

RESPON FISIOLOGIS TUMBUHAN MATA LELE PADA PERLAKUAN MEDIA TAILING TAMBANG EMAS UNTUK TUJUAN FITOMINING

RIZKI MAULANA YUSUF



**DEPARTEMEN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2024**

@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 mengumumkannya 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 SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Respon Fisiologis Tumbuhan Mata Lele Pada Perlakuan Media Tailing Tambang Emas untuk Tujuan Fitomining” 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, Januari 2024

Rizki Maulana Yusuf
G34190090

- 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.



ABSTRAK

RIZKI MAULANA YUSUF. Respon Fisiologis Tumbuhan Mata Lele Pada Perlakuan Media Tailing Tambang Emas untuk Tujuan Fitomining. Dibimbing oleh HAMIM, MIFTAHUDIN, dan EVI SUSANTI.

Limbah tambang emas (tailing) meskipun mengandung banyak logam berat, masih mengandung emas dalam jumlah kecil. Fitomining merupakan metode ramah lingkungan yang dapat dilakukan untuk mengekstrak emas dari bahan berkonsentrasi emas rendah. Tujuan penelitian ini mengukur respon fisiologis tumbuhan mata lele yang ditumbuhkan pada media tailing tambang emas dan kemampuannya untuk mengakumulasi emas. Tumbuhan mata lele (*Landoltia punctata* dan *Lemna aequinoctialis*) ditumbuhkan selama 7 hari pada media Hogland mengandung tailing 0, 4, 10, dan 20% serta media mengandung emas 138 ppm. Parameter fisiologis tumbuhan dan akumulasi emas diukur setelah semua perlakuan diberikan. Hasil yang didapatkan, perlakuan tailing memicu respon cekaman oksidatif yang ditandai dengan penurunan kadar pigmen fotosintesis dan pembentukan H_2O_2 serta malondialdehid pada kedua tumbuhan. Cekaman oksidatif tersebut memicu perubahan kadar antioksidan seperti penurunan kadar fenolik dan flavonoid total. Cekaman osmotik juga terjadi pada tumbuhan tersebut, ditandai dengan peningkatan kadar gula pereduksi dan prolin. Kadar emas terbanyak yang berhasil diakumulasi *L. punctata* dan *L. aequinoctialis* dari tailing berturut 1,8 dan 1,5 $\mu g g^{-1}$, sedangkan pada larutan $HAuCl_4$ 0,7 mM terakumulasi berturut hingga 24,7 dan 19,8 $mg g^{-1}$. Berdasarkan hasil tersebut, tumbuhan mata lele mengalami cekaman oksidatif dan osmotik selama perlakuan fitomining namun tetap dapat mengakumulasi emas dari tailing tambang emas.

Kata kunci: *Aqua regia*, *bio-ore*, *duckweed*, *fitoremediasi*, *hiperakumulator*, *logam mulia*

ABSTRACT

RIZKI MAULANA YUSUF. Physiological Respond of Duckweed Plants During Gold Mining Tailing Medium Treatment for Phytomining Purpose. Supervised by HAMIM, MIFTAHUDIN, and EVI SUSANTI.

Despite containing heavy metals, gold mine waste (tailing) still contains a small amount of gold. Phytomining is an environmentally friendly method that can be used to extract gold from tailings. The objective of the research was to observe physiological responses of duckweeds grown on gold mine tailing for phytomining purposes. Duckweeds (*Landoltia punctata* and *Lemna aequinoctialis*) were grown for 7 days in Hoagland's medium that contained tailing of 0, 4, 10, and 20%, while gold 138 ppm solution as a positive control. Physiological parameters and gold accumulation were measured after treatments. The results, showed that tailing caused oxidative stress, indicated by a decrease in photosynthetic pigments level and formation of H_2O_2 as well as malondialdehyde. Oxidative stress triggered changes in antioxidant levels, indicated by a decrease in total phenolic and flavonoid. Osmotic stress occurred in both species characterized by increased levels of reducing sugars and proline. *L. punctata* and *L. aequinoctialis* were able to accumulate gold from the tailings up to 1.8 and 1.5 $\mu g\ g^{-1}$, respectively, while in gold solution they accumulated 24.7 and 19.8 $mg\ g^{-1}$, respectively. The research concludes that the duckweed undergoes oxidative and osmotic stress during phytomining, but able to accumulate gold from the tailing.

