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

KERAGAMAN SPESIES CENDAWAN LAUT ASOSIASI SPONS DAN POTENSI SENYAWA BIOAKTIFNYA SEBAGAI ANTIMIKROB

WENDI NURUL FADILLAH

PROGRAM STUDI MIKROBIOLOGI
SEKOLAH PASCASARJANA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2024

@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 DISERTASI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa disertasi berjudul Keragaman Spesies Cendawan Laut Asosiasi Spons dan Potensi Senyawa Bioaktifnya sebagai Antimikrob adalah benar karya saya dengan arahan dari komisi 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 disertasi ini.

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

Bogor, Agustus 2024

Wendi Nurul Fadillah
G361180068

@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

RINGKASAN

WENDI NURUL FADILLAH. Keragaman Spesies Cendawan Laut Asosiasi Spons dan Potensi Senyawa Bioaktifnya sebagai Antimikrob. Dibimbing oleh NAMPIAH SUKARNO, DYAH ISWANTINI dan MIN RAHMINIWATI.

Cendawan merupakan organisme yang tersebar luas di hampir semua ekosistem, termasuk ekosistem laut. Cendawan laut memiliki peran penting dalam ekosistem laut, diantaranya yaitu sebagai pengurai dalam siklus nutrisi dan penghasil senyawa bioaktif baru. Cendawan laut juga dilaporkan ditemukan bersimbiosis dengan lamun, makro alga, karang, dan spons. Spons laut merupakan avertebrata penting penyedia perlindungan bagi biota laut termasuk cendawan, dan juga berperan aktif membantu pembentukan ekosistem laut. Potensi cendawan laut dalam menghasilkan senyawa baru dan unik diketahui sangat tinggi, hampir setiap tahunnya dilaporkan bahwa sekitar 25% senyawa baru yang ditemukan dari habitat laut berasal dari cendawan laut. Tingginya potensi senyawa metabolit yang dihasilkan oleh cendawan laut terutama yang berasosiasi dengan spons menjadikan pentingnya penelitian mengenai senyawa metabolit baru untuk mengatasi mikrob patogen yang *multidrug resistant*, penyakit infektif, dan penyakit degeneratif

Resistensi antimikroba (RAM) merupakan masalah kesehatan masyarakat global yang dapat mengancam efektivitas pengobatan antibiotik. Pencarian antibiotik baru terutama senyawa kimia baru dengan mekanisme kerja yang unik merupakan salah satu kunci untuk mengendalikan masalah ini. Potensi bioaktivitas cendawan laut khususnya cendawan laut yang berasosiasi dengan spons cukup tinggi. Indonesia sebagai negara kepulauan mempunyai habitat laut yang luas dan keanekaragaman hayati laut yang sangat tinggi. Namun penelitian mengenai keragaman hayati perairan laut Indonesia masih sangat terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mempelajari keragaman cendawan laut yang berasosiasi dengan spons, menganalisis potensinya sebagai penghasil senyawa antimikrob serta mengidentifikasi senyawa bioaktifnya. Potensi cendawan laut sebagai antimikrob pada penelitian ini dikhususkan terhadap tiga mikrob patogen yang masuk kedalam daftar RAM dengan tingkat perhatian tinggi yaitu *Candida albicans*, *Escherichia coli*, dan *Staphylococcus aureus*

Penelitian dilakukan dimulai dengan pengambilan sampel spons dari Pulau Pramuka, Kepulauan Seribu. Pengambilan sampel di lapangan dilakukan dengan SCUBA *diving*. Isolasi cendawan dari spons dilakukan dengan metode isolasi langsung. Isolat cendawan selanjutnya diidentifikasi secara morfologi dan molekuler menggunakan sekuen DNA daerah ITS rDNA. Isolat cendawan teridentifikasi kemudian dianalisis keragamannya dan korelasinya dengan spons sebagai inang. Isolat cendawan juga dikaji lebih lanjut potensinya sebagai catatan baru ataupun spesies baru dengan identifikasi lebih lanjut menggunakan karakteristik spesifik. Isolat cendawan kemudian ditapis kemampuannya sebagai anti-*Candida albicans*. Isolat potensial kemudian ditapis lebih lanjut sebagai antibakteri terhadap bakteri Gram negatif *Escherichia coli* dan Gram positif *Staphylococcus aureus*. Isolat potensial terpilih kemudian dikuluturkan untuk produksi ekstrak dan fraksinasi senyawa bioaktif menggunakan KLT. Ekstrak dan fraksi juga diuji aktivitasnya sebagai antimikrob hingga dilakukan pemurnian senyawa dan elusidasi senyawa menggunakan ESI-MS dan NMR.

