ISOLASI METABOLITE SEKUNDER dari EKSTRAK ETIL ASETAT KAPANG ENDOFIT *Emericella nidulans*: STUDI ANTIBAKTERI TERHADAP MRSA

NURHADI

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

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

PERNYATAAN MENGENAI TESIS DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis dengan judul "Isolasi Metabolit Sekunder dari Ekstrak Etil Asetat Kapang Endofit *Emericella nidulans*: Studi Antibakteri terhadap MRSA" 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, Maret 2025

Nurhadi
G4501222047

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

RINGKASAN

NURHADI. Isolasi Metabolit Sekunder dari Ekstrak Etil Asetat Kapang Endofit *Emericella nidulans*: Studi Antibakteri terhadap MRSA. Dibimbing oleh PURWANTININGSIH SUGITA, NOVRIYANDI HANIF, dan PRASETYAWAN YUNIANTO

Staphylococcus aureus resisten methicillin (MRSA) adalah patogen yang berbahaya dan menjadi prioritas utama dalam dunia kesehatan. Kemampuannya untuk bertahan terhadap berbagai antibiotik, khususnya golongan β-laktam, menjadikannya penyebab infeksi serius yang sulit diobati. Resistensi ini terjadi karena adanya ekspresi gen mecA, yang bertanggung jawab untuk memproduksi protein bernama PBP2a. Kehadiran PBP2a membuat antibiotik β-laktam tidak efektif, sehingga menyebabkan infeksi MRSA menjadi tantangan besar dalam pengobatan.

Kapang endofit diketahui mampu menghasilkan metabolit sekunder dengan aktivitas antibakteri, antijamur, antikanker, dan lain-lain. Dalam penelitian ini, kapang endofit *Emericella nidulans* dikultivasi, dan difermentasi dalam media beras, hasil fermentasi diekstraksi menggunakan pelarut etil asetat. Ekstrak kasar kemudian difraksinasi menggunakan metode kromatografi cair vakum.

Uji aktivitas antibakteri dilakukan dengan metode difusi cakram dengan isolat klinis MRSA terhadap ekstrak kasar, fraksi-fraksi, dan senyawa murni. Hasil uji menunjukkan bahwa fraksi 4, 5, 6, 7, 8, dan 9 memiliki zona hambat terhadap MRSA berkisar antara 7–9 mm yang tergolong dalam kategori sedang. Fraksi ke-7 dan ke-8 kemudian dipilih untuk dilakukan isolasi senyawa aktif lebih lanjut dengan teknik HPLC semi-preparatif. Isolasi dari fraksi 7 diperoleh sub fraksi 7.2I (10 mg), yang diidentifikasi sebagai 5'-*O*-asetil-3'-deoksiadenosin dan fraksi 8 menghasilkan senyawa murni (sub fraksi 8.5) dengan berat 20 mg diidentifikasi sebagai 3'-deoksiadenosin (*cordycepin*).

Meskipun struktur senyawa menunjukkan potensi farmakologis yang menjanjikan, hasil uji aktivitas antibakteri terhadap MRSA pada kedua senyawa murni tersebut tidak menunjukkan zona hambat, tidak ada efek antibakteri yang signifikan terhadap MRSA. Hal ini menunjukkan bahwa senyawa-senyawa tersebut tidak bekerja melalui mekanisme penghambatan pertumbuhan bakteri secara langsung, namun tidak menutup kemungkinan memiliki mekanisme aksi lain atau potensi terhadap target mikroba lain. Penelitian ini memberikan kontribusi penting dalam upaya pencarian senyawa bioaktif dari sumber endofit mangrove. Proses isolasi dan identifikasi dua turunan adenosin dari *E. nidulans* memperkaya pemahaman terhadap keragaman senyawa metabolit sekunder yang dihasilkan oleh mikroorganisme endofit. Temuan ini juga menegaskan perlunya studi lanjutan untuk mengeksplorasi potensi bioaktivitas lain, baik sebagai agen imunomodulator, antikanker, maupun inhibitor antibakterial terhadap mikroorganisme lain.

