. Widanarni, M.Si.
NIP 196709271994032001

Dekan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan:
Dr. Beginer Subhan, S.Pi., M.Si.
NIP 198001182005011003

Tanggal Ujian:
29 Juli 2026

Tanggal Lulus:

@Hak cipta milik IPB University
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.
Perpustakaan 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

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanaahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan Oktober 2025 sampai bulan Desember 2025 ini ialah "Pemanfaatan Kombinasi Kerang Hijau (*Perna viridis*) dan Rumput Laut (*Gracilaria* sp.) sebagai Bioremediator Air Buangan Budidaya Udang Vaname".

Terima kasih penulis ucapkan kepada para pembimbing, Prof. Dr. Ir. Kukuh Nirmala, M.Sc., Prof. Dr. Ir. Eddy Supriyono, M.Sc., dan Dr. Yuni Puji Hastuti, S.Pi., M.Si. yang telah membimbing dan banyak memberi saran. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada moderator seminar dan penguji luar komisi pembimbing. Ungkapan terima kasih juga disampaikan kepada Bapak, Ibu, Adik, serta seluruh keluarga dan teman-teman yang telah memberikan dukungan, doa, dan kasih sayangnya.

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

Bogor, Juli 2026

Sagita Shinta Pratiwi

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

@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

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL		ix
DAFTAR GAMBAR		ix
DAFTAR LAMPIRAN		ix
I	PENDAHULUAN	1
	1.1 Latar Belakang	1
	1.2 Rumusan Masalah	2
	1.3 Tujuan	3
	1.4 Manfaat	3
II	METODE	4
	2.1 Waktu dan Tempat Penelitian	4
	2.2 Rancangan Percobaan	4
	2.3 Prosedur Penelitian	4
	2.4 Parameter Uji	5
	2.5 Analisis data	8
III	HASIL DAN PEMBAHASAN	9
	3.1 Hasil	9
	3.2 Pembahasan	19
IV	SIMPULAN DAN SARAN	25
	4.1 Simpulan	25
	4.2 Saran	25
DAFTAR PUSTAKA		26
LAMPIRAN		31
RIWAYAT HIDUP		43

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

IPB University
Bogor Indonesia
@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.
IPB University
Perpustakaan IPB University

DAFTAR TABEL

1 Rancangan perlakuan bioremediasi kombinasi *P. viridis* dan *Gracilaria* sp. 4
2 Parameter N, P, dan bahan organik yang diukur selama penelitian 6
3 Parameter fisika-kimia kualitas air yang diukur selama penelitian 7
4 Parameter mikrobiologi kualitas air yang diukur selama penelitian 7
5 Acuan baku mutu air limbah pertambakan udang menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 1 Tahun 2025 8
6 Respons pertumbuhan bioremediator 19
7 Perbandingan kualitas air hasil bioremediasi pada hari ke-28 dengan baku mutu air limbah pertambakan udang 19

DAFTAR GAMBAR

1 A) Konsentrasi *total ammonia nitrogen* (TAN) selama 28 hari percobaan bioremediasi kombinasi, B) Nilai *removal efficiency* (RE) TAN pada hari ke-28 9
2 A) Konsentrasi nitrit (NO_2^-) selama 28 hari percobaan bioremediasi kombinasi, B) Konsentrasi nitrat (NO_3^-) selama 28 hari percobaan bioremediasi kombinasi 10
3 A) Konsentrasi ortofosfat (PO_4^{3-}) selama 28 hari percobaan bioremediasi kombinasi, B) Nilai *removal efficiency* (RE) PO_4^{3-} pada hari ke-28 11
4 A) Konsentrasi *total organic matter* (TOM) selama 28 hari percobaan bioremediasi kombinasi, B) Nilai *removal efficiency* (RE) TOM pada hari ke-28 12
5 A) Konsentrasi *biological oxygen demand* (BOD) selama 28 hari percobaan bioremediasi kombinasi, B) Nilai *removal efficiency* (RE) BOD pada hari ke-28 13
6 A) Konsentrasi *total suspended solids* (TSS) selama 28 hari percobaan bioremediasi kombinasi, B) Nilai *removal efficiency* (RE) TSS pada hari ke-28 14
7 A) Konsentrasi total nitrogen (Total N) pada *Gracilaria* sp., B) Konsentrasi total fosfor (Total P) pada *Gracilaria* sp. 15
8 Dinamika fisika-kimia kualitas air selama 28 hari percobaan bioremediasi kombinasi. A) Suhu (°C), B) *Dissolved oxygen* (mg L^{-1}), C) *Power of hydrogen*, D) *Oxidation-reduction potential* (mV), E) Salinitas (ppt), F) Alkalinitas (mg L^{-1}) 16
9 A) Kelimpahan fitoplankton (sel L^{-1}), B) Kelimpahan fitoplankton berdasarkan filum (%) 17
10 A) Dinamika *total bacterial count* (TBC) selama 28 hari percobaan bioremediasi kombinasi, B) Dinamika *total vibrio count* (TVC) selama 28 hari percobaan bioremediasi kombinasi 18

DAFTAR LAMPIRAN

1 Analisis statistik parameter kualitas air bioremediasi kombinasi 32
2 Analisis statistik kandungan N Total dan P Total pada *Gracilaria* sp. 42

@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