

# SELEKSI GENOTIPE DAN OPTIMASI EKSTRAKSI SENYAWA FUNGSIONAL DAUN KUMIS KUCING (*Orthosiphon aristatus*)

**RAISADIBA PUTRI BOVANI**



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



### *@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 “Seleksi Genotipe dan Optimasi Ekstraksi Senyawa Fungsional Daun Kumis Kucing (*Orthosiphon aristatus*)” 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, Juni 2024

*Raisadiba Putri Bovani*  
G8501231027



@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.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2024  
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

*Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.*

*Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.*

## RINGKASAN

RAISADIBA PUTRI BOVANI. Seleksi Genotipe dan Optimasi Ekstraksi Senyawa Fungsional Daun Kumis Kucing (*Orthosiphon aristatus*). Dibimbing oleh LAKSMI AMBARSARI dan WARAS NURCHOLIS.

*Orthosiphon aristatus* (Blume) Miq. atau kumis kucing termasuk dalam famili *Lamiaceae*, merupakan tanaman obat yang mengandung berbagai senyawa fitokimia dengan aktivitas farmakologi yang potensial. Pemilihan genotipe unggul berdasarkan kandungan fitokimia dan aktivitas farmakologi, serta optimasi ekstraksi yang dapat menghasilkan kandungan fenolik dan efek antioksidannya yang optimal dari *O. aristatus* masih belum banyak dilakukan. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi genotipe unggul berdasarkan kandungan fenolik total (TPC), kandungan flavonoid total (TFC), kandungan asam rosmarinat (RAC), dan kandungan sinensetin (SC), kapasitas antioksidan *2-diphenyl picrylhydrazyl* (DPPH) dan *ferric reducing antioxidant power* (FRAP), aktivitas antikanker sel HeLa dan sel MCF-7, serta kombinasi ekstraksi optimal *O. aristatus* yang menghasilkan TPC dan kapasitas antioksidan DPPH, FRAP, *2,2'-azino-bis (3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid)* (ABTS), dan *cupric reducing antioxidant power* (CUPRAC) yang maksimal. Penelitian ini dibagi menjadi dua bagian, yaitu *screening* genotipe unggul (Penelitian 1) dan optimasi ekstraksi (Penelitian 2).

Penelitian 1 mendapatkan hasil bahwa kandungan fitokimia dan aktivitas farmakologi daun *O. aristatus* dipengaruhi pelarut dan genotipe yang digunakan. Evaluasi 15 genotipe dengan etil asetat menunjukkan hasil dengan rentang nilai beragam pada TPC (3,39–13,80 mg GAE/g BK), TFC (0,20–1,43 mg QE/g BK), RAC (0,02–0,19 mg/g BK), dan SC (1,61–21,67 mg/g BK). Uji antioksidan metode DPPH (2,09–13,98  $\mu\text{mol TE/g BK}$ ) dan FRAP (0,07–2,96  $\mu\text{mol TE/g BK}$ ). Aktivitas antikanker untuk sel HeLa (36–56,55%) dan sel MCF-7 (21,95–61,78%). Identifikasi senyawa metabolit sekunder dengan LC-HR/MS didapatkan 13 senyawa terpilih yang memiliki bioaktivitas setiap genotipe yang termasuk kepada golongan fenolik, flavonoid, monoterpenoid, diterpenoid, dan triterpenoid.

Berdasarkan analisis multivariat, genotipe A10 (TPC), A11 (SC dan DPPH), dan A12 (TFC dan FRAP) terbukti memiliki keunggulan. Genotipe A1 (sel HeLa) dan genotipe A8 (RAC dan sel MCF-7) juga terbukti memiliki keunggulan. Genotipe A1, A8, A10, A11, dan A12 menunjukkan kandungan fitokimia dan aktivitas farmakologis yang lebih tinggi sehingga berpotensi sebagai sumber senyawa obat berhubungan dengan sifat antioksidan dan antikanker (serviks dan payudara).