Kata kunci: Derivatif adenosine, *Emericella nidulans*, KCKT preparatif, MRSA, *Rhizopora mucronata*

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 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

SUMMARY

NURHADI. Isolation of Secondary Metabolites from Ethyl Acetate Extract of Active Fraction of Endophytic Fungus *Emericella nidulans*: Antibacterial Study against MRSA. Supervised by PURWANTININGSIH SUGITA, NOVRIYANDI HANIF, and PRASETYAWAN YUNIANTO.

Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) is one of the high-priority pathogens that cause serious and difficult-to-treat infections, mainly due to its ability to withstand various antibiotics, including the β-lactam class, due to the expression of the mecA gene that encodes the PBP2a protein. Endophytic molds are known to produce secondary metabolites with antibacterial, antifungal, anticancer, and other activities. In this study, the endophytic fungus *Emericella nidulans* was isolated from the leaves of *Rhizophora mucronata* mangrove plants from the North Jakarta mangrove ecotourism area. After being cultivated in rice media for 40 days, the biomass was fermented, and the fermentation results were extracted using ethyl acetate solvent. The crude extract was then fractionated using vacuum liquid chromatography method.

Antibacterial activity test was conducted by disc diffusion method against MRSA clinical isolates using crude extract, fractions, and pure compounds. The test results showed that fractions 4, 5, 6, 7, 8, and 9 had inhibition zones against MRSA ranging from 7-9 mm which were classified as moderate. The 7th and 8th fractions were then selected for further isolation of active compounds by semi-preparative HPLC technique. Isolation of fraction 8 produced a pure compound (compound I) weighing 20 mg which was analyzed using UPLC-MS/MS and NMR spectroscopy (^{1}H, ^{13}C, 2D NMR). Compound I was identified as 3'-deoxyadenosine (cordycepin), an adenosine derivative that has a purine nucleoside structure without a hydroxyl group at the 3' position. Meanwhile, from fraction 7, compound II (10 mg) was obtained, which was identified as 5'-*O*-acetyl-3'-deoxyadenosine, a cordycepin derivative that undergoes acetylation at the 5' hydroxyl group.

Although the compound structures show promising pharmacological potential, the results of antibacterial activity tests against MRSA on both pure compounds showed no inhibition zone, no significant antibacterial effect against MRSA. This suggests that these compounds do not work through the mechanism of inhibiting bacterial growth directly, but it does not rule out the possibility of having other mechanisms of action or potential against other microbial targets. This study makes an important contribution to the search for bioactive compounds from mangrove endophytes. The isolation and identification of two adenosine derivatives from *E. nidulans* enriched the understanding of the diversity of secondary metabolite compounds produced by endophytic microorganisms. These findings also emphasize the need for further studies to explore other potential bioactivities, both as immunomodulatory agents, anticancer, and antibacterial inhibitors against other microorganisms.

Keywords: Adenosine derivates, *Emericella nidulans*, HPLC preparative, MRSA *Rhizopora mucronata*.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 20XX
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

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

ISOLASI METABOLIT SEKUNDER KAPANG dari EKSTRAK ETIL ASETAT KAPANG ENDOFIT *Emericella nidulans*: STUDI ANTIBAKTERI TERHADAP MRSA

NURHADI

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

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

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

Penguji Luar Komisi pada Ujian Tesis:

1. Prof. Dra. Dr. Laksmi Ambarsari, M.S.

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

Judul Tesis : Isolasi Metabolit Sekunder dari Ekstrak Etil Asetat Kapang Endofit *Emericella nidulans*: Studi Antibakteri terhadap MRSA

Nama : Nurhadi

NIM : G4501222047

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Prof. Dr. Purwantiningsih Sugita, MS

Pembimbing 2:
Novriyandi Hanif, S.Si., M.Sc., D.Sc.

Pembimbing 3:
Dr. Prasetyawan Yunianto, S.Si., MP.

Diketahui oleh

Ketua Program Studi:
Prof. Dr. Irmanida Batubara, S.Si., M.Si.
NIP. 197508072005012001

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

Tanggal Ujian:
24 Juni 2025

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

@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 Desember 2023 sampai bulan Agustus 2024 ini ialah suatu penelitian mengenai isolasi dan uji aktivitas antibakteri MRSA, dengan judul "Isolasi Metabolit Sekunder dari Ekstrak Etil Asetat Kapang Endofit *Emericella nidulans*: Studi Antibakteri terhadap MRSA".

