

**ANALISIS BIOAKTIVITAS DAN POTENSI FARMAKOLOGIS
SENYAWA METABOLIT SEKUNDER BAKTERI LAUT
Rhodococcus ruber SECARA *IN VITRO* DAN *IN SILICO***

KANIA SALSABILA



**PROGRAM STUDI BIOKIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**

@Hak cipta milik IPB University

IPB University





@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

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



PERNYATAAN MENGENAI TESIS DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis dengan judul “Analisis Bioaktivitas dan Potensi Farmakologis Senyawa Metabolit Sekunder Bakteri Laut *Rhodococcus ruber* Secara *in Vitro* dan *in Silico*” 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, Agustus 2026

Kania Salsabila
NIM. G501251021

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



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

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

RINGKASAN

KANIA SALSABILA. Analisis Bioaktivitas dan Potensi Farmakologis Senyawa Metabolit Sekunder Bakteri Laut *Rhodococcus ruber* Secara *in Vitro* dan *in Silico*. Dibimbing oleh SYAMSUL FALAH dan ELA NOVIANTI.

Mikroba saat ini memiliki kemampuan adaptasi yang tinggi hingga dapat membentuk biofilm yang memicu resistensi antimikroba, sehingga menjadikannya sebagai tantangan kesehatan global. Biofilm yang dibentuk oleh patogen klinis, tidak hanya meningkatkan resistensi terhadap antibiotik konvensional, tetapi juga memicu respons inflamasi kronis yang erat kaitannya dengan stres oksidatif akibat produksi radikal bebas berlebih. Kondisi ini menunjukkan bahwa pengobatan infeksi tidak cukup hanya menargetkan bakteri penyebabnya, melainkan juga memerlukan senyawa terapeutik multifungsi yang mampu bekerja sebagai agen antibakteri, antibiofilm, antioksidan, sekaligus antiinflamasi, salah satunya berasal dari mikroorganisme laut. *Rhodococcus ruber* yang berasosiasi dengan anemon laut *Heteractis magnifica* menjadi kandidat yang menjanjikan karena kemampuannya dalam menghasilkan beragam metabolit sekunder. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan mengidentifikasi metabolit sekunder *Rhodococcus ruber* serta mengevaluasi potensi antibiofilm, antimikroba, antioksidan, dan antiinflamasinya melalui pendekatan *in vitro* dan *in silico*.

Penelitian diawali dengan peremajaan, ekstraksi *R. ruber*, dan identifikasi senyawa metabolit sekunder menggunakan GC-MS. Selanjutnya, ekstrak diuji secara *in vitro* meliputi aktivitas antibiofilm (*crystal violet*), antimikroba (*well diffusion*) terhadap *E. coli* dan *P. aeruginosa*, antioksidan (DPPH), serta antiinflamasi (BSA 0,1%). Aktivitas antiinflamasi kemudian dikonfirmasi melalui uji viabilitas sel (MTT) dan produksi NO (Griess) pada sel RAW 264.7 yang diinduksi LPS. Selanjutnya, dilakukan pendekatan *in silico* berupa skrining fisikokimia, prediksi toksisitas, dan *molecular docking* terhadap target antioksidan (KEAP1, SOD, dan CAT) serta antiinflamasi (COX-2, iNOS, dan TNF- α).

