



PEMANFAATAN ALGA HIJAU (CHLOROPHYTA) UNTUK FIKOMINING EMAS DARI TAILING TAMBANG EMAS

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 mengulik kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

DESI FITRI ANI



**DEPARTEMEN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**



©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 mengulik 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 “Pemanfaatan Alga Hijau (Chlorophyta) untuk Fikomining Emas dari Tailing Tambang Emas” 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 2025

Desi Fitri Ani
G3401211063

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 mengulik kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



ABSTRAK

DESI FITRI ANI. Pemanfaatan Alga Hijau (*Chlorophyta*) untuk Fikomining dari Tailing Tambang Emas. Dibimbing oleh HAMIM dan NUNIK SRI ARIYANTI.

Pertambangan emas menghasilkan produk sisa berupa tailing dalam jumlah yang sangat besar. Penumpukan tailing emas menyebabkan pencemaran lingkungan karena mengandung logam berat dalam konsentrasi yang tinggi. Tailing masih mengandung emas meskipun dalam konsentrasi yang sangat rendah. Pemanfaatan alga dalam akumulasi emas atau yang dikenal sebagai fikomining emas, akan sangat bermanfaat jika diterapkan pada tailing. Penelitian ini bertujuan menganalisis respon morfo-fisiologis *Chlorella vulgaris* dan *Spirogyra* sp., dan kemampuannya mengakumulasi emas pada tailing tambang emas. *C. vulgaris* dan *Spirogyra* sp. dikulturkan pada masing-masing media Blue Green 11 (*full strength*) dan media Bold's Basal (*half strength*) selama 14 dan 9 hari dengan perlakuan tailing 0% (kontrol), 5%, 15%, 30%, serta 98,5 ppm Au (larutan emas murni). Perlakuan tailing emas menyebabkan penurunan laju pertumbuhan dan kandungan klorofil. Selain itu, *C. vulgaris* dan *Spirogyra* sp. mengalami stres lebih tinggi, ditunjukkan dengan peningkatan kadar malondialdehid masing-masing (0,147 $\mu\text{mol/g}$ dan 0,388 $\mu\text{mol/g}$) dan prolin (0,036 $\mu\text{g/mg}$ dan 0,129 $\mu\text{g/mg}$). Kedua spesies alga mampu membentuk nanopartikel emas (AuNPs) pada perlakuan 98,5 ppm Au yang ditandai perubahan warna ungu. Secara keseluruhan, *C. vulgaris* lebih toleran terhadap stres akibat tailing dibandingkan *Spirogyra* sp., sehingga berpotensi diaplikasikan dalam fikomining.

Kata kunci: Fikomining, tailing emas, *Chlorophyta*, *Spirogyra* sp., *Chlorella vulgaris*

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 mengulik kepentingan yang wajar IPB University.



ABSTRACT

DESI FITRI ANI. Utilization of Green Algae (Chlorophyta) for Phycomining from Gold Mine Tailing Waste. Supervised by HAMIM and NUNIK SRI ARIYANTI.

Gold extraction produces residual products in the form of tailings in very large quantities. The accumulation of gold tailings can lead to environmental pollution due to the presence of heavy metals with high concentrations. Tailings actually still contain gold, albeit at very low concentrations. The use of algae for gold accumulation which is known as gold phycomining would be very beneficial if the tailings can be utilized. This study aimed to analyze the morpho-physiological responses of *Chlorella vulgaris* and *Spirogyra* sp. as well as their ability to accumulate gold from gold mine tailings. *C. vulgaris* and *Spirogyra* sp. were cultured in Blue Green 11 (full-strength) and Bold's Basal (half-strength) media for 14 and 9 days, respectively, with treatments of 0% tailings (control), 5%, 15%, 30%, and 98.5 ppm Au (pure gold solution). In addition, *C. vulgaris* and *Spirogyra* sp. exhibited higher stress, indicated by increased malondialdehyde (0,147 µmol/g dan 0,388 µmol/g) and proline (0,036 µg/mg dan 0,129 µg/mg), respectively. Both algae produce gold nanoparticles (AuNPs) under the 98.5 ppm Au, indicated by a purple color change. Overall, *C. vulgaris* showed greater tolerant to tailing-induced stress compared to *Spirogyra* sp., highlighting its potential for phycomining applications.

Keywords: Phycomining, gold tailings, Chlorophyta, *Spirogyra* sp., *Chlorella vulgaris*

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 mengulang 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

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 mengurangi 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 2025
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.