Terima kasih penulis ucapkan kepada para pembimbing, Prof. Dr. Purwantiningsih Sugita, MS., Novriyandi Hanif, S.Si., M.Sc., D.Sc., Dr. Prasetyawan Yunianto, S.Si., MP. yang telah membimbing dan banyak memberi saran. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Prof. Dr. Ika Amalia Kartika S.T.P., M.Si., selaku moderator seminar, juga kepada Prof. Dra. Dr. Laksmi Ambarsari, MS sebagai penguji dalam sidang tesis dan Dr. Gustini Syahbirin, MS sebagai perwakilan prodi dalam sidang tesis. Di samping itu, penghargaan penulis sampaikan kepada Pak Yudi Rusman, PhD *staff scientist University of Minnesota, United States*, Dr.rer.nat. Agus Supriyono, Dr. Susi kusumaningrum, Dr. Firdayani yang telah banyak membantu penulis memberikan saran dan masukan, seluruh pengelola dan staf Laboratorium Agroindustri dan Biomedika BRIN yang telah memberi izin penelitian. Ungkapan terima kasih juga disampaikan kepada ayahanda Baskar, ibunda Nipah, istri sholehah Evi Susanti, anak-anak sholeh dan sholehah Ibrahim, Hasna Raihanah, Suhail, Khonsa, Said serta seluruh keluarga yang telah memberikan dukungan, doa, dan kasih sayangnya.

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

Bogor, Maret 2025

Nurhadi

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 xii

DAFTAR GAMBAR xii

DAFTAR LAMPIRAN xii

I PENDAHULUAN 1
- 1.1 Latar Belakang 1
- 1.2 Rumusan Masalah 2
- 1.3 Tujuan 2
- 1.4 Manfaat 3
- 1.5 Ruang lingkup 3

II TINJUAN PUSTAKA 4
- 2.1 Mangrove 4
- 2.2 *Rhizophora mucronata* 5
- 2.3 Mikroorganisme Endofit 6
- 2.4 *Methicillin Resistant Staphylococcus aureus* 7
- 2.5 Metode Uji Aktivitas Antibakteri 9
- 2.6 Ekstraksi 10
- 2.7 Kromatografi Cair Vakum 10
- 2.8 Kromatografi Cair Kinerja Tinggi 11
- 2.9 Kromatografi Cair Kinerja Tinggi Preparatif 12
- 2.10 Spektrofotometri Massa LC-MS/MS 14
- 2.11 Spektroskopi Resonansi Magnet Inti 14

III METODE 16
- 3.1 Tempat dan Waktu Penelitian 16
- 3.2 Alat dan Bahan 16
- 3.3 Ruang Lingkup 16
- 3.4 Prosedur Pembuatan Media 17
- 3.5 Uji Aktivitas Antibakteri Difusi Agar Cakram 19
- 3.6 Analisis HRMS terhadap Ekstrak Etil Asetat 19
- 3.7 Simulasi Penambatan Molekuler 20
- 3.8 Isolasi dengan Metode Kromatografi Preparatif 20
- 3.9 Identifikasi Isolat Hasil Isolasi 21

IV HASIL DAN PEMBAHASAN 23
- 4.1 Karakterisasi Kapang Endofit 23
- 4.2 Ektrak dan Fraksi 23
- 4.3 Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etil Asetat dan Fraksi-Fraksi Kapang Endofit *E. nidulans* 26
- 4.4 Analisis Spekral LC-HRMS 28
- 4.5 Prediksi Komputasional Penambatan Molekuler 29
- 4.6 Isolasi Senyawa Bioaktif dari Fraksi Aktif Ekstrak Etil Asetat 30
- 4.7 Aktivitas Antibakteri Isolat Murni terhadap Bakteri MRSA 39

