



BIOPROSPEKSI METABOLIT SEKUNDER KAPANG HALOTOLERAN SERTA HALOFILIK ASAL BLEDUG KUWU DAN NUSA TENGGARA BARAT

RAJIDAH ARSITA



**PROGRAM STUDI BIOTEKNOLOGI
SEKOLAH PASCASARJANA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



PERNYATAAN MENGENAI TESIS DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis dengan judul “Bioprospeksi Metabolit Sekunder Kapang Halotoleran serta Halofilik Asal Bledug Kuwu dan Nusa Tenggara Barat” 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, Februari 2026

Rajidah Arsita
P0501221002

- 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.

RINGKASAN

RAJIDAH ARSITA. Bioprospeksi Metabolit Sekunder Kapang Halotoleran serta Halofilik Asal Bledug Kuwu dan Nusa Tenggara Barat. Dibimbing oleh NISA RACHMANIA MUBARIK dan MUHAMMAD NURSIDI

Kapang yang berasal lingkungan ekstrem seperti ladang garam dan lumpur panas memiliki mekanisme adaptasi terhadap tekanan osmotik tinggi dengan memproduksi senyawa osmoprotektan dan metabolit sekunder, sehingga memiliki sifat sebagai halofilik dan halotoleran. Lingkungan ekstrem memiliki potensi dalam menghasilkan kapang metabolit sekunder. Metabolit ini penting sebagai mekanisme pertahanan diri, yang dibantu oleh dinding sel yang tersusun atas polisakarida dan protein yang disebut sebagai kitin. Metabolit sekunder yang berasal dari bahan alam mendapat perhatian besar karena potensinya sebagai komponen kunci dalam pengembangan obat baru. Kapang berfilamen dari lingkungan halofilik dapat menghasilkan beragam senyawa bioaktif seperti antioksidan, antibakteri, dan antikanker, antivirus. Genus *Arthinium* dan *Apiospora* memiliki potensi sebagai sitotoksik terhadap sel kanker dan antibakteri pada bakteri gram negatif dan positif. Berdasarkan hal tersebut maka kapang yang berasal dari lingkungan ekstrem seperti ladang garam dan lumpur panas seperti Bledug Kuwu perlu dieksplorasi untuk mengetahui potensinya dalam menghasilkan senyawa bioaktif yang dimanfaatkan sebagai sumber senyawa obat. Penelitian ini bertujuan mendapatkan spesies kapang yang bersifat halotoleran/halofilik dengan kemampuan sebagai antioksidan, antibakteri dan sitotoksitas, selanjutnya mendapatkan kapang terpilih berdasarkan aktivitas antibakteri, antioksidan dan sitotoksitas, serta mengetahui golongan senyawa aktif yang terkandung pada kapang terpilih.

Pengujian antioksidan dilakukan dengan menggunakan metode DPPH pengujian antibakteri dengan menggunakan metode zona hambat (*Difusion disk*) dan pengujian sitotoksik di lakukan dengan menggunakan uji MTT menggunakan kanker prostat (PC3). Kapang yang terpilih memiliki bioaktivitas terbaik diidentifikasi secara morfologi dengan menggunakan mikroskop dan secara molekuler dengan menggunakan primer ITS 1 dan ITS 4. Isolat yang terpilih dilakukan pengamatan kurva pertumbuhan selama 14 hari dan ditumbuhkan kembali dalam media PDB sebanyak 1 liter untuk produksi skala kecil. Ekstraksi metabolit pada kaldu (broth) dilakukan dengan menggunakan etil asetat sedangkan metabolit yang terdapat pada miselium diekstraksi dengan campuran metanol dan diklorometan dengan perbandingan 1:1. Ekstrak yang diperoleh dan dipekatkan dengan rotavapor vakum dan dikeringkan menggunakan vakum konsentrator. Profil senyawa metabolit sekunder yang terdapat pada ekstrak kapang dianalisis dengan menggunakan LCMS. Hasil penelitian menunjukkan bahwa isolat kapang yang berasal dari Bledug Kuwu berjumlah 23 isolat sedangkan dari ladang garam NTB sebanyak 18 isolat. Berdasarkan bioaktivitas yang dilakukan, telah didapatkan satu jenis kapang yang memiliki bioaktivitas terbaik yaitu isolat LT0418 yang berasal dari Ladang Garam NTB. Berdasarkan identifikasi secara morfologi dan molekuler, LT0418 teridentifikasi sebagai *Apiospora malaysiana*. Ekstrak kaldu LT0418 memiliki bioaktivitas yang lebih baik dibandingkan dengan ekstrak miselium

