

AKTIVITAS ANTIOKSIDAN DAN SITOTOKSISITAS EKSTRAK ETANOL 70% KAPANG ENDOFIT DAUN SIRIH MERAH (*Piper crocatum*)

BAKTI SATRIA UNTARA



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



@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 SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Aktivitas Antioksidan Dan Sitotoksisitas Ekstrak Etanol 70% Kapang Endofit Daun Sirih Merah (*Piper crocatum*)” 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 skripsi ini.

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

Bogor, Agustus 2026

Bakti Satria Utara
G8401221020

- 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.

ABSTRAK

BAKTI SATTRIA UNTARA. Aktivitas Antioksidan dan Sitotoksitas Ekstrak Etanol 70% Kapang Endofit Daun Sirih Merah (*Piper crocatum*). Dibimbing oleh MEGA SAFITHRI dan HUSNAWATI.

Kapang endofit merupakan mikroba yang hidup bersimbiosis di dalam jaringan tanaman dan berpotensi menghasilkan senyawa bioaktif serupa dengan tanaman inangnya. Penelitian ini bertujuan mengisolasi kapang endofit daun sirih merah (*Piper crocatum*) serta menganalisis kandungan fenolik, flavonoid, kapasitas antioksidan, dan sitotoksitas ekstrakanya. Isolasi menghasilkan tiga isolat kapang endofit dengan morfologi berbeda yang diduga *Metarizhium*, *Geitrichum*, dan *Penisilium*. Ketiga isolasi difermentasi dan diekstraksi menggunakan etanol 70% kemudian dialanlisis lebih lanjut. Hasil analisis menunjukkan isolat 3 memiliki kadar fenolik total tertinggi sebesar $24,46 \pm 0,49$ mg GAE/g CE dengan kategori sedang, kapasitas antioksidan tertinggi sebesar $31,23 \pm 2,99$ μ mol TE/g, serta toksisitas tertinggi dengan nilai LC_{50} sebesar $450,56 \pm 38,15$ mg/L dengan kategori toksik. Kadar flavonoid total tertinggi terdapat pada isolat 1 sebesar $4,40 \pm 0,15$ mg QE/g CE dengan kategori rendah. Seluruh ekstrak bersifat toksik terhadap larva *Artemia salina*, sehingga berpotensi sebagai sumber senyawa bioaktif alami untuk pengembangan bahan baku obat herbal.

Kata kunci: daun sirih merah, kapasitas antioksidan, kapang endofit, senyawa bioaktif, sitotoksitas

ABSTRACT

BAKTI SATTRIA UNTARA. Antioxidant Activity and Cytotoxicity of 70% Ethanol Extract of Red Betel Leaf Endophytic Fungi (*Piper crocatum*). Supervised by MEGA SAFITHRI and HUSNAWATI.

Endophytic fungi are microorganisms that live symbiotically within plant tissues and have the potential to produce bioactive compounds similar to those of their host plants. This study aimed to isolate endophytic fungi from red betel (*Piper crocatum*) leaves and evaluate the total phenolic content, total flavonoid content, antioxidant capacity, and cytotoxicity of their extracts. The isolation process yielded three endophytic fungal isolates with distinct morphological characteristics, which were tentatively identified as *Metarhizium*, *Geotrichum*, and *Penicillium*. The isolates were subsequently fermented and extracted using 70% ethanol, followed by further phytochemical and biological analyses. The results showed that isolate 3 exhibited the highest total phenolic content (24.46 ± 0.49 mg GAE/g CE), which was classified as moderate, the highest antioxidant capacity (31.23 ± 2.99 μ mol TE/g), and the greatest cytotoxic activity, with an LC_{50} value of 450.56 ± 38.15 mg/L, indicating a toxic category. The highest total flavonoid content was observed in isolate 1 (4.40 ± 0.15 mg QE/g CE), which was classified as low. All extracts exhibited toxicity toward *Artemia salina* larvae, suggesting that endophytic fungi from *P. crocatum* have potential as a natural source of bioactive compounds for the development of herbal medicinal raw materials.