V SIMPULAN DAN SARAN 41
- 5.1 Simpulan 41
- 5.2 Saran 41

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

DAFTAR PUSTAKA 42
LAMPIRAN 51
RIWAYAT HIDUP 70

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

DAFTAR TABEL

1. Senyawa metabolit pada tumbuhan *R. Mucronata* 6
2. Klasifikasi daya hambat berdasarkan diameter zona penghambatan 10
3. Fase gerak KCV dari sembilan fraksi 19
4. Sembilan fraksi hasil KCV ekstrak etil setat 25
5. Zona hambat ekstrak kasar dan fraksi etil asetat, kontrol positif, control negatif menggunakan metode difusi cakram agar terhadap bakteri MRSA 27
6. Perbandingan dengan sinyal (^{1}H dan ^{13}C NMR) *cordycepin* dan senyawa sub fraksi 8.5 32
7. Data spektral NMR 1D dan 2D untuk senyawa sub fraksi 8.5 33
8. Perbandingan dengan sinyal (^{1}H dan ^{13}C NMR) dari 5'-*O*-asetil-3'-deoksiadenosin yang diketahui sebelumnya dan senyawa sub fraksi 7.2 37
9. Data spektral NMR 1D dan 2D (700 MHz, Aseton-d6) untuk sub fraksi 7.2 38

DAFTAR GAMBAR

1. Mangrove *Rhizophora mucronata* 5
2. Isolat kapang endofit *E. nidulans* secara makroskopik 23
3. Kromatogram KCKT semi-preparatif dari fraksi kedelapan 32
4. Struktur 3'-Deoxiadenosin (*Cordycepin*) 35
5. Kromatogram KCKT semi-preparatif dari fraksi ketujuh 36
6. Struktur 5'-*O*-asetil-3'-deoksiadenosin 39
7. Aktivitas antibakteri senyawa 3'-Deoxiadenosin dan 5'-*O*-asetil-3'-deoksiadenosin metode difusi agar cakram 39

DAFTAR LAMPIRAN

1. Diagram alir penelitian isolasi metabolit sekunder 52
2. Kromatografi Lapis Tipis ektrak dan hasil fraksi-fraksi 53
3. Aktivitas antibakteri ekstrak kasar dan fraksi etil asetat, kontrol positif, kontrol negatif menggunakan metode difusi cakram agar terhadap bakteri MRSA 53
4. Kromatogram ion total ekstrak kasar etil asetat *E.nidulans*. 54
5. Metabolit etil asetat kasar dari *E.nidulans* diidentifikasi dengan LC-HRMS 54
6. Perbandingan ligan asli (*wireframe*) dan simulasi hasil redocking (*stick*). 55
7. Hasil simulasi penambatan molekuler pada ligan asli 56
8. Afinitas pengikatan ligan-protein (skor rerank) dari tertinggi ke terendah dari 47 senyawa dan posenya 56
9. Sembilan senyawa dengan afinitas ikatan melebihi ligan asli dan kloramfenikol dari simulasi docking molekuler 62

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.
Perpustakaan IPB University

10. Spektrum UV senyawa sub fraksi 8.5 62
11. Spektrum LC-MS/MS senyawa sub fraksi 8.5 63
12. Spektrum ^{1}H NMR (700 MHz, aseton) senyawa sub fraksi 8.5 63
13. Spektrum ^{13}C NMR (700 MHz, aseton) senyawa sub fraksi 8.5 63
14. Spektrum DEPT135 NMR (700 MHz, aseton) senyawa sub fraksi 8.5 64
15. Spektrum HSQC (700 MHz, aseton) senyawa sub fraksi 8.5 64
16. Spektrum HMBC (700 MHz, aseton) sub fraksi 8.5 65
17. Spektrum COSY NMR (700 MHz, aseton) sub fraksi 8.5 65
18. Spektrum UV sub fraksi 7.2 66
19. Spektrum LC-MS/MS sub fraksi 7.2 66
20. Spektrum ^{1}H NMR (700 MHz, aseton) sub fraksi 7.2 67
21. Spektrum ^{13}C NMR (700 MHz, aseton) sub fraksi 7.2 67
22. Spektrum DEPT135 NMR (700 MHz, aseton) sub fraksi 7.2 68
23. Spektrum HSQC NMR (700 MHz, aseton) sub fraksi 7.2 68
24. Spektrum HMBC NMR (700 MHz, aseton) sub fraksi 7.2 69

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