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

KERAGAMAN BAKTERI INDIGENOUS DARI SEDIMEN MANGROVE DI PERAIRAN TELUK AMBON MALUKU

MUTIA MUSDALIFAH TUASALAMONY

PROGRAM STUDI MIKROBIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2024

IPB University
Bogor Indonesia

PERNYATAAN MENGENAI TESIS DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis dengan judul "Keragaman Bakteri Indigenous dari Sedimen Mangrove di Perairan Teluk Ambon Maluku" 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 2024

Mutia Musdalifah Tuasalamony
G3501221007

@Hakcipta 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

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

MUTIA MUSDALIFAH TUASALMONY. Keragaman Bakteri Indigenous dari Sedimen Mangrove di Perairan Teluk Ambon Maluku. Dibimbing oleh IMAN RUSMANA dan TRI WIDIYANTO.

Kawasan mangrove di Teluk Ambon tersebar di beberapa wilayah, termasuk Desa Waiheru dan Poka. Sebaran jenis mangrove di Waiheru masih cukup beragam dan mengikuti zonasi alami seperti yang umumnya ditemukan di ekosistem mangrove. Namun, kondisi mangrove di Desa Poka memprihatinkan karena pencemaran akibat limbah antropogenik yang menyebabkan kematian mangrove di daerah tersebut. Penelitian mengenai keragaman bakteri di kawasan ini sebelumnya telah dilakukan menggunakan metode pengkulturan konvensional, di mana bakteri dikultivasi pada medium buatan untuk menghitung koloni dan mengamati morfologi mereka di bawah mikroskop. Namun, hanya sebagian kecil bakteri, yaitu sekitar 0,1-1%, yang mampu tumbuh dalam media kultur, sementara sebagian besar bakteri berada dalam kondisi anabiosis yang membuat mereka sulit dikultur. Oleh karena itu, analisis metagenomik dengan teknologi sekuensing generasi ketiga, seperti *Oxford Nanopore Technology* (ONT), dinilai lebih efektif dalam mendeteksi seluruh komunitas bakteri, termasuk yang tidak dapat dikultur dengan metode konvensional.

Mengatasi keterbatasan metode kultur, penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi keragaman bakteri indigenous di sedimen mangrove Teluk Ambon, khususnya di kawasan alami dan tercemar. Sampel sedimen diambil dari kedua kawasan untuk dilakukan analisis fisikokimia dan keragaman bakteri menggunakan metode kultur dan non-kultur. Analisis fisikokimia mencakup pengukuran parameter seperti suhu, pH, salinitas, *dissolved oxygen* (DO), *biological oxygen demand* (BOD), nitrat, nitrit, sulfat, dan zat organik. Bakteri yang berhasil dikultur kemudian dianalisis morfologinya, sedangkan hubungan antara jumlah koloni bakteri dengan data fisikokimia dianalisis menggunakan *Canonical Correlation Analysis* (CCA). Isolat yang dipilih berdasarkan INP tertinggi diidentifikasi secara molekuler melalui analisis gen 16S rRNA. Sementara itu, keragaman bakteri unculturable dianalisis menggunakan *Next Generation Sequencing* (NGS) dengan platform nanopore sequencing.

Dari analisis fisikokimia, sedimen mangrove di kawasan alami (Desa Waiheru) dan tercemar (Desa Poka) umumnya memenuhi standar kualitas lingkungan berdasarkan PP No 22 Tahun 2021 untuk biota laut, kecuali nilai BOD di kawasan tercemar. Tidak ada perbedaan signifikan dalam suhu, pH, DO, BOD, nitrat, nitrit, sulfat, dan zat organik antara kedua kawasan, kecuali salinitas yang menunjukkan perbedaan nyata. Metode kultur mengungkapkan bahwa jumlah total bakteri di kawasan alami lebih tinggi dibandingkan kawasan tercemar, dengan masing-masing mencapai rata-rata 6,2 x 10^4 CFU/g dan 5,5 x 10^4 CFU/g. Dari total 33 isolat yang ditemukan, 17 berasal dari kawasan alami dan 16 dari kawasan tercemar. Isolat KAT2 dan KTT23 memiliki INP tertinggi di kawasan alami dan tercemar, dengan persentase kemiripan masing-masing 100% terhadap *Acinetobacter haemolyticus* dan *Exiguobacterium acetylicum*.