Keywords: Aqua regia, bio-ore, hyperaccumulator, phytoremediation, precious metal.



@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.

RESPON FISILOGIS TUMBUHAN MATA LELE SETELAH PERLAKUAN FITOMINING EMAS PADA MEDIA TAILING TAMBANG EMAS

RIZKI MAULANA YUSUF

Skripsi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana pada
Departemen Biologi

**DEPARTEMEN BIOLOGI
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

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:
Prof. Dr. Ir. Raden Roro Dyah Perwitasari, M.Sc.



@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 Skripsi : Respon Fisiologis Tumbuhan Mata Lele Pada Perlakuan Media Tailing Tambang Emas untuk Tujuan Fitomining

Nama : Rizki Maulana Yusuf
NIM : G34190090

Disetujui oleh

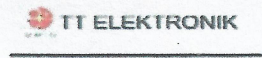
Pembimbing 1:
Prof. Dr. Ir. Hamim M.Si

Pembimbing 2:
Prof. Dr. Ir. Miftahudin M.Si

Pembimbing 3:
Dr. Evi Susanti M.T.



Digitally signed by
Miftahudin
DN: cn=Miftahudin, o=IPB
Date: 23 Jan 2024 16:11:03 WIB
Verify at digiipb.ac.id



Diketahui oleh

Ketua Departemen:
Dr.Ir. Iman Rusmana M.Si.
NIP. 196507201991031002



Digitally signed by
Iman Rusmana
DN: cn=Iman Rusmana, o=IPB
Date: 24 Jan 2024 09:21:15 WIB
Verify at digiipb.ac.id

Tanggal Ujian: 2 Januari 2024

Tanggal Lulus:



Dokumen ini ditandatangani secara elektronik menggunakan sertifikat dari BSrE, silahkan lakukan verifikasi pada dokumen elektronik yang dapat diunduh dengan melakukan scan QR Code



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 Januari 2023 sampai bulan Desember 2023 ini ialah Fisiologi tumbuhan, dengan judul “Respon Fisiologis Tumbuhan Mata Lele Pada Perlakuan Media Tailing Tambang Emas untuk Tujuan Fitomining”.

Terima kasih penulis ucapkan kepada para pembimbing, Prof. Dr. Ir. Hamim M.Si, Prof. Dr. Ir. Miftahudin M.Si, serta Dr. Evi Susanti M.T. yang telah membimbing dan banyak memberi saran. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada pembimbing akademik Dr. Kanthi Arum Widayati S.Si, M.Si, moderator seminar Dr. Ir. Aris Tjahjoleksono DEA., dan penguji luar komisi pembimbing Prof. Dr. Ir. Raden Roro Dyah Perwitasari, M.Sc. serta semua jajaran Dosen yang ada di Departemen Biologi yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat selama penulis menempuh program Sarjana di IPB. Di samping itu, penghargaan penulis sampaikan kepada Dr. Awalina Satya, M.Si dari Pusat Riset Limnologi dan Sumber Daya Air Badan Riset dan Inovasi Nasional yang telah memberi izin penggunaan alat *Graphite Furnace Atomic Absorption Spectrophotometer* (GF-AAS) beserta staf Laboratorium Theresia Retno Untari, S.Si, Asep Awaludin Ramadhan S.Si, serta seluruh jajaran staff Laboratorium Fisiologi dan Genetika Tumbuhan yang telah membantu selama pengumpulan data. Ungkapan terima kasih juga disampaikan kepada ayah Apandi, ibu Ellis Maesyaroh, serta seluruh keluarga yang telah memberikan dukungan, doa, dan kasih sayang. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Muhammad Roykhan Dwidasa Ramadhan, Tasya Nurul Fadya, Aurora Karina Chandra, serta semua teman dan kolega yang telah mendukung penulis dalam menyelesaikan penelitian dan penulisan karya ilmiah.

Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini masih memiliki kekurangan, sehingga besar harapan penulis untuk mendapatkan kritik dan saran yang membangun. Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Januari 2024

Rizki Maulana Yusuf



DAFTAR ISI

| | |
|--|-----------|
| DAFTAR TABEL | xii |
| DAFTAR GAMBAR | xii |
| DAFTAR LAMPIRAN | xiii |
| PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah | 2 |
| 1.3 Tujuan | 2 |
| 1.4 Manfaat | 2 |
| METODE | 3 |
| 2.1 Waktu dan Tempat | 3 |
| 2.2 Alat dan Bahan | 3 |
| 2.3 Prosedur Kerja | 3 |
| 2.3.1 Persiapan Sampel Tailing Tambang Emas | 3 |
| 2.3.2 Proses Persiapan Tumbuhan | 3 |
| 2.3.3 Proses <i>Leaching</i> Mineral Tailing | 4 |
| 2.3.4 Pembuatan Larutan H _{Au} Cl ₄ Stok | 5 |
| 2.3.5 Perlakuan Fitomining Tumbuhan Mata Lele | 5 |
| 2.3.6 Pengukuran Parameter Fisika dan Kimia Media Tumbuh | 5 |
| 2.3.7 Pemanenan dan Penyimpanan Sampel Tumbuhan | 6 |
| 2.3.8 Pengukuran Kadar Pigmen Fotosintesis | 6 |
| 2.3.9 Konfirmasi Pembentukan Nanopartikel Emas | 7 |
| 2.3.10 Pengukuran Kadar H ₂ O ₂ | 7 |
| 2.3.11 Pengukuran Kadar Malondialdehid | 7 |
| 2.3.12 Pengukuran Kadar Asam Askorbat | 8 |
| 2.3.13 Pengukuran Kadar Fenolik Total, Flavonoid Total, dan Gula | |
| Pereduksi | 8 |
| 2.3.14 Pengukuran Kadar Prolin | 9 |
| 2.3.15 Pengeringan dan Penentuan Kadar Air Sampel Tumbuhan | 9 |
| 2.3.16 Pengukuran Kadar Logam Emas | 9 |
| 2.3.17 Aspek Fitomining Emas | 10 |
| 2.4 Analisis Data | 10 |
| III HASIL DAN PEMBAHASAN | 11 |
| 3.1 Parameter Media Selama Perlakuan | 11 |
| 3.2 Parameter Fisiologi Tumbuhan Setelah Perlakuan | 18 |
| 3.3 Akumulasi Emas oleh Tumbuhan Mata Lele | 27 |
| 3.4 Korelasi Antar Parameter Fisiologis pada Perlakuan Media Tailing | 34 |
| IV SIMPULAN DAN SARAN | 36 |
| 4.1 Simpulan | 36 |
| 4.2 Saran | 36 |
| DAFTAR PUSTAKA | 37 |

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.