Penelitian 2, hasil optimasi ekstraksi etanol dari daun *O. aristatus* menggunakan *response surface methodology* dengan *Box-behnken design* menunjukkan bahwa kondisi optimum memiliki nilai *desirability* sebesar 0,81 dengan kombinasi faktor berupa waktu ekstraksi selama 3,465 menit, konsentrasi etanol 60%, dan rasio padatan-cairan sebesar 1:20. Faktor ekstraksi seperti waktu ekstraksi, konsentrasi pelarut, dan rasio padatan-cairan ini memiliki pengaruh signifikan terhadap respon TPC DPPH, FRAP, ABTS, dan CUPRAC.

**Kata kunci:** Antikanker, antioksidan, fenolik, flavonoid, metodologi permukaan respon

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.



## SUMMARY

RAISADIBA PUTRI BOVANI. Genotype Selection and Extraction Optimization of Functional Compound of Cat's Whisker Leaves (*Orthosiphon aristatus*). Supervised by LAKSMI AMBARSARI and WARAS NURCHOLIS.

*Orthosiphon aristatus* (Blume) Miq. or cat whiskers, which belong to the Lamiaceae family, are medicinal plants containing various phytochemical compounds with potential pharmacological activities. The selection of superior genotypes based on phytochemical content and pharmacological activity, as well as extraction optimization that can produce optimal phenolic content and antioxidant effects from *O. aristatus*, is yet to be widely carried out. This study aimed to create superior genotypes based on total phenolic content (TPC), total flavonoid content (TFC), rosmarinic acid content (RAC), sinensetin content (SC), antioxidant capacity of 2-diphenyl picrylhydrazyl (DPPH) and ferric reducing antioxidant power (FRAP), anticancer activity of HeLa cells and MCF-7 cells, optimal extraction combination of *O. aristatus* that produces maximum TPC, antioxidant capacity of DPPH, FRAP, 2,2'-azino-bis (3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) (ABTS), and copper reducing antioxidant power (CUPRAC). This research was divided into two parts: screening superior genotypes (Research 1) and optimization (Research 2).

Research 1 showed that the phytochemical content and pharmacological activity of *O. aristatus* leaves influence the solvent and genotype used. Evaluation of 15 genotypes with ethyl acetate showed results with varying value ranges in TPC (3.39–13.80 mg GAE/g DM), TFC (0.20–1.43 mg QE/g DM), RAC (0.02–0.19 mg/g DM), and SC (1.61–21.67 mg/g DM). Antioxidant test methods DPPH (2.09–13.98  $\mu\text{mol TE/g DM}$ ) and FRAP (0.07–2.96  $\mu\text{mol TE/g DM}$ ). Anticancer activity in HeLa cells (36–56.55%) and MCF-7 cells (21.95%–61.78%). Identification of secondary metabolite compounds using LC-HR/MS resulted in 13 selected compounds with bioactivity for each genotype, including phenolic, flavonoid, monoterpenoid, diterpenoid, and triterpenoid compounds.

Based on the multivariate analysis, genotypes A10 (TPC), A11 (SC and DPPH), and A12 (TFC and FRAP) were found to be superior. Genotype A1 (HeLa cells) and genotype A8 (RAC and MCF-7 cells) were also advantageous. Genotypes A1, A8, A10, A11, and A12 showed higher phytochemical content and pharmacological activity, making them potential sources of medicinal compounds with antioxidant and anticancer properties (cervical and breast).

In Experiment 2, the results of optimizing ethanol extraction from *O. aristatus* leaves using the response surface method with a Box–Behnken design showed that the optimum conditions had a desirability value of 0.81 with a combination of an extraction time factor of 3.465 min, ethanol concentration of 60%, and solids-liquid ratio of 1:20. Extraction factors, such as extraction time, solvent concentration, and solid-liquid ratio, significantly influenced the TPC response of DPPH, FRAP, ABTS, and CUPRAC.