Penggunaan metode non-kultur dengan teknologi nanopore sequencing berhasil mengidentifikasi jumlah spesies yang lebih banyak, yaitu 6.837 spesies di

IPB University
Bogor Indonesia

kawasan alami dan 6.117 spesies di kawasan tercemar. *Sulfurovum aggregans* menjadi spesies dominan di kedua kawasan, dengan proporsi sebesar 3,91% di kawasan alami dan 4,56% di kawasan tercemar. Analisis diversitas alfa menunjukkan bahwa diversitas komunitas bakteri lebih tinggi di kawasan alami dibandingkan kawasan tercemar, dengan jumlah spesies yang teramati mencapai 12.954. Sebanyak 28,23% spesies di kawasan alami dan 19,78% di kawasan tercemar merupakan spesies unik, sementara 51,99% spesies ditemukan di kedua kawasan, menunjukkan adanya spesies bakteri yang mampu beradaptasi dengan berbagai kondisi lingkungan.

Kesimpulan dari penelitian ini menunjukkan bahwa metode unculturable, yang menggunakan teknologi sekuensing generasi ketiga, mampu mengungkap keragaman bakteri yang lebih komprehensif dibandingkan metode kultur. Meskipun secara umum parameter fisikokimia di kedua kawasan tidak menunjukkan perbedaan signifikan, faktor-faktor ini tetap memainkan peran penting dalam memengaruhi distribusi dan kelimpahan bakteri di sedimen mangrove Teluk Ambon.

Kata kunci: *fisikokimia, gen 16S rRNA, kultur, Oxford Nanopore Technology*

@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

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

MUTIA MUSDALIFAH TUASALMONY. Diversity of Indigenous Bacteria from Mangrove Sediments in the Waters of Ambon Bay, Maluku. Supervised by IMAN RUSMANA and TRI WIDIYANTO.

Mangrove areas in Teluk Ambon are spread across several regions, including villages in Waiheru and Poka. The diversity of mangrove species in Waiheru remains relatively high and follows the natural zonation typically observed in mangrove ecosystems. However, the condition of mangroves in Poka Village is alarming because of anthropogenic pollution, which has led to the death of many mangroves in the area. Previous studies on bacterial diversity in these regions have been conducted using conventional culturing methods, in which bacteria are cultivated on artificial media to count colonies and observe their morphology under a microscope. However, only a small fraction of bacteria, approximately 0.1-1%, can grow on culture media, while most bacteria remain in a state of anabiosis, making them difficult to culture. As a result, metagenomic analysis with third-generation sequencing technology, such as Oxford Nanopore Technology (ONT), is considered more effective in detecting the entire bacterial community, including those that cannot be cultured using conventional methods.

To address the limitations of culturing methods, this study aimed to explore the diversity of indigenous bacteria in the mangrove sediments of Teluk Ambon, specifically in natural and polluted areas. Sediment samples were collected from both areas for physicochemical and bacterial diversity analyses using culture and non-culture methods. Physicochemical analysis includes measuring parameters such as temperature, pH, salinity, dissolved oxygen (DO), biological oxygen demand (BOD), nitrate, nitrite, sulfate, and organic matter. The cultured bacteria were then morphologically analyzed, and the relationship between the number of bacterial colonies and physicochemical data was analyzed using Canonical Correlation Analysis (CCA). Isolates selected based on their highest INP were molecularly identified using 16S rRNA gene analysis. Meanwhile, the diversity of unculturable bacteria was analyzed using next-generation sequencing (NGS) with the nanopore sequencing platform.

Physicochemical analysis revealed that mangrove sediments in the natural (Waiheru Village) and polluted (Poka Village) areas generally met environmental quality standards based on Government Regulation No. 22 of 2021 for marine biota, except for the BOD value in the polluted area. There were no significant differences in temperature, pH, DO, BOD, nitrate, nitrite, sulfate, and organic matter between the two areas, except for salinity, which showed a notable difference. The culture method revealed that the total number of bacteria in the natural area was higher than in the polluted area, with averages of 6.2×10^4 CFU/g and 5.5×10^4 CFU/g, respectively. Of the 33 isolates found, 17 were from natural areas and 16 were from polluted areas. Isolates KAT2 and KTT23 had the highest INP in natural and polluted areas, with 100% similarity to *Acinetobacter haemolyticus* and *Exiguobacterium acetylicum*, respectively.