LAMPIRAN
RIWAYAT HIDUP

© Hak cipta milik IPB University

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 TABEL

| | | |
|---|--|----|
| 1 | Komposisi media Hoagland <i>full strength</i> (Epstein dan Bloom 2005) | 4 |
| 2 | Konsentrasi ion klorida dalam media perlakuan | 13 |
| 3 | Aspek proses fitomining emas pada tailing tambang emas oleh tumbuhan mata lele | 31 |
| 4 | Aspek proses fitomining emas pada larutan emas oleh tumbuhan mata lele | 32 |

DAFTAR GAMBAR

| | | |
|----|--|----|
| 1 | Tumbuhan mata lele yang digunakan dalam penelitian (A) <i>L. punctata</i> dan (B) <i>L. aequinoctialis</i> . | 4 |
| 2 | Parameter pH media perlakuan selama penanaman tumbuhan mata lele spesies (A) <i>L. punctata</i> dan (B) <i>L. aequinoctialis</i> | 11 |
| 3 | Parameter konduktivitas media pada media selama penanaman tumbuhan mata lele spesies (A) <i>L. punctata</i> dan (B) <i>L. aequinoctialis</i> | 14 |
| 4 | Parameter TDS media perlakuan selama penanaman tumbuhan mata lele (A) <i>L. punctata</i> dan (B) <i>L. aequinoctialis</i> | 15 |
| 5 | Parameter oksigen terlarut pada media selama penanaman tumbuhan mata lele spesies (A) <i>L. punctata</i> dan (B) <i>L. aequinoctialis</i> | 17 |
| 6 | Persen pengurangan klorida pada media setelah 7 hari perlakuan | 18 |
| 7 | Kandungan klorofil a pada tumbuhan mata lele setelah 7 hari perlakuan penanaman | 19 |
| 8 | Kandungan klorofil b pada tumbuhan mata lele setelah 7 hari perlakuan penanaman | 19 |
| 9 | Kandungan karotenoid total pada tumbuhan mata lele setelah 7 hari perlakuan penanaman | 20 |
| 10 | Kandungan H ₂ O ₂ pada tumbuhan mata lele setelah 7 hari perlakuan penanaman | 21 |
| 11 | Kandungan MDA pada tumbuhan mata lele setelah 7 hari perlakuan penanaman | 22 |
| 12 | Kandungan asam askorbat pada tumbuhan mata lele setelah 7 hari perlakuan penanaman | 23 |
| 13 | Kandungan fenolik total tumbuhan mata lele setelah 7 hari perlakuan penanaman | 24 |
| 14 | Kandungan flavonoid total pada tumbuhan mata lele setelah 7 hari perlakuan penanaman | 25 |

| | | |
|----|---|----|
| 15 | Kandungan gula pereduksi pada tumbuhan mata lele setelah 7 hari perlakuan penanaman | 26 |
| 16 | Kandungan prolin pada tumbuhan mata lele 7 hari perlakuan penanaman. BB: berat basah | 27 |
| 17 | Kadar logam emas pada tumbuhan mata lele 7 hari perlakuan penanaman di media tailing | 28 |
| 18 | Kadar logam emas pada tumbuhan mata lele 7 hari perlakuan penanaman di media Au 138 ppm (HAuCl ₄ 0,7 mM) | 29 |
| 19 | Spektrum absorbansi hasil resuspensi pelet tumbuhan perlakuan Au 138 ppm (HAuCl ₄ 0,7 mM) | 30 |
| 20 | Korelasi antar parameter fisiologi dari tumbuhan <i>L. punctata</i> selama ditumbuhkan pada media perlakuan tailing | 34 |
| 21 | Korelasi antar parameter fisiologi dari tumbuhan <i>L. aequinoctialis</i> selama ditumbuhkan pada media perlakuan tailing | 35 |

DAFTAR LAMPIRAN

| | | |
|---|--|----|
| 1 | Lampiran 1 Kurva standar peroksida | 44 |
| 2 | Lampiran 2 Kurva standar asam askorbat | 44 |
| 3 | Lampiran 3 Kurva standar asam galat | 45 |
| 4 | Lampiran 4 Kurva standar kuersetin | 45 |
| 5 | Lampiran 5 Kurva standar glukosa | 46 |
| 6 | Lampiran 6 Kurva standar prolin | 46 |
| 7 | Lampiran 7 Hasil uji statistik parameter | 47 |

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.