Hasil GC-MS berhasil mengidentifikasi 40 senyawa dari ekstrak metanol *R. ruber* dengan senyawa dominan adalah *octahydropyrrolo[1,2-a]pyrazine-1,4-dione* sebesar 33,40%. Ekstrak *R. ruber* menunjukkan aktivitas antioksidan sebesar 77,79% dan penghambatan antiinflamasi sebesar 61,19% pada konsentrasi 12 mg/mL. Aktivitas antibiofilm terhadap *E. coli* mencapai 61,71% pada konsentrasi 8 mg/mL, sedangkan terhadap *P. aeruginosa* tetap di bawah 50% karena matriks biofilm yang lebih kompleks. Sementara itu, tidak ditemukannya aktivitas antimikroba terhadap dua patogen tersebut. Viabilitas sel RAW 264.7 melebihi 90% hingga konsentrasi 0,08 mg/mL, dengan produksi NO berkurang secara optimal sebesar 78,58% (0,04 mg/mL). Skrining fisikokimia dan prediksi toksisitas dengan SwissADME dan ADMETlab 2.0 telah berhasil menyeleksi 40 senyawa menjadi 9 senyawa yang aman dan tidak toksik, sehingga dapat dilanjutkan ke tahap *molecular docking*. Hasil *molecular docking* mengungkapkan bahwa *cyclo(phe-pro)* dan *cyclo(phe-val)* menunjukkan kinerja yang lebih baik daripada asam askorbat dan diklofenak sodium terhadap KEAP1, SOD, dan CAT, serta COX-2, iNOS, dan TNF- α , yang menyimpulkan bahwa *R. ruber* berpotensi sebagai agen multitarget antioksidan dan antiinflamasi yang menjanjikan serta dapat dilakukan penelitian lebih lanjut.

Kata kunci: antiinflamasi, antioksidan, *molecular docking*, RAW 264.7, *R. ruber*



@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.

SUMMARY

KANIA SALSABILA. Analysis of Bioactivity and Pharmacological Potential of Secondary Metabolites Compounds of the Marine Bacteria *Rhodococcus ruber* Through *in Vitro* and *in Silico*. Supervised by SYAMSUL FALAH and ELA NOVIANTI.

Microorganisms currently possess a high capacity for adaptation, which enables them to form biofilms that promote antimicrobial resistance, thereby establishing them as a global health challenge. Biofilms formed by clinical pathogens not only increase resistance to conventional antibiotics but also trigger chronic inflammatory responses that are closely associated with oxidative stress resulting from excessive free radical production. This condition indicates that infection treatment cannot rely solely on targeting the causative bacteria, but also requires multifunctional therapeutic compounds capable of acting simultaneously as antibacterial, antibiofilm, antioxidant, and anti-inflammatory agents, one of which can be derived from marine microorganisms. *Rhodococcus ruber*, which is associated with the sea anemone *Heteractis magnifica*, represents a promising candidate owing to its capacity to produce a diverse range of bioactive secondary metabolites. Therefore, this study aims to identify the secondary metabolites of *Rhodococcus ruber* and to evaluate its antibiofilm, antimicrobial, antioxidant, and anti-inflammatory potential through *in vitro* and *in silico*.

The research began with subculturing, extraction of *R. ruber*, and identification of secondary metabolite compounds using GC-MS. The extract was then tested *in vitro* for antibiofilm activity (crystal violet assay), antimicrobial activity (well diffusion method) against *E. coli* and *P. aeruginosa*, antioxidant activity (DPPH assay), and anti-inflammatory activity (0.1% BSA). The anti-inflammatory activity was subsequently confirmed through a cell viability assay (MTT) and nitric oxide (NO) production assay (Griess) using LPS-induced RAW 264.7 cells. Next, an *in silico* approach was performed, comprising physicochemical screening, toxicity prediction, and molecular docking against antioxidant targets (KEAP1, SOD, and CAT) and anti-inflammatory targets (COX-2, iNOS, and TNF- α).

GC-MS analysis identified 40 compounds in the methanol extract of *R. ruber*, with octahydropyrrolo[1,2-a]pyrazine-1,4-dione as the dominant compound (33.40%). At 12 mg/mL, the extract showed 77.79% antioxidant activity and 61.19% anti-inflammatory inhibition. Antibiofilm activity reached 61.71% against *E. coli* (8 mg/mL) but remained below 50% against *P. aeruginosa* due to its more complex biofilm matrix, while no antimicrobial activity was observed against either pathogen. RAW 264.7 cell viability stayed above 90% up to 0.08 mg/mL, with NO production optimally reduced by 78.58% at 0.04 mg/mL. Physicochemical screening and toxicity prediction (SwissADME, ADMETlab 2.0) narrowed the 40 compounds down to 9 safe, non-toxic candidates for molecular docking. Docking results showed that cyclo(phe-pro) and cyclo(phe-val) outperformed ascorbic acid and diclofenac sodium against KEAP1, SOD, CAT, COX-2, iNOS, and TNF- α , indicating that *R. ruber* has potential as a promising multitarget antioxidant and anti-inflammatory agent worth further investigation.