Using the non-culture method with nanopore sequencing technology, a greater number of species were identified, with 6,837 species in the natural area and 6,117 species in the polluted area. *Sulfurovum aggregans* was the dominant species

IPB University
Bogor Indonesia

in both areas, accounting for 3.91% in the natural area and 4.56% in the polluted area. Alpha diversity analysis indicated that bacterial community diversity was higher in the natural area than in the polluted area, with the observed species count reaching 12,954. A total of 28.23% of species in the natural area and 19.78% in the polluted area were unique species, whereas 51.99% of species were found in both areas, indicating the presence of bacterial species capable of adapting to varying environmental conditions.

The conclusion of this study shows that the unculturable method using third-generation sequencing technology can reveal a more comprehensive bacterial diversity than the culture method. Although the physicochemical parameters in both areas generally did not show significant differences, these factors still played an essential role in influencing the distribution and abundance of bacteria in the mangrove sediments of Teluk Ambon.

Keywords: 16S rRNA gene, culture, *Oxford Nanopore Technology*, physicochemical

©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

IPB University
Bogor Indonesia
@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, tahun 2024
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.

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

KERAGAMAN BAKTERI INDIGENOUS DARI SEDIMEN MANGROVE DI PERAIRAN TELUK AMBON MALUKU

MUTIA MUSDALIFAH TUASALAMONY

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
2024

Penguji Luar Komisi Pembimbing pada Ujian Tesis:
Dr. Munti Yuhana, S.Pi, M.Si.

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

Judul Tesis : Keragaman Bakteri Indigenous dari Sedimen Mangrove di Perairan Teluk Ambon Maluku
Nama : Mutia Musdalifah Tuasalamony
NIM : G3501221007

Disetujui oleh

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

Pembimbing 2:
Dr. Tri Widiyanto, M.Si.

Diketahui oleh

Ketua Program Studi:
Prof. Dr. Dra. Anja Meryandini, M.S.
NIP 196203271987032001

Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam:
Dr. Berry Juliandi, S.Si., M.Si.
NIP 197807232007011001

Tanggal Ujian:
12 November 2024

Tanggal Lulus:

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

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

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 Agustus 2023 sampai Agustus 2024 ini ialah diversitas bakteri dan analisis metagenomik dengan judul "Keragaman Bakteri Indigenous dari Sedimen Mangrove di Perairan Teluk Ambon Maluku".

Terima kasih penulis ucapkan kepada para pembimbing, Prof. Dr. Ir. Iman Rusmana, M.Si., dan Dr. Tri Widiyanto, M.Si., moderator seminar Prof. Dr. Ir. Dadang, M.Sc., dan penguji luar komisi pembimbing, Dr. Munti Yuhana, M.Si., yang telah membimbing dan banyak memberi saran dalam penelitian hingga penyelesaian tugas akhir. Di samping itu, penghargaan penulis sampaikan kepada staf laboratorium Bioteknologi dan Mikrobiologi, FST, Universitas Pattimura yang telah membantu selama penelitian dan tenaga kependidikan di lingkungan Departemen Biologi, IPB University, yang sangat banyak membantu pengurusan hal-hal administratif penulis semasa studi. Ungkapan terima kasih juga turut disampaikan kepada bapak, ibu, adik, teman-teman, dan semua pihak yang telah memberikan dukungan, doa, dan kasih sayangnya.

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

Bogor, November 2024

Mutia Musdalifah Tuasalamony

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 ISI

DAFTAR TABEL xv
DAFTAR GAMBAR xv
DAFTAR LAMPIRAN xv
I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 2
1.3 Tujuan 2
1.4 Manfaat 2
1.5 Kebaruan (*novelty*) 3
II TINJAUAN PUSTAKA 4
2.1 Kawasan Mangrove 4
2.2 Kawasan Mangrove di Teluk Ambon 4
2.3 Keragaman Bakteri Indigenous pada Kawasan Mangrove 6
2.4 Kondisi Lingkungan Kawasan Mangrove 8
2.4.1 Suhu 8
2.4.2 Tingkat keasaman (pH) 8
2.4.3 Oksigen 8
2.4.4 Nutrisi 8
2.4.5 Salinitas 9
2.4.6 Karakteristik sedimen 9
2.5 Metode *Culturable* Menggunakan Analisis Gen 16s rRNA 9
2.6 Metode Unculturable Berbasis *Oxford Nanopore Technology* (ONT) 10
III METODE 12
3.1 Waktu dan Tempat 12
3.2 Kerangka Penelitian 13
3.3 Alat dan Bahan 13
3.4 Prosedur Kerja 13
3.4.1 Pengambilan sampel dan pengukuran parameter lingkungan 13
3.4.2 Analisis fisikokimia 13
3.4.3 Metode *culturable* 14
3.4.3.1 Isolasi bakteri dari sampel sedimen 14
3.4.3.2 Identifikasi molekuler isolat terpilih berdasarkan gen 16S rRNA
3.4.3.3 Analisis bioinformatika sekuens gen 16S rRNA 14
3.4.4 Metode *unculturable* 14
3.4.4.1 Ekstraksi DNA dari sampel sedimen 14
3.4.4.2 Analisis metaagenom dan bioinformatika *nanopore sequencing* 15
IV HASIL DAN PEMBAHASAN 16
4.1 Kondisi Fisikokimia Sedimen Mangrove 16
4.2 Karakteristik Bakteri Menggunakan Metode *Culturable* 18
4.3 Korelasi Fisikokimia dengan Isolat Bakteri 21