**Keywords:** Anticancer, antioxidant, flavonoid, phenolic, response surface methodology

**SELEKSI GENOTIPE DAN OPTIMASI EKSTRAKSI  
SENYAWA FUNGSIONAL DAUN KUMIS KUCING  
(*Orthosiphon aristatus*)**

**RAISADIBA PUTRI BOVANI**

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  
2024**

- 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**

**Tim Penguji pada Ujian Tesis:**

- 1. Dr. Popi Asri Kurniatin, S.Si, Apt., M.Si.**
- 2. Prof. Dr. Ir. I Made Artika, M.App.Sc.**

- 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 : Seleksi Genotipe dan Optimasi Ekstraksi Senyawa Fungsional Daun Kumis Kucing (*Orthosiphon aristatus*)  
Nama : Raisadiba Putri Bovani  
NIM : G8501231027

@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.

Disetujui oleh

Pembimbing 1:  
Prof. Dr. Dra. Laksmi Ambarsari, M.S.  
  
Pembimbing 2:  
Dr. Waras Nurcholis, S.Si., M.Si.

Diketahui oleh

Ketua Program Studi:  
Prof. Dr. drh. Hasim, DEA.  
NIP 19610328 198601 1 002  
  
Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam:  
Dr. Berry Juliandi S.Si., M.Si.  
NIP 19780723 200701 1 001

Tanggal Ujian:  
19 Juli 2024

Tanggal Lulus:



### @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. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan Oktober 2023 sampai bulan April 2024 ini ialah seleksi genotipe dan optimasi ekstraksi kumis kucing dengan judul “Seleksi Genotipe dan Optimasi Ekstraksi Senyawa Fungsional Daun Kumis Kucing (*Orthosiphon aristatus*)”.

Terima kasih penulis ucapkan kepada para pembimbing, Prof. Dr. Dra. Laksmi Ambarsari, M.S. dan Dr. Waras Nurcholis, S.Si., M.Si. yang telah membimbing dan banyak memberi saran. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada moderator seminar dan penguji luar komisi pembimbing. Di samping itu, penghargaan penulis sampaikan kepada kepada Bapak Boyon dan Ibu Irma Eva Yani, Cita, Uni, Zizi, Rayhan dan seluruh keluarga yang telah memberikan dukungan kepada penulis dalam menyelesaikan studi. Penulis ungkapkan terima kasih kepada Fachrur Rizal Mahendra S.Si., Novian Liwanda, M.Si., dan Raihan Permana Putra, M.Si. yang telah memberikan bantuan, masukan, dan motivasi kepada penulis dalam menyelesaikan studi ini. Berikutnya, penulis ungkapkan terima kasih yang mendalam kepada para sahabat, yaitu Ardelia Athaya, S.Si., Andrian Azzam Fathin S.Si., Annisa Tisania, S.Si., Fauzan Luqmannurhakim Mahdiansyah, S.Si., Gendhis Mahestri Handiani, S.Si., Indra Bulan Gunawan S.Si., M. Dwirangga Widodo S.Si., M. Nabil Ghifari S.Si., Rachmi Dinda Risqy A, S.Si., dan Quintan Nourma Herawati, S.Si. atas dukungan kepada penulis selama menjalani Program Sinergi S1-S2 Biokimia IPB.

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

Bogor, Juni 2024

Raisadiba Putri Bovani



### *@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	ix
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN	xi
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	2
1.5 Ruang Lingkup	2
1.6 Kebaruan ( <i>novelty</i> )	2
1.7 Hipotesis	3
II Kandungan Fitokimia dan Aktivitas Farmakologi Ekstrak Etil Asetat Daun dari 15 Genotipe <i>Orthosiphon aristatus</i>	4
2.1 Pendahuluan	5
2.2 Bahan dan Metode	6
2.3 Prosedur Penelitian	7
2.4 Hasil dan Pembahasan	10
2.5 Simpulan dan Saran	21
III Optimasi Ekstraksi Kandungan Fenolik Total dan Kapasitas Antioksidan Daun <i>Orthosiphon aristatus</i> dengan <i>Response Surface Methodology</i>	22
3.1 Pendahuluan	23
3.2 Bahan dan Metode	24
3.3 Prosedur Penelitian	24
3.4 Hasil dan Pembahasan	29
3.5 Simpulan dan Saran	39
IV PEMBAHASAN UMUM	40
V SIMPULAN DAN SARAN	48
5.1 Simpulan	48
5.2 Saran	48
DAFTAR PUSTAKA	49
LAMPIRAN	55
RIWAYAT HIDUP	69