@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

Hasil penelitian "Keragaman Cendawan Laut Asosiasi Spons pada Ekosistem Terumbu Karang Pulau Pramuka, DKI Jakarta, Indonesia" didapatkan Sebanyak 179 isolat cendawan laut merupakan 10 genus cendawan Ascomycota. Identifikasi menggunakan ITS rDNA menghasilkan 21 spesies cendawan laut dengan *Aspergillus* (45,81%), *Gymnoascus* (15,64%), dan *Gliomastix* (14,53%) merupakan tiga genus dominan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa isolat yang diperoleh bukan berasal dari air laut maupun kontaminasi udara. Semua genus cendawan yang diisolasi adalah kategori asosiasi spons kecuali *Purpureocillium* yang termasuk dalam kategori spesialis spons. Ini adalah studi pertama yang mengeksplorasi keanekaragaman cendawan laut tropis yang berasal dari berbagai spesies spons yang dikumpulkan dari ekosistem terumbu karang perairan laut dangkal Indonesia. Penilaian keanekaragaman cendawan dalam penelitian ini memberikan nilai yang besar bagi keanekaragaman dan ekologi cendawan laut tropis asosiasi spons dan memperluas informasi inang cendawan laut asosiasi spons terutama di wilayah laut tropis.

Penelitian ini juga memberikan catatan baru *Gymnoascus udagawae* sebagai cendawan laut dari Indonesia. Pada topik "Catatan Baru *Gymnoascus udagawae* Asosiasi Spons *Clathria* Sp. asal Indonesia dan Potensinya Sebagai anti-*Candida*", spons *Clathria* sp. berasosiasi dengan cendawan laut yang memiliki karakteristik morfologi khas dari genus *Gymnoascus* dengan klamidospora nodul dan arthroconidia. Cendawan laut tersebut diidentifikasi sebagai *G. udagawae* berdasarkan karakteristik morfologi dan molekuler. Cendawan ini merupakan sumber potensial metabolit sekunder yang aktif melawan *C. albicans.* Ekstrak etil asetat filtrat cendawan konsentrasi 500 mg/µL menunjukkan diameter penghambatan 1,4 cm terhadap pertumbuhan *C. albicans*. Penghambatan merupakan kategori sedang dibandingkan dengan klotrimazol sebagai kontrol positif dengan diameter penghambatan 2,8 cm pada 100 mg/µL.

Potensi cendawan laut sebagai antimikrob dipelajari pada topik "Cendawan Laut *Aspergillus hortai* Sebagai Penghasil Senyawa Anti Mikrob". Cendawan *Aspergillus hortai* yang diisolasi dari spons *Stylissa* sp. memiliki potensi terbaik sebagai antimikrob yang ditunjukkan dengan aktivitas inhibisi pertumbuhan *C. albicans* dan *E. coli*. Cendawan *A. hortai* diidentifikasi melalui kombinasi karakteristik morfologi dan molekuler DNA yang meliputi gen ITS dan gen β-tubulin. Kondisi optimal aktivitas penghambatan didapatkan pada medium *Corn Meal Broth* dengan inkubasi selama 6 hari. Ekstrak cendawan diproduksi dengan menggunakan filtrat kultur cendawan dan diekstraksi dengan etil asetat. Aktivitas antimikrob dari ekstrak ini memiliki karakteristik yang rentan terhadap inkubasi pada kondisi panas diatas 45°C dan pada kondisi basa atau asam. Ekstrak menunjukkan 7 pita utama pada KLT dengan satu pita menunjukkan aktivitas terhadap *C. albicans* (rf 0,57) dan satu pita lainnya menunjukkan aktivitas terhadap *C. albicans* dan *E. coli* (rf 0,81) pada bioautogram. Permurnian telah berhasil dilakukan pada satu pita (rf 0,57) dengan bentuk kristal. Hasil elusidasi menunjukkan senyawa tersebut memiliki bobot molekul 154 m/z dan hasil pembacaan NMR didapatkan bentuk molekul terrein. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa cendawan laut yang berasosiasi dengan spons yang diperoleh dari Indonesia memiliki potensi sebagai antimikrob yang layak untuk dieksplorasi untuk mencari antibiotik baru.