Nilai IC50 ekstrak kaldu terhadap radikal bebas DPPH sebesar 216.1 µg/mL. diameter zona hambat ekstrak kaldu sebesar 12,1 dan 3,8 mm terhadap bakteri

S. aureus dan *E. Coli*. Pengujian sitotoksisitas ekstrak kaldu terhadap sel kanker prostat (PC3) memiliki nilai IC_{50} sebesar 3,9 $\mu\text{g/mL}$, sedangkan ekstrak miselium memiliki nilai IC_{50} sebesar 2380 $\mu\text{g/mL}$. Hasil uji LCMS ekstrak kaldu LT0418 mengandung senyawa dari golongan poliketida, peptida, terpenoid, NRPS dan ester. Penelitian ini diharapkan dapat dilanjutkan untuk eksplorasi metabolomik, BGCs (*Biosynthetic gene clusters*) dari isolat LT0418 sebagai salah satu isolat potensial dalam memproduksi metabolit senyawa aktif untuk penelitian bioteknologi yang berkelanjutan.

Kata kunci : Antibakteri, antioksidan, kapang, ladang garam, sitotoksik

SUMMARY

RAJIDAH ARSITA. Bioprospecting of Secondary Metabolites from Halotolerant and Halophilic Fungi from Bledug Kuwu and West Nusa Tenggara Supervised by NISA RACHMANIA MUBARIK and MUHAMMAD NURSID.

Fungi originating from extreme environments, such as salt fields and mud volcanoes, have adapted to high osmotic pressure by producing osmoprotectant compounds and secondary metabolites, endowing them with halophilic and halotolerant properties. These extreme environments have the potential to produce fungi that produce secondary metabolites with unique antioxidant activity. These metabolites are important for self-defence, aided by cell walls composed of polysaccharides and proteins called chitin. Secondary metabolites derived from natural materials have attracted considerable attention due to their potential as key components in the development of new drugs. Filamentous fungi from halophilic environments can produce various bioactive compounds, including antioxidants, antibacterials, antitumor agents, antivirals, and others. Some of these are from the genera *Arthrinium* and *Apiospora*, which exhibit cytotoxic and antibacterial activities against gram-negative and gram-positive bacteria. Based on this, fungi originating from extreme environments, such as salt fields and volcanic mud, including Bledug Kuwu, need to be explored to determine their potential to produce bioactive compounds that can be utilised as sources of medicinal compounds.

The aim of this study was to obtain halotolerant/halophilic fungi with antioxidant, antibacterial and cytotoxic activities from selected fungi and to analyse the profile of active compounds in the fungi using LC-MS. Isolates were obtained from salt fields in West Nusa Tenggara and Bledug Kuwu Grobogan in Central Java, and were subjected to morphological observation, antioxidant activity testing, antibacterial activity testing, and cytotoxicity testing. Antioxidant activity testing was conducted using the DPPH method, antibacterial activity testing using the zone inhibition method (*disc diffusion*), and cytotoxicity testing using the MTT assay with prostate cancer cells (PC3). The selected fungi (with the highest bioactivity) were identified morphologically using a microscope and molecularly using ITS1 and ITS4 primers. The selected isolates were observed for growth curves over 14 days, and grown in 1 litre of PDB medium for small-scale production. Extraction of metabolites present in the broth were extracted using ethyl acetate, while metabolites present in the mycelium were extracted using a mixture of methanol and dichloromethane in a 1:1 ratio. The resulting extract was concentrated using a vacuum rotary evaporator and dried using a vacuum concentrator. The secondary metabolite profile of the extract was analyzed by LC-MS.

The results showed that 23 fungal isolates were obtained from Bledug Kuwu, while 18 were obtained from the NTB salt fields. Based on the bioactivity tests, one type of fungus showed the highest bioactivity. The fungus was isolated as number LT0418, originating from the NTB salt fields. Based on morphological and molecular identification, LT0418 was determined to be *Apiospora malaysiana*. The liquid extract had better bioactivity than the mycelium extract. The IC₅₀ value of the liquid extract against DPPH free radicals was 216.1 µg/mL. The inhibition zone diameters of the liquid extract against *S. aureus* and *E. coli* bacteria were 12.1 and 3.8 mm, respectively. In addition, the cellular toxicity of the liquid extract against

prostate cancer cells (PC3) had an IC₅₀ value of 3.9 µg/mL, while the mycelial extract had an IC₅₀ value of 2380 µg/mL. LCMS analysis of the LT0418 liquid extract revealed the presence of compounds from the polyketide, peptide, terpene, NRPS, and ester groups. This research is expected to continue for metabolomic exploration and biosynthetic gene cluster (BGCS) analysis of the LT0418 isolate, a potential isolate for the metabolism of active compounds in sustainable biotechnology research.