## DAFTAR TABEL

1	Rendemen ekstraksi, TPC, TFC, SC, dan RAC ekstrak etil asetat daun dari 15 genotipe <i>O. aristatus</i>	11
2	Kapasitas antioksidan (DPPH dan FRAP) serta aktivitas antikanker (sel HeLa dan sel MCF-7) ekstrak etil asetat daun dari 15 genotipe <i>O. aristatus</i>	12
3	Senyawa metabolit sekunder ekstrak etil asetat daun <i>O. aristatus</i> 15 genotipe	13
4	Kode tiga variabel independen dari desain Box-Behnken	25
5	Desain eksperimental dari <i>response surface methodology</i> (RSM) dengan tiga variabel independen	25
6	Hasil eksperimen <i>Box-Behnken Design</i> terhadap respon	30
7	Persamaan model permukaan respon <i>Box-Behnken Design</i> terhadap respon	31
8	Hasil ANOVA untuk model keseluruhan respon	31
9	Perbandingan nilai prediksi dan aktual terhadap optimasi kandungan fenolik dan kapasitas antioksidan <i>O. aristatus</i>	37

## DAFTAR GAMBAR

1	Korelasi linier sederhana rendemen ekstraksi dengan kandungan fenolik total (TPC), kandungan flavonoid total (TFC), kandungan asam rosmarinat (RAC), dan kandungan sinensetin (SC) pada ekstrak etil asetat 15 genotipe kumis kucing.	14
2	Korelasi linier sederhana kandungan fenolik total (TPC) dengan kapasitas antioksidan DPPH dan FRAP ekstrak etil asetat 15 genotipe kumis kucing.	15
3	Korelasi linier sederhana kandungan flavonoid total (TFC) dengan kapasitas antioksidan DPPH dan FRAP ekstrak etil asetat 15 genotipe kumis kucing.	15
4	Korelasi linier sederhana kandungan asam rosmarinat (RAC) dengan kapasitas antioksidan DPPH dan FRAP pada ekstrak etil asetat 15 genotipe kumis kucing.	16
5	Korelasi linier sederhana kandungan sinensetin (SC) dengan kapasitas antioksidan DPPH dan FRAP pada ekstrak etil asetat 15 genotipe kumis kucing.	16
6	Korelasi linier sederhana kandungan fenolik total (TPC) dengan aktivitas antikanker Hela dan MCF-7 pada ekstrak etil asetat 15 genotipe kumis kucing.	17
7	Korelasi linier sederhana kandungan flavonoid total (TFC) dengan aktivitas antikanker Hela dan MCF-7 pada ekstrak etil asetat 15 genotipe kumis kucing.	17

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.