Kata kunci: β-tubulin, *Candida albicans*, *Escherichia coli*, ITS rDNA, terrein

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

SUMMARY

WENDI NURUL FADILLAH. Diversity of Sponge Association Marine Fungi and the Potential of Their Bioactive Compounds as Antimicrobials. Supervised by NAMPIAH SUKARNO, DYAH ISWANTINI and MIN RAHMINIWATI.

Fungi are ubiquitous organisms and found widespread in almost all ecosystems, including marine. Marine fungi have an important role in the marine ecosystems, such as decomposers which plays a role in nutrient cycle and also as new bioactive producers which support sustainable health of organisms and environment. Marine fungi have also been reported to live in symbiosis with seagrass, macro algae, corals and sponges. Marine sponges are important invertebrates in marine ecosystem because they provide protection for other organisms including fungi, and also play significant role in development and function of marine ecosystem. Marine fungi, especially sponge-associated fungi, are high potential sources of bioactive compounds derived from the marine environment. It has been reported that marine fungi contribute 25% of new compounds discovered annualy from marine habitats. The high potency of metabolite compounds produced by marine fungi, especially those associated with sponges, contribute significantly on research of new metabolite compounds to overcome multidrug-resistant pathogenic microbes, infective diseases and degenerative diseases.

Antimicrobial resistance (AMR) is a global public health problem that can affect the effectiveness of antibiotic treatment. The search for new antibiotics, especially new chemical compounds with unique mechanisms of action, is one of the keys to overcome the AMR global problem. The bioactive potency of marine fungi associated with sponges, is significantly high. However, there has not been much research on sponges associated marine fungi as source of anti-microbials in Indonesia. Indonesia as an archipelagic country has extensive marine habitat and very high marine biodiversity. However, research on the biodiversity of Indonesian marine fungi is still very limited. Therefore, this research aimed to study the diversity of marine fungi associated with sponges, analyze their potential as producers of antimicrobial bioactive compounds and identify the bioactive compounds produced.

The research covered several activities, starting from sponges sampling carried out in Pramuka Island, Seribu Islands, Jakarta. Sponges' collections in the Pramuka Island Sea, carried out by SCUBA diving. Isolation of fungi from sponges was conducted using the direct isolation method. The fungal isolates were then identified morphologically and molecularly using the DNA sequence of the ITS rDNA region. The identified fungal isolates were further analysed for their diversity, taxonomic status such as new record for Indonesia using specific characteristics for further identification. The fungal isolates were then screened for its ability as anti fungi against *Candida albicans*. The potential isolates were then further screened as an anti-bacterial against Gram-negative *Escherichia coli* and Gram-positive *Staphylococcus aureus* bacteria. The selected potential isolates were then cultured for filtrate production and filtrate extraction, and fractionation of bioactive compounds using TLC. The extracts and fractions were also tested for their antimicrobial activity until the compounds were purified and elucidated using ESI-MS and NMR.

IPB University
Bogor Indonesia

The results of the research "Diversity of Sponge Association Marine Fungi in the Pramuka Island Coral Reef Ecosystem, DKI Jakarta, Indonesia" resulted in 179 isolates of marine fungi belonging to 10 genera of Ascomycota fungi. Based on ITS rDNA sequences the 179 isolates were identified into 21 species of marine fungi with three dominant genera of *Aspergillus* (45.81%), *Gymnoascus* (15.64%), and *Gliomastix* (14.53%). The results of the research showed that the fungi were sponge derived, they were not sea air contaminat. All fungal genera isolated were in the sponge association category except *Purpureocillium* which was included in the sponges specialist category. This is the first study to explore the diversity of tropical marine fungi originating from various sponge species collected from shallow marine coral reef ecosystems in Indonesia. The assessment of fungal diversity in this study provides great value for the diversity and ecology of sponge-associated tropical marine fungi and increase database of the host range of sponge-associated marine fungi, especially in tropical marine areas.

