

REGULASI APOPTOSIS OLEH KAYU BAJAKAH DAN DAUN CAKAR AYAM: STUDI MOLEKULER MODEL KHAMIR DAN PREDIKSI AKTIVITAS ANTIKANKER

ZAIDATU KHOIRUN NISA



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

@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
Bogor Indonesia

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

Perpustakaan IPB University



@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 “Regulasi Apoptosis oleh Kayu Bajakah dan Daun Cakar Ayam: Studi Molekuler Model Khamir dan Prediksi Aktivitas Antikanker” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Tesis ini merupakan bagian dari proposal yang didanai oleh Kementerian Pendidikan Tinggi, Sains, dan Teknologi Republik Indonesia melalui Skema Riset Fundamental Reguler Tahun 2025 dengan nomor kontrak 23347/IT3.D10/PT.01.03/P/B/2025. 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, April 2026

Zaidatu Khoirun Nisa
G8501241019

@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 mengumumkannya 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

ZAIDATU KHOIRUN NISA. Regulasi Apoptosis oleh Kayu Bajakah dan Daun Cakar Ayam: Studi Molekuler Model Khamir dan Prediksi Aktivitas Antikanker. Dibimbing oleh SYAEFUDIN, RIKA INDRI ASTUTI, dan SULISTIYANI.

Secara terpisah, kayu bajakah (*Uncaria sp.*) dan daun cakar ayam (*Selaginella doederleinii* Hieron) telah digunakan sebagai obat kanker tradisional. Riset sebelumnya menunjukkan aktivitas antiproliferasi dari kombinasi fraksi etil asetat kayu bajakah dan daun cakar ayam (FEA-BC), tetapi belum diketahui mekanisme molekuler yang mendasari kejadian ini. Riset ini bertujuan menentukan potensi antikanker FEA-BC melalui regulasi apoptosis pada model sel *Saccharomyces cerevisiae* dengan mengevaluasi *hallmark* apoptosis. Selain itu, riset ini juga memprediksi potensi FEA-BC dalam menghambat protein antiapoptosis manusia, yakni *epidermal growth factor receptor* (EGFR) dan *cellular FLICE-inhibitory protein* (cFLIPs).

Riset diawali dengan partisi bertingkat untuk memperoleh fraksi etil asetat, kemudian FEA-BC diformulasikan dengan rasio 1:1. Induksi apoptosis dilakukan dengan menginkubasi sel khamir dalam FEA-BC pada konsentrasi 5, 10, dan 100 ppm. Setelah 24 jam, kultur ditebar pada media nonfermentatif dengan glukosa minimal lalu jumlah koloni *petite* dihitung setelah 48 jam. Parameter yang dianalisis meliputi aktivitas mitokondria (rodamin B), perubahan permukaan sel (*scanning electron microscope*), eksternalisasi fosfatidilserin (Annexin V/FITC-PI), fragmentasi DNA (TUNEL), serta regulasi gen apoptosis *FSH3*, *AIF1*, dan *YCA1*. Di sisi lain, prediksi inhibisi protein antiapoptosis manusia EGFR dan cFLIPs dilakukan melalui penambatan dan dinamika molekuler.

Konsentrasi tertinggi FEA-BC, yakni 100 ppm menyebabkan kerusakan mitokondria ditandai dengan pembentukan koloni *petite* tertinggi (85%) dan penurunan intensitas pendaran mitokondria. Konsentrasi tersebut mengubah permukaan sel, menstimulasi eksternalisasi fosfatidilserin, serta menyebabkan kerusakan DNA yang masif. Konsentrasi 100 ppm meningkatkan ekspresi gen *FSH3* (6 kali), *AIF1* (2 kali), dan *YCA1* (3 kali) yang meregulasi persinyalan apoptosis pada sel khamir. Meskipun demikian, konsentrasi 10 dan 5 ppm tetap mampu menginduksi apoptosis meskipun dengan aktivitas yang lebih rendah.

Selain itu, ditemukan peningkatan Analisis *in silico* mengidentifikasi 10-hidroksifeoforbid dan asam selaginelat sebagai inhibitor terbaik EGFR, tetapi kurang stabil secara dinamik (RMSD >3 Å), sedangkan asperglusida dan sotetsuflavon yang relatif menginhibisi cFLIPs memiliki kestabilan yang baik (RMSD <3 Å). Dari riset ini dapat disimpulkan bahwa FEA-BC berpotensi sebagai antikanker melalui peningkatan apoptosis jalur perusakan mitokondria pada sel model khamir dengan kemampuan yang *dose dependent* dibuktikan oleh terpenuhinya *hallmark apoptosis*. Selain itu, FEA-BC diprediksi mampu memodulasi jalur ekstrinsik apoptosis manusia dengan menghambat protein antiapoptosis yang terlibat.