Keywords : Antibacterial, antioxidant, cytotoxic, fungi, salt fields.

- 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 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.

**BIOPROSPEKSI METABOLIT SEKUNDER KAPANG
HALOTOLERAN SERTA HALOFILIK ASAL BLEDUG KUWU
DAN NUSA TENGGARA BARAT**

RAJIDAH ARSITA

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

**PROGRAM STUDI BIOTEKNOLOGI
SEKOLAH PASCASARJANA
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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Penguji Luar Komisi : Novriyandi Hanif, S.Si, M.Sc, D.Sc.

Judul Tesis : Bioprospeksi Metabolit Sekunder Kapang Halotoleran serta Halofilik Asal Bledug Kuwu dan Nusa Tenggara Barat

Nama : Rajidah Arsita
NRP : P0501221002

Di Setujui oleh

Pembimbing 1:
Dr. Dra. Nisa Rachmania Mubarik, M.Si.



Pembimbing 2:
Dr. Muhammad Nursid, M.Si.



Diketahui oleh

Ketua Program Studi:
Prof. Dr. Ir. Miftahudin, M.Si.
NIP.196204191989031001

Dekan Sekolah Pascasarjana IPB:
Prof. Dr. Ir. Yusli Wardiatno, M.Sc.
NIP.196607281991031002



Tanggal Ujian : 05 Januari 2026

Tanggal Lulus: 13 MAR 2026



Dokumen ini ditandatangani secara elektronik menggunakan sertifikasi dan BSR.E, silahkan lakukan verifikasi pada dokumen elektronik yang dapat diunduh dengan melakukan scan QR Code

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 Agustus 2023 sampai bulan Juli 2025 “Bioprospeksi Metabolit Sekunder Kapang Halotoleran Serta Halofilik Asal Bledug Kuwu dan Nusa Tenggara Barat”. Ucapan terima kasih penulis kepada para pembimbing, Dr. Dra Nisa Rachmania, M.Si dan Dr. Muhammad Nursid, M.Si, yang telah meluangkan waktunya dalam membimbing serta memberi saran dan masukan selama penelitian dan penulisan tesis ini. Terima kasih kepada penguji Novriyandi Hanif S.Si, M.Sc, D.Sc. yang turut meluangkan waktu nya untuk memberikan saran dan masukan dalam penelitian ini.

Terima kasih disampaikan kepada dosen-dosen Program Studi Bioteknologi atas seluruh ilmu yang diberikan, serta bapak Keresyanto yang telah sabar memberikan bantuan, arahan dan saran kepada penulis. Penulis menyampaikan rasa terima kasih dan penghargaan yang tulus kepada Orang tua dan saudara penulis atas doa, dukungan, dan semangat yang tidak pernah henti diberikan selama penulis menyelesaikan pendidikan Magister di IPB. Ucapan terimakasih diberikan kepada Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN) terkhusus pada Laboratorium INACC, Laboratorium Taksa dan Laboratorium Genomik atas sarana dan fasilitas yang di gunakan selama penelitian. Ucapan terima kasih diberikan kepada pengelola laboratorium, Ibu Kesi, kak Laras, Pak Asep, Ibu Mia yang telah membantu melancarkan kegiatan penulis selama penelitian Terima kasih kepada peneliti yang turut memberikan *support* selama penelitian di BRIN (Kak Fito, Pak ilyas, Ibu Ariyanti, Kak Tiara, Pak Endar, Ibu Nilam dan Pak Musyadik).Terima kasih kepada teman-teman prodi Bioteknologi 2022 atas segala dukungan yang diberikan dari semasa kuliah hingga tahap penyelesaian studi magister ini.