The results of the research "New record on *Gymnoascus udagawae* Associated with *Clathria* sp. Sponges from Indonesia and its Potential as an anti-*Candida*" showed that the Sponge *Clathria* sp. is associated with marine fungi. Based on morphological characteristics, the fungal isolate had typical morphological characteristics of the genus *Gymnoascus* showed by nodulated chlamydospores and arthroconidia. The marine fungal isolate was identified as *Gymnoascus udagawae* based on morphological and molecular characteristics. This is the first record of *G. udagawae* as a marine fungi, especially from Indonesia. The ethyl acetate extract of the fungal filtrate showed an inhibitory activity against *C. albicans* with an inhibition diameter of 1.4 cm at 500 mg/µL. The inhibition was in the moderate category compared to clotrimazole as a positive control with an inhibition diameter of 2.8 cm at 100 mg/µL. Therefore the fungi could be a potential source of secondary metabolites against *C. albicans*.

The results of the research "Marine Fungi *Aspergillus hortai* as a Producer of Anti Microbial Compounds" showed that the fungus *Aspergillus hortai* isolated from the sponge *Stylissa* sp. was identified through a combination of morphological and molecular characteristics of the ITS rDNA and the β-tubulin gene. The fungus showed activity against *C. albicans* and *E. coli*. The optimal conditions for inhibitory activity were obtained in Corn Meal Broth medium in 6 days of incubation. Fungal extract was produced using three liters of fungal broth which has been filtered and extracted with ethyl acetate. The antimicrobial activity of this extract is susceptible to heat above 45°C and alkaline or acidic conditions. Therefore, extraction was carried out at pH 7 with evaporation at 40°C. The extract showed 7 main bands on TLC with one band showing activity against *C. albicans* (rf 0.57) and another band showing activity against *C. albicans* and *E. coli* (rf 0.81) on the bioautogram. Purification has been successfully carried out for one band (rf 0.57) showed by crystal form. The elucidation results show that the compound was terrein with molecular weight of 154 m/z. The results of this study showed that marine fungi associated with sponges obtained from Indonesia have the potential as antimicrobials that are worth exploring in the search for new antibiotics.

Key words: β-tubulin, *Candida albicans*, *Escherichia coli*, ITS rDNA, terrein

@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[1]
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

KERAGAMAN SPESIES CENDAWAN LAUT ASOSIASI SPONS DAN POTENSI SENYAWA BIOAKTIFNYA SEBAGAI ANTIMIKROB

WENDI NURUL FADILLAH

Disertasi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Doktor pada
Program Studi Mikrobiologi

PROGRAM STUDI MIKROBIOLOGI
SEKOLAH PASCASARJANA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2024

@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

Penguji Luar Komisi Pembimbing pada Ujian Tertutup Disertasi:

1 Novriyandi Hanif, S.Si., M.Sc., D.Sc.
2 Dr. Ir. Yeti Darmayati, MSc.

Promotor Luar Komisi Pembimbing pada Sidang Promosi Terbuka Disertasi:

1 Novriyandi Hanif, S.Si., M.Sc., D.Sc.
2 Dr. Ir. Yeti Darmayati, MSc.

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

Judul Disertasi : Keragaman Spesies Cendawan Laut Asosiasi Spons dan Potensi Senyawa Bioaktifnya sebagai Antimikrob
Nama : Wendi Nurul Fadillah
NIM : G361180068

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Prof. Dr. Ir. Nampiah Sukarno.

Pembimbing 2:
Prof. Dr. Dyah Iswantini, M.Sc.Agr.

Pembimbing 3:
drh. Min Rahminiwati, M.S., Ph.D

Diketahui oleh

Ketua Program Studi:
Prof. Dr. Anja Meryandini, M.S.
NIP 19620327 198703 2 001

Dekan FMIPA IPB:
Dr. Berry Juliandi, S.Si., M.Si.
NIP 19780723 200701 1 001

Tanggal Ujian Tertutup: 26 Juli 2024
Tanggal Ujian Terbuka: 31 Juli 2024

Tanggal Lulus:

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

PRAKATA

Alhamduillah, puji dan syukur senantiasa penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas segala limpahan Rahmat dan Karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan Agustus 2018 ini ialah Cendawan Laut, dengan judul Keragaman Spesies Cendawan Laut Asosiasi Spons dan Potensi Senyawa Bioaktifnya sebagai Antimikrob.