8	Korelasi linier sederhana kandungan asam rosmarinat (RAC) dengan aktivitas antikanker Hela dan MCF-7 pada ekstrak etil asetat 15 genotipe kumis kucing.	18
9	Korelasi linier sederhana kandungan sinensetin (SC) dengan aktivitas antikanker Hela dan MCF-7 pada ekstrak etil asetat 15 genotipe kumis kucing.	18
10	Dendrogram hasil analisis kluster hierarki (AKH) 15 genotipe kumis kucing.	19
11	<i>Heatmap</i> hasil analisis kluster hierarki (AKH) dari 15 genotipe kumis kucing.	20
12	3D <i>surface</i> respon TPC berdasarkan kombinasi faktor (a) durasi ekstraksi dan konsentrasi etanol, (b) durasi ekstraksi dan rasio padatan-cairan, dan (c) konsentrasi etanol dan rasio padatan-cairan	32
13	3D <i>surface</i> respon DPPH berdasarkan kombinasi faktor (a) durasi ekstraksi dan konsentrasi etanol, (b) durasi ekstraksi dan rasio padatan-cairan, dan (c) konsentrasi etanol dan rasio padatan-cairan	33
14	3D <i>surface</i> respon FRAP berdasarkan kombinasi faktor (a) durasi ekstraksi dan konsentrasi etanol, (b) durasi ekstraksi dan rasio padatan-cairan, dan (c) konsentrasi etanol dan rasio padatan-cairan	34
15	3D <i>surface</i> respon ABTS berdasarkan kombinasi faktor (a) durasi ekstraksi dan konsentrasi etanol, (b) durasi ekstraksi dan rasio padatan-cairan, dan (c) konsentrasi etanol dan rasio padatan-cairan	35
16	3D <i>surface</i> respon CUPRAC berdasarkan kombinasi faktor (a) durasi ekstraksi dan konsentrasi etanol, (b) durasi ekstraksi dan rasio padatan-cairan, dan (c) konsentrasi etanol dan rasio padatan-cairan	36
17	<i>Contour plot</i> nilai <i>desirability</i> yang dihasilkan dari kombinasi faktor antara (a) durasi ekstraksi dan konsentrasi etanol, (b) durasi ekstraksi dan rasio padatan-cairan, dan (c) konsentrasi etanol dan rasio padatan-cairan	38
18	Tanaman kumis kucing (a) fenotipe bunga ungu, (b) fenotipe bunga putih	40
19	Mekanisme reaksi antioksidan fenolat terhadap pereaksi Folin-Ciocalteu	41
20	Mekanisme reaksi flavonoid dengan pereaksi $AlCl_3$	41
21	Mekanisme reaksi uji antioksidan metode DPPH	42
22	Mekanisme reaksi uji antioksidan metode ABTS	42
23	Mekanisme reaksi uji antioksidan metode FRAP	43
24	Mekanisme reaksi uji antioksidan metode CUPRAC	43
25	Apoptosis sel kanker payudara yang diinduksi flavonoid	44
26	Target flavonoid pada jalur apoptosis ekstrinsik dan intrinsik	44
27	Grafik <i>one factor</i> respon terhadap waktu ekstraksi	46
28	Grafik <i>one factor</i> respon terhadap konsentrasi etanol	47
29	Grafik <i>one factor</i> respon terhadap rasio padatan-cairan	47



## DAFTAR LAMPIRAN

1	Ruang lingkup penelitian	56
2	Hasil evaluasi kandungan fitokimia 15 genotipe <i>O. aristatus</i>	57
3	Hasil evaluasi kapasitas antioksidan dan aktivitas farmakologi 15 <i>O.</i>	59
4	Identifikasi senyawa dari analisis LC-HR/MS 15 genotipe <i>O. aristatus</i>	61
5	Korelasi antara rendemen ekstraksi dengan kandungan fitokimia	62
6	Korelasi antara kandungan fenolik total dengan aktivitas farmakologi (kapasitas antioksidan dan aktivitas antikanker)	62
7	Korelasi antara kandungan flavonoid total dengan aktivitas farmakologi (kapasitas antioksidan dan aktivitas antikanker)	63
8	Korelasi antara kandungan asam rosmarinat dengan aktivitas farmakologi (kapasitas antioksidan dan aktivitas antikanker)	63
9	Korelasi antara kandungan asam rosmarinat dengan aktivitas farmakologi (kapasitas antioksidan dan aktivitas antikanker)	64
10	ANOVA untuk model linier dari respon TPC berdasarkan RSM	65
11	ANOVA untuk model 2FI dari respon DPPH berdasarkan RSM	65
12	ANOVA untuk model linier dari respon FRAP berdasarkan RSM	65
13	ANOVA untuk model linier dari respon ABTS berdasarkan RSM	66
14	ANOVA untuk model linier dari respon CUPRAC berdasarkan RSM	66
15	Formulasi faktor yang dibentuk oleh model <i>Box-Behnken Design</i>	67

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.