Penulis juga menyampaikan terimakasih kasih kepada teman penelitian Kak Dea Amalya Permatasari, Hasna, Ka Rezki dan Astriana yang selalu saling mendukung selama penelitian. serta teman-teman lainnya yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu terimakasih atas segala ilmu, arahan masukan dan sarannya selama penulis melaksanakan penelitian dan penulisan tesis. Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Februari 2026

Rajidah Arsita

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR LAMPIRAN	vii
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat Penelitian	2
1.5 Ruang Lingkup	2
II TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Kapang Halotoleran dan Halofilik	3
2.2 Metabolit Sekunder	4
2.2.1 Antioksidan	4
2.2.2 Antibakteri	5
2.2.3 Antikanker/Sitotoksik	6
2.3 Identifikasi Senyawa aktif	6
2.4 Analisis LCMS	7
III METODE	8
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	8
3.2 Alat dan Bahan	8
3.3 Prosedur Pelaksanaan	8
3.3.1 Pengambilan Sampel dan Pembuatan Media Uji	9
3.3.2 Isolasi dan Identifikasi Morfologi Kapang	9
3.3.3 Kultivasi Kapang dalam Media Cair	10
3.3.4 Ekstraksi Senyawa Bioaktif Kapang	10
3.3.5 Uji Aktivitas Antioksidan	10
3.3.6 Uji Antibakteri	11
3.3.7 Uji Aktivitas Sitotoksik Kapang Terpilih	11
3.3.8 Kurva Pertumbuhan dan Produksi Kapang	12
3.3.9 Ekstraksi DNA	12
3.4 Identifikasi Spesies Menggunakan ITS rDNA	12
3.5 Analisis Kapang Terpilih dengan Menggunakan LCMS	13
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	14
4.1 Morfologi dan Bioaktivitas Kapang Asal Ladang Garam NTB	14
4.2 Morfologi dan Bioaktivitas Kapang Asal Bledug Kuwu	16
4.3 Morfologi dan Identifikasi Molekuler Kapang Terpilih LT0418	19
4.4 Kurva Pertumbuhan Kapang LT0418	22
4.5 Aktivitas Antioksidan	23
4.6 Aktivitas Antibakteri	24
4.7 Aktivitas Sitotoksitas ekstrak kapang terpilih terhadap sel kanker prostat (PC3)	26



4.8 Analisis Senyawa Kapang LT0418 dengan LCMS	27
V SIMPULAN DAN SARAN	31
5.1 Simpulan	31
5.2 Saran	
DAFTAR PUSTAKA	32
LAMPIRAN	38
RIWAYAT HIDUP	44

DAFTAR TABEL

1. Aktivitas antibakteri dari kapang halofilik LT0418	25
2. Analisis senyawa kimia (base peak) menggunakan LC-MS dari kapang LT0418	28

DAFTAR GAMBAR

1. Mekanisme enzim antioksidan dan ROS	5
2. Mekanisme MTT assay pada uji sitotoksik	6
3. Interaksi <i>A. nidulans</i> dan <i>E. Dendrobii</i>	7
4. Diagram alir penelitian	8
5. Lokasi pengambilan sampel penelitian	9
6. Morfologi isolat kapang asal ladang garam NTB	14
7. Penapisan antioksidan, dan sitotoksitas isolat asal NTB	15
8. Penapisan antibakteri kapang asal NTB	16
9. Morfologi isolat asal Bledug Kuwu	17
10. Penapisan antioksidan dan sitotoksik isolat asal Bledug kuwu	18
11. Penapisan antibakteri isolat asal Bledug Kuwu	19
12. Morfologi mikroskopis dan makroskopis kapang terpilih	19
13. Morfologi LT0418 menggunakan SEM	20
14. Pohon filogenetik isolat LT0418	21
15. Kurva pertumbuhan LT0418	23
16. Kurva perbandingan antioksidan	23
17. Uji DPPH assay	24
18. Zona penghambatan bakteri uji	25
19. Aktivitas sitotoksitas kapang LT0418	26
20. Uji aktivitas sitotoksitas dalam mikroplat 96 well	27

DAFTAR LAMPIRAN

1. Rendemen penapisan isolat kapang asal Ladang Garam NTB	39
2. Rendemen penapisan isolat kapang asal Bledug Kuwu	40
3. Rendemen ekstrak kering kapang <i>Apiospora malaysiana</i> dalam 1 liter	40
4. Kapang dari Ladang Garam NTB dalam media PDB dengan konsentrasi garam 3%	40
5. Kapang Bledug Kuwu dalam media PDB konsentrasi garam 5 % dan 10%	41
6. Aktivitas kurva pertumbuhan ekstrak kapang LT0418	41
7. Aktivitas antioksidan ekstrak kaldu LT0418 dan ekstrak miselium LT0418	41
8. Aktivitas sitotoksik ekstrak kaldu LT0418 dan ekstrak miselium LT0418	42
9. Struktur senyawa ekstrak kapang LT0418	43