Ucapan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya penulis sampaikan kepada yang terhormat: Terima kasih penulis ucapkan kepada Ibu Dr Ir Nampiah Sukarno selaku pembimbing I, Ibu Prof Dr Dyah Iswantini MScAgr selaku pembimbing II, dan Ibu Drh Min Rahminiwati MS PhD selaku pembimbing III dalam mencurahkan ilmu pengetahuan kepada penulis, saran, koreksi dan motivasi sehingga karya tulis ini dapat terselesaikan. Terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya, juga kami sampaikan kepada Novriyandi Hanif, S.Si., M.Sc., D.Sc. dan Dr. Ir. Yeti Darmayati, MSc. selaku Penguji luar komisi pada ujian tertutup dan sidang promosi doktor yang telah memberikan banyak masukan dan saran untuk kesempurnaan disertasi ini.

Terima kasih kepada Rektor dan Dekan SPs IPB yang telah memberikan ijin dan kesempatan kepada penulis untuk mengikuti pendidikan program Doktor di Sekolah Pascasarjana IPB. Terima kasih juga penulis sampaikan kepada Direktur Jenderal Pendidikan Tinggi, Kementerian Riset Teknologi dan Pendidikan Tinggi Republik Indonesia atas beasiswa PMDSU, dan juga kepada Prof Dr Anja Meryandini MS dan jajaran Dosen Program Studi Mikrobiologi atas saran dan kritik yang membangun baik secara langsung dan tidak langsung terhadap studi penulis dan penyusunan tesis. Ungkapan terima kasih disampaikan kepada orang tua dan adik-adik saya serta seluruh keluarga besar atas segala doa, materi dan kasih sayangnya. Ungkapan terima kasih juga disampaikan kepada teman-teman mikologi, IPBCC, Flinders University dan Biofarmaka Tropika yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu namanya atas bantuan dan doanya. Semoga karya ilmiah ini bermanfaat.

Bogor, Agustus 2024

Wendi Nurul Fadillah

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

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL ix
DAFTAR GAMBAR ix
DAFTAR LAMPIRAN x
I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 3
1.3 Tujuan 3
1.4 Manfaat 3
1.5 Kebaruan (*novelty*) 3
1.6 Ruang Lingkup 4
II TINJAUAN PUSTAKA 5
2.1 Cendawan Laut 5
2.2 Asosiasi Cendawan Laut terhadap Spons 6
2.3 Potensi Metabolit Sekunder Cendawan Laut 6
2.4 Potensi Senyawa Bioaktif sebagai Anti-*Candida* 8
III KERAGAMAN CENDAWAN LAUT ASOSIASI SPONS PADA EKOSISTEM TERUMBU KARANG PULAU PRAMUKA, DKI JAKARTA, INDONESIA 10
3.1 Pendahuluan 10
3.2 Metode 11
3.3 Hasil 13
3.4 Pembahasan 18
3.5 Kesimpulan 20
IV CATATAN BARU *Gymnoascus udagawae* ASOSIASI SPONS *Clathria* sp. ASAL INDONESIA DAN POTENSINYA SEBAGAI ANTI *Candida* 21
4.1 Pendahuluan 21
4.2 Metode 21
4.3 Hasil dan Pembahasan 22
4.4 Pembahasan 25
4.5 Simpulan 26
V CENDAWAN LAUT *Aspergillus hortai* SEBAGAI PENGHASIL SENYAWA ANTI MIKROB 27
5.1 Pendahuluan 27
5.2 Metode 28
5.3 Hasil 31
5.4 Pembahasan 39
5.5 Simpulan 41
VI PEMBAHASAN UMUM 42
VII SIMPULAN DAN SARAN 44
7.1 Simpulan 44
7.2 Saran 44

DAFTAR PUSTAKA 46
LAMPIRAN 59
RIWAYAT HIDUP 61

DAFTAR TABEL

1 BLASTn hasil cendawan terkait spons. 15
2 Ringkasan keseluruhan kejadian cendawan pada spons yang dikumpulkan dari perairan laut dangkal Pulau Pramuka, Indonesia. 16
3 Asosiasi cendawan turunan spons yang diisolasi dari spons laut tropis dari perairan laut dangkal Pulau Pramuka, Indonesia. 18
4 Potensi ekstrak kasar cendawan *Gymnoascus udagawae* IPBCC 19.1495 dan IPBCC 19.1496 terhadap *Candida albicans* dalam bentuk diameter penghambatan dengan Klotrimazol sebagai kontrol positif. 25