Kata kunci: ekspresi gen, *eksternalisasi fosfatidilserin*, koloni *petite*, *Saccharomyces cerevisiae*, TUNEL.



SUMMARY

ZAIDATU KHOIRUN NISA. Apoptosis Regulation by Bajakah Wood and Cakar Ayam Leaf Extracts: A Molecular Investigation Using a Yeast Model and Anticancer Activity Prediction. Supervised by SYAEFUDIN, RIKA INDRI ASTUTI, and SULISTIYANI.

Separately, bajakah wood (*Uncaria sp.*) and cakar ayam leaves (*Selaginella doederleinii* Hieron) have been traditionally used as anticancer herbal medicines. Previous studies reported the antiproliferative activity of the combination of ethyl acetate fractions of bajakah wood and cakar ayam leaves (FEA-BC), but the underlying molecular mechanism remains unclear. This study aimed to determine the anticancer potential of FEA-BC through apoptosis regulation in the *Saccharomyces cerevisiae* cell model by evaluating apoptosis hallmarks. In addition, this study predicted the potential of FEA-BC to inhibit human antiapoptotic proteins, namely epidermal growth factor receptor (EGFR) and cellular FLICE-inhibitory protein (cFLIPs).

The study began with sequential partitioning to obtain the ethyl acetate fraction, followed by FEA-BC formulation at a 1:1 ratio. Apoptosis induction was performed by incubating yeast cells with FEA-BC at concentrations of 5, 10, and 100 ppm. After 24 hours, cultures were plated on nonfermentative medium with minimal glucose, and *petite* colonies were counted after 48 hours. The analyzed parameters included mitochondrial activity (rhodamine B), cell surface changes (scanning electron microscope), phosphatidylserine externalization (Annexin V/FITC-PI), DNA fragmentation (TUNEL), and apoptosis gene regulation (FSH3, AIF1, and YCA1). Meanwhile, inhibition of human antiapoptotic proteins EGFR and cFLIPs was predicted through molecular docking and dynamics.

The highest FEA-BC concentration (100 ppm) caused mitochondrial damage, indicated by the highest *petite* colony formation (85%) and decreased mitochondrial fluorescence intensity. This concentration also altered cell surface morphology, stimulated phosphatidylserine externalization, and caused massive DNA damage. The 100 ppm concentration increased the expression of apoptosis-related genes FSH3 (6-fold), AIF1 (2-fold), and YCA1 (3-fold), which regulate apoptosis signaling in yeast cells. However, lower concentrations (10 and 5 ppm) were still able to induce apoptosis though with lower activity.

In addition, *in silico* analysis identified 10-hydroxyphorbide and selaginellate acid as the best EGFR inhibitors, although they showed lower dynamic stability (RMSD >3 Å), while asperglauside and sotetsuflavone, which inhibited cFLIPs, exhibited good stability (RMSD <3 Å). This study concludes that FEA-BC has potential as an anticancer agent by enhancing mitochondrial pathway-mediated apoptosis in yeast model cells in a dose-dependent manner, as evidenced by the fulfillment of apoptosis hallmarks. Furthermore, FEA-BC is predicted to modulate the human extrinsic apoptosis pathway by inhibiting antiapoptotic proteins involved in cancer progression.

Keywords: gene expression, phosphatidylserine externalization, *petite* colony, *Saccharomyces cerevisiae*, TUNEL.



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.



@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.

REGULASI APOPTOSIS OLEH KAYU BAJAKAH DAN DAUN CAKAR AYAM: STUDI MOLEKULER MODEL KHAMIR DAN PREDIKSI AKTIVITAS ANTIKANKER

Z Aidatu Khoirun Nisa

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

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

- 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.