Keyword: antioxidant capacity, bioactive compounds, cytotoxicity, endophytic fungi, red betel leaf



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.

AKTIVITAS ANTIOKSIDAN DAN SITOTOKSISITAS EKSTRAK ETANOL 70% KAPANG ENDOFIT DAUN SIRIH MERAH (*Piper crocatum*)

BAKTI SATRIA UNTARA

Skripsi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana pada
Program Studi Biokimia

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



@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.

Tim Penguji pada Ujian Skripsi:

1. Rini Kurniasih, S.Si., M.Si.
2. Prof. Dr. drh. Hasim, DEA



Judul Skripsi : Aktivitas Antioksidan dan Sitotoksitas Ekstrak Etanol 70%
Kapang Endofit Daun Sirih Merah (*Piper crocatum*)
Nama : Bakti Satria Untara
NIM : G8401221020

@Hak cipta milik IPB University

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Prof. Dr. Mega Safithri, S.Si., M.Si.

Pembimbing 2:
Dr. dr. Husnawati, S.Ked., M.Si.

Diketahui oleh

Ketua Departemen Biokimia
Prof. Dr. Mega Safithri, S.Si., M.Si.
NIP. 197709152005012002



Tanggal Ujian:
05 Agustus 2026

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 skripsi ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan Oktober 2026 sampai bulan Mei 2026 ini dengan judul “Aktivitas Antioksidan dan Sitotoksitas Ekstrak Etanol 70% Kapang Endofit Daun Sirih Merah (*Piper crocatum*).”

Terima kasih penulis ucapkan kepada Prof. Dr. Mega Safithri, S.Si, M.Si. selaku pembimbing 1 dan dr. Dr. Husnawati, S.Ked., M.Si selaku pembimbing 2 yang telah membimbing dan banyak memberi saran. Di samping itu, terimakasih kepada staf Laboratorium Biokimia yang telah membantu dalam penyediaan fasilitas serta memberikan bimbingan teknis selama pelaksanaan penelitian ini.

Ucapan terima kasih secara khusus penulis sampaikan kepada Mama (Leli Amaliyah), Ayah (Edi Humaedi), Kak Teguh dan Kak Fitri yang selalu memberikan dukungan serta doa yang tiada henti bagi keberhasilan penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini. Ucapan terima kasih juga ingin penulis sampaikan kepada teman-teman satu bimbingan yaitu Levi, Reza, dan Daviena yang senantiasa kebersamai selama pelaksanaan penelitian. Berikutnya terimakasih kepada teman-teman dekat penulis Anida, Rafi (Icad), Azriel (Acep), Kak Nabiila, Mayla, dan Aisyi yang telah memberikan dukungan dan bantuan secara langsung. Berikutnya terimakasih kepada teman teman dekat lainnya Keluarga Jajaka (Rafi, Azriel, Kak Nabiila), Mlak mink x Majaboyzz (Acep, Ikram, Sofia, Ahda Alya, dan Nurul), Ga Boleh SKS (Rafi, Acep, Anida, Aulia, Siti, Najmi, dan Lulu) yang telah memberikan semangat, motivasi, dan bantuan baik secara langsung maupun tidak langsung. Kebersamaan dan dukungan kalian sangat berarti bagi penulis.

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

Bogor, Agustus 2026

Bakti Satria Utara

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.