DAFTAR GAMBAR

1 Diagram alir penelitian yang dilakukan. 4
2 Perbandingan metabolit sekunder baru dari mikroorganisme laut terhadap total metabolit baru asal organisme laut yang terpublikasi pada tahun 2015 hingga 2019 (Blunt *et al.* 2017; 2018; Carroll *et al.* 2019; 2020; 2021). 7
3 Total metabolit sekunder baru dari berbagai mikroorganisme laut yang terpublikasi pada tahun 2015 hingga 2019 (Blunt *et al.* 2017; 2018; Carroll *et al.* 2019; 2020; 2021). 8
4 Lokasi pengambilan sampel spons di perairan laut pulau Pramuka (A); (●) titik selam. 11
5 Keragaman spons laut tropis yang dikumpulkan dari perairan laut Pulau Pramuka. 14
6 Kelimpahan genus cendawan yang berasal dari spons yang diisolasi dari spons laut tropis dari perairan laut dangkal Pulau Pramuka, Indonesia. 17
7 Dua spons laut *Clathria* sp. dikumpulkan dari area yang dikelilingi lamun (kiri) dan area yang dikelilingi terumbu karang (kanan). 23
8 Struktur koloni dan mikroskopis *Gymnoascus* IPBCC 19.1495 dan IPBCC 19.1496 yang tumbuh pada PDA selama delapan hari setelah inokulasi. 23
9 Pohon filogenetik ITS rDNA diperoleh dengan analisis *Maximum likelihood*. Analisis filogenetik dilakukan berdasarkan model Kimura 2 Parameter dengan *Uncinocarpus reesii* sebagai *outgroup*. Nilai *bootstrap* ditunjukkan pada node. 24
10 daya hambat *Candida albicans* (*well diffusion assay*) oleh filtrat cendawan: A) *Gymnoascus udagawae* IPBCC19.1496 B) *Purpureocillium lilacinum* IPBCC.19.1498, dan C) *Aspergillus hortai* IPBCC.19.1497. 31

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

11 Koloni dan struktur mikroskopis *Aspergillus* sp. IPBCC.19.1497 yang ditumbuhkan pada PDA, struktur mikroskopis diamati pada 7 hari setelah inokulasi. 32
12 Pohon filogenetik gen ITS rDNA *Aspergillus* seksi *Terrei* yang diperoleh dengan analisis *maximum likelihood*. Analisis filogenetik dilakukan pada model Tamura 3-parameter dengan adanya tingkat invarian antar situs. Pohon tersebut dibangun dengan *A. flavipes* sebagai *outgroup*. Nilai *bootstrap* ditunjukkan pada node. 33
13 Pohon filogenetik gen β-tubulin dari *Aspergillus* seksi *Terrei* yang diperoleh dengan analisis *maximum likelihood*. Analisis filogenetik dilakukan pada model Kimura 2-parameter dengan distribusi gamma di antara situs. Pohon tersebut dibangun dengan *A. neoflavipes* sebagai *outgroup*. Nilai *bootstrap* ditunjukkan pada node. 34
14 Aktivitas *A. hortai* IPBCC.19.1497 terhadap *E. coli* dan *C. albicans*. pada beberapa medium; diameter penghambatan diukur dalam lima kali ulangan dengan standar error tertera pada grafik. 35
15 Pengaruh filtrat *A. hortai* IPBCC.19.1497 ketika diberi perlakuan pH. Diameter penghambatan diukur dalam lima kali ulangan dan batang menunjukkan standar kesalahan pengukuran. 36
16 Pengaruh filtrat *A. hortai* IPBCC.19.1497 ketika diinkubasi pada suhu 45°C. Diameter penghambatan diukur dalam lima kali ulangan dan batang menunjukkan standar kesalahan pengukuran. 36
17 Pengaruh kelarutan senyawa bioaktif *A. hortai* IPBCC.19.1497 ketika diekstraksi dengan etil asetat. Diameter penghambatan diukur dalam lima kali ulangan dan batang menunjukkan standar kesalahan pengukuran. 37
18 Profil Bioautogram fraksi ekstrak terhadap *C. albicans* dan *E. coli*. 37
19 Grafik pembacaan bobot molekul pada HRESIMS. 38

DAFTAR LAMPIRAN

20 Spektra analisis NMR 59

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