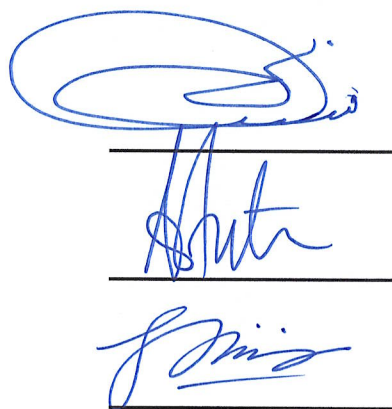
Judul Tesis : Regulasi Apoptosis oleh Kayu Bajakah dan Daun Cakar Ayam:
Studi Molekuler Model Khamir dan Prediksi Aktivitas Antikanker
Nama : Zaidatu Khoirun Nisa
NIM : G8501241019

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Syaefudin, M.Si., Ph.D.

Pembimbing 2:
Rika Indri Astuti, M.Si., Ph.D.

Pembimbing 3:
drh. Sulistiyani, M.Sc., Ph.D.



Diketahui oleh

Ketua Program Studi:
Dr. Syamsul Falah, S.Hut., M.Si.
NIP 197005032005011001

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



Tanggal Ujian:
3 Maret 2026

Tanggal Pengesahan:



@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.

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanaahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Penelitian yang dilaksanakan sejak bulan Desember 2024 sampai bulan Agustus 2025 ini adalah lanjutan dari proyek Program Kreativitas Mahasiswa (PKM) 2023 dengan judul “Sintesis Nanokapsul Liquid Nebulizer Ekstrak Kayu Bajakah dan Daun Cakar Ayam Berbasis PLGA Sebagai Terapi *Non-small Cell Lung Cancer*” dan tugas akhir sarjana penulis berjudul “Sitotoksitas Nanokapsul Kombinasi Fraksi Etil Asetat Kayu Bajakah dan Daun Cakar Ayam Terhadap *Non-Small Cell Lung Cancer*”.

Karya ilmiah tesis ini dapat diselesaikan tidak lepas dari bantuan dari berbagai pihak. Penulis berterima kasih kepada:

1. Syaefudin, S.Si., M.Si., Ph.D., Rika Indri Astuti S.Si., M.Si. Ph.D., dan drh. Sulistiyani, M.Sc., Ph.D. sebagai komisi pembimbing yang telah membimbing dan banyak memberi saran, arahan, dan dukungan selama penelitian berlangsung.
2. Kementerian Pendidikan Tinggi, Sains, dan Teknologi Republik Indonesia yang telah memberikan pendanaan sehingga riset dapat diselesaikan,
3. Pusat Bioteknologi (*Biotech Center*) LRI Teknologi Maju IPB yang telah mengizinkan penulis untuk melakukan riset di Laboratorium Bioenergi dan Bioprospeksi Mikroba.
4. Ayah, Mama, Adik, serta seluruh keluarga besar atas doa dan kasih sayangnya.
5. Teh Neng, Pak Irus, Mbak Pepi, dan Kak Ramdan yang telah memfasilitasi instrumen yang dibutuhkan.
6. Azzam yang telah banyak membantu, menemani, dan mendengarkan keluhan penulis selama studi hingga riset.
7. Naufal dan Cio sebagai bagian Tim PKM NanoBACK yang banyak membantu dan memberi pertimbangan kepada penulis untuk setiap rintangan yang dilalui.
8. Kak Ocha, Kak Rahma, Kak Lulu, Kak Ichi, Bu Isra, Kak Dika, Kak Vidia, Kak Rachmi, Cintami, dkk yang telah memberikan bantuan, menemani, dan menyemangati penulis selama tahap mikrobiologi dan molekuler berlangsung.
9. Tiara, Yuli, Kamilah, Sekar, Kak Naul, dan segenap tim *STY Research* yang telah banyak memberikan saran dan menemani penulis dalam berbagai kondisi, serta
10. Nadine, Fida, dan Widya yang tidak pernah lelah menjadi tempat bersandar penulis di setiap senang dan sedih.

