

**AKTIVITAS ANTIMALARIA EKSTRAK BAKTERI SIMBION
INVERTEBRATA LAUT TERHADAP *Plasmodium berghei*
RESISTAN *ATOVAQUONE* SECARA *EX VIVO***

KARTINI



**DEPARTEMEN 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 SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Aktivitas Antimalaria Ekstrak Bakteri Symbion Invertebrata Laut terhadap *Plasmodium berghei* Resistan *Atovaquone* secara *Ex Vivo*” 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, Juli 2026

Kartini
G8401201093



@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

KARTINI. Aktivitas Antimalaria Ekstrak Bakteri Simbion Invertebrata Laut terhadap *Plasmodium berghei* Resistan *Atovaquone* secara *Ex Vivo*. Dibimbing oleh I MADE ARTIKA dan JOSEPHINE ELIZABETH SIREGAR.

Kemunculan parasit resistan obat menjadi hambatan utama pengendalian malaria, sehingga diperlukan penemuan kandidat obat antimalaria baru melalui eksplorasi bakteri laut. Penelitian ini bertujuan menentukan aktivitas antimalaria 12 kandidat ekstrak bakteri yang berasosiasi dengan invertebrata laut terhadap parasit *Plasmodium berghei* resistan obat antimalaria *atovaquone* secara *ex vivo*. Pengujian dilakukan secara *ex vivo* menggunakan reagen SYBR Green I dan dianalisis dengan *varioscan plate reader*. Hasil menunjukkan lima ekstrak memiliki aktivitas antimalaria sangat baik dengan nilai $IC_{50} \leq 5 \mu\text{g/mL}$, yaitu B.10.1.8 (0,011 $\mu\text{g/mL}$), B.AI.12A (0,283 $\mu\text{g/mL}$), A.ZA.13 (0,215 $\mu\text{g/mL}$), A.SC.36A (0,701 $\mu\text{g/mL}$), dan A.SC.47A (1,015 $\mu\text{g/mL}$). Tujuh ekstrak lainnya tidak aktif karena memiliki persentase inhibisi $< 50\%$ sehingga nilai IC_{50} tidak terdeteksi. Simpulan penelitian ini adalah lima dari 12 ekstrak bakteri simbion invertebrata laut memiliki aktivitas antimalaria sangat baik terhadap *Plasmodium berghei* resistan *atovaquone*, dengan sampel B.10.1.8 sebagai kandidat terbaik karena memiliki nilai IC_{50} terendah.

Kata kunci: Aktivitas antimalaria, ekstrak bakteri, *ex vivo*, malaria, *Plasmodium berghei*.

ABSTRACT

KARTINI. Antimalarial Activity of Extract of Marine Invertebrate-Associated Bacteria Against *Plasmodium berghei* *Atovaquone*-Resistant with *Ex Vivo Assay*. Supervised by I MADE ARTIKA and JOSEPHINE ELIZABETH SIREGAR.

The emergence of drug-resistant parasites has become a major challenge in malaria control, highlighting the urgent need to discover novel antimalarial drug candidates through the exploration of marine bacteria. This study aimed to evaluate the antimalarial activity of 12 candidate extracts derived from bacteria associated with marine invertebrates against *Plasmodium berghei* resistant to the antimalarial drug *atovaquone* using an *ex vivo* assay. The antimalarial activity was assessed *ex vivo* using the SYBR Green I assay, and fluorescence was measured with a *Varioskan plate reader*. The results showed that five extracts exhibited excellent antimalarial activity, with IC_{50} values $\leq 5 \mu\text{g/mL}$: B.10.1.8 (0.011 $\mu\text{g/mL}$), B.AI.12A (0.283 $\mu\text{g/mL}$), A.ZA.13 (0.215 $\mu\text{g/mL}$), A.SC.36A (0.701 $\mu\text{g/mL}$), and A.SC.47A (1.015 $\mu\text{g/mL}$). The remaining seven extracts were considered inactive because they produced less than 50% inhibition, resulting in undetectable IC_{50} values. In conclusion, five of the 12 bacterial extracts associated with marine invertebrates demonstrated excellent antimalarial activity against *atovaquone*-resistant *Plasmodium berghei*, with sample B.10.1.8 identified as the most promising candidate due to its lowest IC_{50} value.

Keyword : Antimalarial activity, bacterial extract, *ex vivo*, malarial, *Plasmodium berghei*



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 2026¹
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 ANTIMALARIA EKSTRAK BAKTERI SIMBION INVERTEBRATA LAUT TERHADAP *Plasmodium berghei* RESISTAN *ATOVAQUONE* SECARA *EX VIVO*

KARTINI

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. Prof. Dr. Waras Nurcholis, S.Si., M.Si.
2. Dr. Dimas Andrianto, S.Si., M.Si.

Judul Skripsi : Aktivitas Antimalaria Ekstrak Bakteri Simbion Invertebrata Laut terhadap *Plasmodium berghei* Resistan *Atovaquone* secara *Ex Vivo*
Nama : Kartini
NIM : G8401201093

@Hak cipta milik IPB University

Disetujui oleh

Pembimbing 1:

Prof. Dr. Ir. I Made Artika, M.App. Sc.
NIP. 196301171989031001

Pembimbing 2:

Josephine Elizabeth Siregar, S.Si., M.Sc., Ph.D.
NIP. 197012312012122008

Diketahui oleh

Ketua Departemen Biokimia:

Prof. Dr. Mega Safithri, S.Si., M.Si.
NIP. 197709152005012002



Tanggal Ujian:
23 Juli 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 SWT atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Penelitian dilaksanakan sejak bulan Maret 2024 sampai bulan Juli 2024 dengan judul: “Aktivitas Antimalaria Ekstrak Bakteri Simbion Invertebrata Laut terhadap *Plasmodium berghei* Resistan *Atovaquone* secara *Ex Vivo*”. Penyusunan karya ilmiah ini ditujukan untuk memenuhi syarat penelitian tugas akhir di Departemen Biokimia IPB University.