Keywords: anti-inflammatory, antioxidant, molecular docking, RAW 264.7, *R. ruber*



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

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

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2026
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.

**ANALISIS BIOAKTIVITAS DAN POTENSI FARMAKOLOGIS
SENYAWA METABOLIT SEKUNDER BAKTERI LAUT
Rhodococcus ruber SECARA *IN VITRO* DAN *IN SILICO***

KANIA SALSABILA

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

**PROGRAM STUDI BIOKIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



@Hak cipta milik IPB University

IPB University

Penguji pada Ujian Tesis:
Dr. Dimas Andrianto, S.Si., M.Si.



IPB University
— Bogor Indonesia —

Perpustakaan IPB University



Judul Tesis : Analisis Bioaktivitas dan Potensi Farmakologis Senyawa
Metabolit Sekunder Bakteri Laut *Rhodococcus ruber* Secara
in Vitro dan *in Silico*

Nama : Kania Salsabila
NIM : G8501251021

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Dr. Syamsul Falah, S.Hut., M.Si.




Pembimbing 2:
dr. Ela Novianti, Ph.D.

Diketahui oleh

Ketua Program Studi:
Dr. Syamsul Falah, S.Hut., M.Si.
NIP. 19700503 200501 1 001

Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam :
Dr. Berry Juliandi, S.Si., M.Si.
NIP. 19780723 200701 1 001





Tanggal Ujian:
13 Agustus 2026

Tanggal Lulus:



@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 SWT atas segala rahmat dan kasih sayang-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Judul dalam penelitian ini adalah “Analisis Bioaktivitas dan Potensi Farmakologis Senyawa Metabolit Sekunder Bakteri Laut *Rhodococcus ruber* Secara *in Vitro* dan *in Silico*”, telah dilaksanakan sejak bulan Oktober 2025 hingga bulan Mei 2026.

Keberhasilan penyusunan karya ilmiah ini tidak lepas dari bantuan, bimbingan, dan dukungan dari semua pihak terkait. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Dr. Syamsul Falah, S.Hut., M.Si. selaku pembimbing 1 yang sudah meluangkan waktunya untuk membimbing, memberi saran, dan bantuan dalam penyusunan karya ilmiah ini.
2. dr. Ela Novianti, Ph.D. selaku pembimbing 2 yang sudah meluangkan waktunya untuk membimbing, memberi saran, dan bantuan dalam menyusun karya ilmiah ini, serta memberikan izin untuk turut berkontribusi dalam kegiatan penelitian bersama Kelompok Riset Rekayasa Fungsi Gen Symbion Berbasis Sel Mamalia.
3. Tim peneliti Kelompok Riset Rekayasa Fungsi Gen Symbion Berbasis Sel Mamalia, Pusat Riset Rekayasa Genetika, BRIN Cibinong, Apt. Ai Hertati, M.Si., Ph.D., Nurlaili Ekawati, M.Biomed., dan Herman Irawan, S.Si., M.Si. yang turut serta membimbing, memberikan saran, dan masukan selama penelitian berlangsung.
4. Laboratorium Genomik dan Cryo-EM serta Laboratorium Taksa Kawasan Sains dan Teknologi Soekarno, Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN), Cibinong, Bogor, Indonesia atas penyediaan fasilitas selama penelitian berlangsung.
5. Ibu dan Ayah yang senantiasa memberikan dukungan moral, material, dan spiritual, serta tanpa henti mengupayakan pendidikan terbaik bagi penulis, dengan doa, kasih sayang, kesabaran, dan harapan yang selalu mengiringi setiap langkah hingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penyusunan karya ilmiah ini.
6. Sahabat-sahabat penulis yang turut serta mendukung perjalanan penelitian, di antaranya Monita, Putri, Rifda, Yana, Rara, Mine, Reza, Nadine, Imel, Cindy, Iki, Kak Oyi, Kak Nadia, Mutiara, Diva, dan Nisa.

Semoga karya ilmiah ini dapat bermanfaat bagi penulis, pihak yang membutuhkan, pembaca pada umumnya, dan kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Agustus 2026

Kania Salsabila



@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.