4.4 Identifikasi Molekuler dengan Metode *Culturable* 22
4.5 Keragaman Bakteri Menggunakan Metode *Unculturable* 25
V SIMPULAN DAN SARAN 37
5.1 Simpulan 37
5.2 Saran 37
DAFTAR PUSTAKA 38
LAMPIRAN 49
RIWAYAT HIDUP 65

IPB University
Bogor Indonesia
@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

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	Kriteria baku dan pedoman penentuan kerusakan mangrove	4
2	Luas kerapatan tutupan mangrove di Kota Ambon	6
3	Hasil pengukuran fisikokimia sedimen mangrove kawasan alami dan tercemar	16
4	Jumlah total bakteri pada sedimen kawasan mangrove alami dan tercemar	18
5	Indeks diversitas isolat bakteri	20
6	Hasil konsentrasi dan kemurnian DNA pada KAT2 dan KTT23	22
7	Analisis similaritas sekuen gen 16S rRNA isolat bakteri menggunakan program BLAST-N	24
8	Hasil konsentrasi dan kemurnian DNA pada KAT2 dan KTT23	26
9	Hasil *NanoPlot reports* kualitas *raw* data OTU hasil sekuensing	27

DAFTAR GAMBAR

1	Perairan Teluk Ambon	5
2	Bagan alir penelitian	12
3	Lokasi sampling	13
4	Indeks Nilai Penting (*Importance Value Index*) isolat bakteri pada kawasan alami (*natural area*) dan tercemar (*polluted area*)	18
5	Karakteristik makroskopis dan mikroskopis isolat bakteri yang diperoleh dari sedimen mangrove pada kawasan alami dan tercemar	19
6	Korelasi hubungan fisikokimia pada kawasan alami	21
7	Korelasi hubungan fisikokimia pada kawasan tercemar	22
8	Elektroforegram amplikon DNA daerah 16S rRNA (1: KAT2; 2: KTT23)	23
9	Konstruksi pohon filogenetik sekuen gen 16S rRNA isolat KAT2 dan KTT23	25
10	Elektroforegram amplikon DNA daerah gen 16S rRNA (1: kawasan alami; 2; kawasan tercemar)	26
11	Kelimpahan relatif (*relative abundance*) pada 10 OTU berdasarkan taxa tertinggi filum (A), kelas (b), ordo (C), *family* (D), genus (E), dan spesies (F) di kawasan alami (*natural*) dan tercemar (*polluted*)	30
12	Metrik keragaman alfa (A); Diagram batang (B); Diagram *venn* (C); kawasan alami (*natural*) (KA); kawasan tercemar (KT) (*polluted*)	35

DAFTAR LAMPIRAN

1	Analisis fisikokimia	50
2	Daftar isolat berdasarkan karakterisasi mikroskopis dan makroskopis	52
3	Hasil sekuensing gen 16S rRNA	54
4	Hasil BLASTN	55

5	Krona pada kawasan alami	56
6	Krona pada kawasan tercemar	56
7	*Heatmap* filum	57
8	*Heatmap* kelas	58
9	*Heatmap* ordo	59
10	*Heatmap* famili	60
11	*Heatmap* genus	61
12	Diagram *sankey* pada kawasan alami	62
13	Diagram *sankey* pada kawasan tercemar	63
14	*Alpha diversity*	64

IPB University
Bogor Indonesia

@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