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

Bogor, April 2026

Zaidatu Khoirun Nisa



@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 TABEL	xvi
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	2
1.5 Hipotesis	2
II TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Kematian Sel dan Apoptosis	3
2.2 Protein Regulator Apoptosis	4
2.3 Khamir <i>Saccharomyces cerevisiae</i> sebagai Model Studi Apoptosis pada Manusia	7
2.4 Tumbuhan dengan Potensi Proapoptosis	12
III METODE	15
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	15
3.2 Alat dan Bahan	15
3.3 Prosedur Kerja	16
3.4 Analisis data	21
IV HASIL	22
4.1 Kadar Air dan Rendemen Fraksi Etil Asetat	22
4.2 Kejadian Apoptosis pada Sel Khamir	22
4.3 Prediksi Apoptosis pada Manusia	29
V PEMBAHASAN	37
5.1 Pertumbuhan Khamir <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	37
5.2 Disfungsi Mitokondria sebagai Pemicu Awal Kematian Sel Khamir	37
5.3 Perubahan Struktur dan Integritas Permukaan Sel Khamir	40
5.4 Perubahan Komponen Seluler	41
5.5 Mekanisme Molekuler Regulasi Gen dalam Persinyalan Apoptosis	42
5.6 Prediksi Kejadian Apoptosis Pada Manusia	44
5.7 Integrasi Potensi Antikanker FEA-BC pada Model Sel Khamir dan Prediksi pada Manusia	49
VI SIMPULAN DAN SARAN	52
6.1 Simpulan	52
6.2 Saran	52
DAFTAR PUSTAKA	53
LAMPIRAN	66
RIWAYAT HIDUP	74

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



DAFTAR TABEL

1	Tipe-tipe kematian sel	4
2	Penyiapan kondisi perlakuan induksi apoptosis sel khamir pada berbagai konsentrasi campuran fraksi etil asetat kayu bajakah dan daun cakar ayam (FEA-BC)	17
3	Desain primer	20
4	Pengaturan alat PCR	20
5	Kadar air simplisia	22
6	Rendemen ekstrak etanol dan fraksi etil asetat	22
7	Eksternalisasi fosfatidilserin dan kebocoran seluler	26
8	Fragmentasi DNA	27
9	Validasi <i>grid box</i> untuk reseptor EGFR dan cFLIPs	30
10	Energi pengikatan dan konstanta disosiasi ligan asal fraksi etil asetat kayu bajakah terhadap kedua reseptor	30
11	Energi pengikatan dan konstanta disosiasi ligan asal fraksi etil asetat daun cakar ayam terhadap kedua reseptor	31
12	Energi pengikatan dan konstanta disosiasi ligan kontrol terhadap reseptor	31
13	Interaksi kompleks EGFR-ligan terbaik	32
14	Interaksi kompleks cFLIPs-ligan terbaik	34

DAFTAR GAMBAR

1	Perubahan sel saat mengalami apoptosis	4
2	Filamen rantai DED prokaspase-8 yang dihentikan oleh cFLIPs	6
3	<i>Crosstalk</i> antara jalur proliferasi via EGFR dengan apoptosis	7
4	Keterlibatan <i>YCA1</i> dalam apoptosis <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	11
5	Kayu bajakah <i>Uncaria sp.</i>	13
6	Tanaman cakar ayam	14
7	<i>Saccharomyces cerevisiae</i> .	23
8	Kurva tumbuh <i>Saccharomyces cerevisiae</i> S288C	23
9	Pengaruh perlakuan FEA-BC terhadap pembentukan koloni <i>petite</i> .	24
10	Sel khamir yang telah diberi berbagai perlakuan di media agar.	24
11	Contoh perbandingan ukuran antara koloni <i>petite</i> dan <i>grande</i> (normal) pada pemberian 4% glukosa	25
12	Jumlah Koloni <i>Saccharomyces cerevisiae</i> .	25
13	Kenampakan mitokondria sel khamir setelah pemberian molekul pelacak rodamin B	26
14	Kenampakan sel di bawah <i>Scanning Electron Microscope</i> pada perbesaran 10000x.	28
15	Ekspresi gen dalam regulasi apoptosis sel khamir.	29
16	Interaksi kompleks ligan-reseptor.	33
17	Interaksi kompleks ligan-cFLIPs.	34
18	Plot RMSD ligan terbaik terhadap EGFR selama 50 ns.	35

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.

19	Plot RMSF ligan terbaik terhadap EGFR selama 50 ns.	36
20	Plot RMSD ligan terbaik terhadap cFLIPs selama 50 ns.	36
21	Plot RMSF ligan terbaik terhadap cFLIPs selama 50 ns.	36
22	Integrasi jalur pemacuan apoptosis pada sel khamir oleh fraksi etil asetat kayu bajakah dan daun cakar ayam.	51
23	Prediksi penambatan senyawa aktif terbaik terhadap protein antiapoptosis manusia dan mekanismenya.	51

DAFTAR LAMPIRAN

1	Bagan Alir Penelitian	66
2	Jumlah koloni normal dan <i>petite</i>	67
3	Kuantifikasi RNA dan cDNA	69
4	Penentuan kelipatan ekspresi gen regulator apoptosis	70
5	Pemodelan struktur cFLIPs	72



@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.