DAFTAR ISI

DAFTAR GAMBAR	xxii
DAFTAR TABEL	xxiii
DAFTAR LAMPIRAN	xxiii
I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	3
1.5 Ruang Lingkup	3
1.6 Kebaruan (<i>novelty</i>)	3
1.7 Hipotesis	3
II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Bakteri Laut <i>Rhodococcus ruber</i>	4
2.2 GC-MS (<i>Gas Chromatography-Mass Spectrometry</i>)	5
2.3 Antibiofilm	6
2.4 Antimikroba	7
2.5 Antioksidan	9
2.6 Antiinflamasi	10
2.7 Analisis Microtetrazolium	11
2.8 Analisis <i>Nitric Oxide</i>	13
2.9 Analisis <i>In Silico</i> Berbasis <i>Molecular Docking</i>	14
III METODE	
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	16
3.2 Alat dan Bahan	16
3.3 Prosedur Kerja	16
3.4 Analisis Data	21
IV HASIL	
4.1 Rendemen Ekstrak <i>Rhodococcus ruber</i>	22
4.2 Analisis GC-MS	22
4.3 Aktivitas Antibiofilm dengan <i>Crystal Violet</i>	24
4.4 Aktivitas Antimikroba dengan <i>Well-Diffusion Method</i>	25
4.5 Aktivitas Antioksidan dengan DPPH	25
4.6 Aktivitas Antiinflamasi dengan BSA	26
4.7 Morfologi Sel RAW 264.7	27
4.8 Viabilitas Sel dengan <i>Microtetrazolium</i>	27
4.9 Persentase Produksi <i>Nitric Oxide</i> dengan Metode Griess	28
4.10 Fisikokimia dan Prediksi Toksisitas Senyawa <i>R. ruber</i>	29
4.11 <i>Molecular Docking</i>	30
V PEMBAHASAN	
5.1 Rendemen Ekstrak <i>Rhodococcus ruber</i>	37
5.2 Analisis GC-MS	37
5.3 Aktivitas Antibiofilm dengan <i>Crystal Violet</i>	39
5.4 Aktivitas Antimikroba dengan <i>Well-Diffusion Method</i>	41
5.5 Aktivitas Antioksidan dengan DPPH	42
5.6 Aktivitas Antiinflamasi dengan BSA	40
5.7 Morfologi Sel RAW 264.7	42

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



5.8	Viabilitas Sel dengan <i>Microtetrazolium</i>	47
5.9	Produksi NO <i>Nitric Oxide</i> dengan Metode Griess	48
5.10	Fisikokimia dan Prediksi Toksisitas Senyawa <i>R. ruber</i>	49
5.11	Hasil <i>Molecular Docking</i>	52
VI	SIMPULAN DAN SARAN	
6.1	Simpulan	52
6.2	Saran	52
	DAFTAR PUSTAKA	53
	LAMPIRAN	70
	RIWAYAT HIDUP	87