Terima kasih penulis sampaikan kepada Prof. Dr. Ir. I Made Artika, M.App. Sc. selaku pembimbing utama dan Josephine Elizabeth Siregar, S.Si, M.Sc, Ph.D selaku pembimbing kedua yang telah memberikan kesempatan dalam pelaksanaan riset, membimbing, memberi saran, arahan dan motivasi kepada penulis dalam penyusunan karya ilmiah ini. Ucapan terima kasih juga penulis ucapkan kepada Pusat Riset Biologi Molekuler Eijkman dan Badan Riset Inovasi Nasional yang telah menyediakan peralatan, bahan, dan tempat dalam pelaksanaan penelitian. Penulis mengucapkan terima kasih kepada orang tua penulis yaitu Ibu Marlinah, saudara kembar penulis Kartina, saudara laki-laki penulis Amin Roziki dan Maulana, bibi dari penulis Rosmayani dan Siti Nurhafni, paman penulis Supirman, Pragiwa, Yedi Mulyana, serta sepupu penulis yaitu Khairunnisa, Daffa, Asyla, dan Aidilya yang telah memberikan doa, dukungan, motivasi, dan kasih sayang kepada penulis. Ungkapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada Andita Fitri Mutiara Rizki, S.Si., M. Biomed, Wihda Aisarul Azmi, S.Si., M. Biomed, Firmanul Hasan, S.Si., M.Si., yang telah memberikan arahan dan bantuan kepada penulis selama melaksanakan penelitian di BRIN Cibinong.

Penulis ucapkan terima kasih kepada Milanda Fiorella Gultom, S. Si., yang telah memberikan segala bentuk bantuan dan membersamai penulis. Penulis mengucapkan terima kasih kepada teman-teman Departemen Biokimia angkatan 57 yang turut serta mendukung pada proses penyusunan karya ilmiah ini.

Bogor, Juli 2026

Kartini



DAFTAR ISI

DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xi
PENDAHULUAN	13
1.1 Latar Belakang	13
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	3
1.5 Hipotesis	3
TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Malaria	4
2.2 <i>Plasmodium berghei</i>	4
2.3 Agen Obat Antimalaria	5
2.4 Mekanisme Kerja <i>Atovaquone</i>	7
2.5 <i>Plasmodium berghei</i> Resistan terhadap <i>Atovaquone</i>	9
2.6 Potensi Bakteri Laut sebagai Obat Antimalaria	10
2.7 Kultur <i>Ex Vivo</i>	11
2.8 Kuantifikasi DNA Parasit Berbasis Fluoresens	12
METODE	13
3.1 Waktu dan Tempat	13
3.2 Alat dan Bahan	13
3.3 Prosedur Kerja	13
HASIL	17
4.1 Persen Inhibisi Ekstrak Bakteri dan <i>Atovaquone</i> (kontrol positif)	17
4.2 Nilai IC ₅₀ Ekstrak Bakteri dan <i>Atovaquone</i> (kontrol positif)	19
PEMBAHASAN	20
5.1 Persen Inhibisi Ekstrak Bakteri dan <i>Atovaquone</i> (kontrol positif)	20
5.2 Nilai IC ₅₀ Ekstrak Bakteri dan <i>Atovaquone</i> (kontrol positif)	21
SIMPULAN DAN SARAN	24
6.1 Simpulan	24
6.2 Saran	24
DAFTAR PUSTAKA	25
LAMPIRAN	32
RIWAYAT HIDUP	38

DAFTAR TABEL

1	Mekanisme kerja obat antimalaria berdasarkan target siklus hidup parasit	6
2	Nilai IC ₅₀ ekstrak bakteri dan obat <i>atovaquone</i> terhadap pertumbuhan <i>Plasmodium berghei</i> (Atv-r)	19

DAFTAR GAMBAR

1	Nyamuk <i>anopheles</i> betina	4
2	Siklus hidup <i>Plasmodium berghei</i> wild type pada inang	5
3	Mekanisme kerja <i>atovaquone</i>	8
4	Struktur <i>atovaquone</i>	8
5	Lokasi mutasi yang menyebabkan resistansi terhadap <i>atovaquone</i> pada domain Qo1 dan Qo2	9
6	Mekanisme resistansi <i>atovaquone</i> akibat mutasi Y268C pada gen <i>cyt b</i> serta lokasi mutasi pada protein sitokrom <i>b</i>	10
7	Contoh bakteri laut	11
8	Skema riset kultur <i>ex vivo</i>	12
9	Interaksi elektrostatik antara molekul pewarna SYBR <i>Green I</i> dengan gugus fosfat	12
10	Persentase inhibisi 12 ekstrak bakteri dan 1 kontrol positif	18

DAFTAR LAMPIRAN

1	Diagram alir penelitian	33
2	Perhitungan pembuatan medium basal dan medium komplet	34
3	Perencanaan konsentrasi (<i>working concentration</i>) sampel pada uji antimalaria secara <i>ex vivo</i>	34
4	Perhitungan persentase inhibisi	35
5	Persentase rata-rata inhibisi 13 ekstrak	35
6	Gambar grafik dengan persamaan dan nilai R ²	35