@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	x
DAFTAR LAMPIRAN	x
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 Sirih Merah (<i>Piper crocatum</i>)	3
2.2 Kapang Endofit	4
2.3 Etanol	5
2.4 Senyawa Fenolik	6
2.5 Senyawa Flavonoid	7
2.6 Radikal Bebas dan Antioksidan	8
2.7 Metode 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH)	9
2.8 Sitotoksitas pada Larva Udang <i>Artemia salina</i>	10
III METODE	12
3.1 Waktu dan Tempat	12
3.2 Alat dan Bahan	12
3.3 Prosedur Penelitian	12
3.4 Analisis Data	15
IV HASIL	16
4.1 Isolat Kapang Endofit Daun Sirih Merah	16
4.2 Karakteristik Makroskopis dan Mikroskopis Kapang Endofit	16
4.3 Kadar Fenolik Total Ekstrak Kapang Endofit Daun Sirih merah	21
4.4 Kadar Flavonoid Total Ekstrak Kapang Endofit Daun Sirih merah	21
4.5 Kapasitas Antioksidan Metode DPPH	22
4.6 Sitotoksitas Ekstrak Kapang Endofit Terhadap Larva Udang	23
4.7 Hubungan Kadar Fenolik dan Flavonoid terhadap Antioksidan DPPH	23
V PEMBAHASAN	25
5.1 Pengamatan Isolat Kapang Endofit Daun Sirih Merah	25
5.2 Karakteristik Makroskopis dan Mikroskopis Kapang Endofit	26
5.3 Kadar Fenolik Total Kapang Endofit Daun Sirih Merah	29
5.4 Kadar Flavonoid Total Kapang Endofit Daun Sirih Merah	31
5.5 Kapasitas Antioksidan Kapang Endofit Daun Sirih Merah	33
5.6 Sitotoksitas Kapang Endofit Daun Sirih Merah	34
5.7 Hubungan Kadar Fenolik dan Flavonoid Pada Antioksidan dan Sitotoksitas	36
VI SIMPULAN DAN SARAN	38
6.1 Simpulan	38
6.2 Saran	38
DAFTAR PUSTAKA	39
LAMPIRAN	49
RIWAYAT HIDUP	64

DAFTAR GAMBAR

1	Daun sirih merah	3
2	Interaksi kapang endofit dengan tanaman	4
3	Struktur etanol	5
4	Reaksi redoks uji fenolik total	6
5	Struktur dasar flavonoid	7
6	Reaksi kuersetin dengan $AlCl_3$	8
7	Mekanisme transfer e^- dan hidrogen oleh antioksidan	9
8	Reaksi DPPH dengan antioksidan	10
9	Siklus hidup larva udang <i>Artemia salina</i>	11
10	Hasil isolat kapang endofit sirih merah	16
11	Tampilan makroskopis isolat 1	17
12	Pengamatan mikroskopis isolat 1	17
13	Tampilan makroskopis isolat 2	18
14	Pengamatan mikroskopis isolat 2	18
15	Tampilan makroskopis isolat 3	19
16	Pengamatan mikroskopis isolat 3	19
17	Kadar total fenolik pada berbagai isolat	21
18	Kadar total flavonoid pada berbagai isolat	22
19	Kapasitas antioksidan pada berbagai isolat	22
20	Nilai LC_{50} pada berbagai isolat	23
21	Grafik heatmap korelasi Pearson	24

DAFTAR LAMPIRAN

1	Diagram alir penelitian	50
2	Kurva standar asam galat	51
3	Data uji kadar fenolik total	52
4	Kurva standar kuersetin	53
5	Data kadar flavonoid total	54
6	Kurva standar Trolox	55
7	Data kapasitas antioksidan metode DPPH	56
8	Hasil One-Way ANOVA dan uji lanjut Tukey	57
9	Sitotoksisitas ekstrak etanol 70% isolat 1	58
10	Sitotoksisitas ekstrak etanol 70% isolat 2	59
11	Sitotoksisitas ekstrak etanol 70% isolat 3	60
12	Persentase LC_{50} ekstrak etanol 70% isolat 1	61
13	Persentase LC_{50} ekstrak etanol 70% isolat 2	62
14	Persentase LC_{50} ekstrak etanol 70% isolat 3	63