DAFTAR GAMBAR

1	Bakteri laut <i>Rhodococcus ruber</i>	4
2	Desain instrumen GC-MS	6
3	Lima fase utama pembentukan biofilm	7
4	Mekanisme penghambatan pertumbuhan bakteri oleh agen antimikroba	9
5	Reaksi antioksidan dan DPPH radikal bebas	10
6	Jalur sinyal inflamasi	11
7	Faktor-faktor yang memengaruhi pengukuran uji MTT	12
8	Struktur skematis nitrat oksida sintase (NOS)	14
9	Sintesis NO dan produk terkait	14
10	Jenis-jenis <i>docking</i>	15
11	Persentase inhibisi biofilm patogen	21
12	Aktivitas antimikroba ekstrak bakteri laut <i>R. ruber</i>	25
13	Aktivitas antioksidan ekstrak bakteri laut <i>R. ruber</i>	25
14	Aktivitas antiinflamasi ekstrak bakteri laut <i>R. ruber</i>	26
15	Morfologi sel RAW 264.7	27
16	Viabilitas sel (%) pada sel RAW 264.7 yang distimulasi dengan LPS	28
17	Persentase produksi NO pada sel RAW 264.7 yang distimulasi LPS	28
18	<i>Heatmap</i> nilai <i>binding affinity</i> sembilan senyawa terpilih beserta kontrol	31
19	Reseptor antioksidan dan antiinflamasi	33
20	Interaksi 2D antara (a) KEAP1 – asam askorbat; (b) KEAP1 – $C_{14}H_{16}N_2O_2$; (c) KEAP1 – $C_{14}H_{18}N_2O_2$	34
21	Interaksi 2D antara (a) SOD – asam askorbat; (b) SOD – $C_{14}H_{16}N_2O_2$; (c) SOD – $C_{14}H_{18}N_2O_2$	34
22	Interaksi 2D antara (a) CAT – asam askorbat; (b) CAT – $C_{14}H_{16}N_2O_2$; (c) CAT – $C_{14}H_{18}N_2O_2$	35
23	Interaksi 2D antara (a) COX-2 – diklofenak sodium; (b) COX-2 – $C_{14}H_{16}N_2O_2$; (c) COX-2 – $C_{14}H_{18}N_2O_2$	35
24	Interaksi 2D antara (a) iNOS – diklofenak sodium; (b) iNOS – $C_{14}H_{16}N_2O_2$; (c) iNOS – $C_{14}H_{18}N_2O_2$	36
25	Interaksi 2D antara (a) TNF- α – diklofenak sodium; (b) TNF- α – $C_{14}H_{16}N_2O_2$; (c) TNF- α – $C_{14}H_{18}N_2O_2$	36

DAFTAR TABEL

1	Senyawa metaolit sekunder <i>R. ruber</i> dari analisis GC-MS	23
2	Fisikokimia senyawa <i>R. ruber</i> yang diprediksi oleh SwissADME	29
3	Prediksi toksisitas senyawa <i>R. ruber</i> yang diprediksi oleh ADMETlab 2.0	30
4	Interaksi asam amino dari senyawa dengan skor tertinggi sebagai ligan dengan target KEAP1, SOD, dan CAT	31
5	Interaksi asam amino dari senyawa dengan skor tertinggi sebagai ligan dengan target COX-2, iNOS, dan TNF- α	32

DAFTAR LAMPIRAN

1	Ruang lingkup penelitian	71
2	Bagan alir penelitian	72
3	Kromatogram hasil deteksi senyawa metabolit sekunder dengan GC-MS	73
4	Analisis statistik uji antibiofilm dan hasil secara kualitatif terhadap <i>E. coli</i>	73
5	Analisis statistik uji antibiofilm dan hasil secara kualitatif terhadap <i>P. aeruginosa</i>	74
6	Analisis statistik uji antioksidan dengan DPPH	75
7	Analisis statistik uji antiinflamasi dengan BSA	76
8	Analisis statistik uji viabilitas sel dengan MTT	77
9	Analisis statistik persentase produksi NO dengan <i>Griess assay</i>	78
10	Fisikokimia senyawa <i>R. ruber</i> yang diprediksi oleh SwissADME	79
11	Prediksi toksisitas senyawa <i>R. ruber</i> oleh ADMETlab2.0	80
12	Nilai RMSD antara sembilan senyawa dari ekstrak metanol <i>R. ruber</i> dan ligan kontrol asam askorbat dengan protein antioksidan KEAP1	81
13	Nilai RMSD antara sembilan senyawa dari ekstrak metanol <i>R. ruber</i> dan ligan kontrol asam askorbat dengan protein antioksidan SOD	82
14	Nilai RMSD antara sembilan senyawa dari ekstrak metanol <i>R. ruber</i> dan ligan kontrol asam askorbat dengan protein antioksidan CAT	83
15	Nilai RMSD antara sembilan senyawa dari ekstrak metanol <i>R. ruber</i> dan ligan kontrol diklofenak sodium dengan protein antioksidan COX-2	84
16	Nilai RMSD antara sembilan senyawa dari ekstrak metanol <i>R. ruber</i> dan ligan kontrol diklofenak sodium dengan protein antioksidan iNOS	85
17	Nilai RMSD antara sembilan senyawa dari ekstrak metanol <i>R. ruber</i> dan ligan kontrol diklofenak sodium dengan protein antioksidan TNF- α	86