PEMANFAATAN ALGA HIJAU (CHLOROPHYTA) UNTUK FIKOMINING EMAS DARI TAILING TAMBANG EMAS

DESI FITRI ANI

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

**DEPARTEMEN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**

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 mengulik 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

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 mengulik kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Tim Pengujii pada Ujian Skripsi: Dr. Dra. Sri Listiyowati, M.Si



©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 mengulik 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 : Pemanfaatan Alga Hijau (Chlorophyta) untuk Fikomining Emas
dari Tailing Tambang Emas
Nama : Desi Fitri Ani
NIM : G3401211063

Disetujui oleh

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

Pembimbing 2:
Dr. Dra. Nunik Sri Ariyanti, M.Si

Diketahui oleh

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

Tanggal Ujian:
13 Agustus 2025

Tanggal Lulus:

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 mengulik kepentingan yang wajar 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 mengulik 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 Desember 2024 sampai bulan Juni 2025 ini ialah Fisiologi Tumbuhan, dengan judul ‘Pemanfaatan Alga Hijau (Chlorophyta) untuk Fikomining Tailing Tambang Emas’.

Terima kasih penulis ucapan kepada para pembimbing, Prof. Dr. Ir. Hamim, M.Si, Dr. Dra. Nunik Sri Ariyanti, M.Si. yang telah membimbing, memberikan saran, dan dukungan baik selama pengambilan sampel, penelitian hingga penulisan karya ilmiah. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada pembimbing akademik Dr. Ivan Permana Putra, S.Si., M.Si., moderator seminar Prof. Dr. Ir. Nampiah, dan penguji luar komisi pembimbing Dr. Dra. Sri Listiyowati, M.Si. Di samping itu, penghargaan penulis sampaikan kepada staf Laboratorium Asep Awaludin Ramadhan S.Si, Dewi Saputri Ayu Harahap S.Si yang telah membantu selama pengumpulan data. Ungkapan terima kasih juga disampaikan kepada ayah Ali Sati Lubis, ibu Arpah Nasution, Nabilah Hafni serta seluruh keluarga yang telah memberikan dukungan, doa, dan kasih sayangnya. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Sinda Cahyani, Nur Azizah Maulidiyah Rahma, Cintami Dewi Mutmainah, Rizki Rahma Hayati, Alvian Abidatus Soliha, Amilia Sari, Asyifa Thalita Salsabillah, serta semua teman Biologi angkatan 58 yang telah mendukung penulis dalam proses pengumpulan data, menyelesaikan penelitian hingga penulisan karya ilmiah.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini memiliki kekurangan. Maka dari itu, penulis terbuka untuk menerima saran dan kritik yang membangun. Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Agustus 2025

Desi Fitri Ani

**DAFTAR GAMBAR**

xii

DAFTAR LAMPIRAN

xii

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 Tailing Emas | 3 |
| 2.3.2 | Persiapan dan Aklimatisasi Alga | 3 |
| 2.3.3 | Pelarutan Mineral Tailing | 4 |
| 2.3.4 | Pembuatan Larutan Standar HAuCl ₄ 0,5 mM | 4 |
| 2.3.5 | Pemberian Perlakuan | 4 |
| 2.3.6 | Pengukuran Kondisi Pertumbuhan Alga | 5 |
| 2.3.7 | Analisis Morfologis Alga secara Mikroskopis | 5 |
| 2.3.8 | Pengukuran Fisika dan Kimia Media | 5 |
| 2.3.9 | Analisis Pembentukan Nanopartikel Emas (AuNPs) | 5 |
| 2.3.10 | Pemanenan dan Penyimpanan Alga | 5 |
| 2.3.11 | Pengukuran Kadar Pigmen Fotosintesis | 6 |
| 2.3.12 | Pengukuran Kadar <i>Malondialdehyde</i> (MDA) | 6 |
| 2.3.13 | Pengukuran Kadar Prolin | 7 |
| 2.4 | Analisis Data | 7 |

III HASIL DAN PEMBAHASAN

8

- | | | |
|-----|--|----|
| 3.1 | Pengamatan Kondisi Kultur dan Media | 8 |
| 3.2 | Pengamatan Morfologi Alga secara Mikroskopis | 9 |
| 3.3 | Parameter Fisika Kimia Media Alga | 11 |
| 3.4 | Analisis Pembentukan Nanopartikel Emas (AuNPs) | 13 |
| 3.5 | Bobot Kering Alga | 15 |
| 3.6 | Analisis Kadar Pigmen Fotosintesis | 16 |
| 3.7 | Analisis Kadar <i>Malondialdehyde</i> (MDA) | 18 |
| 3.8 | Analisis Kadar Prolin | 19 |

IV SIMPULAN DAN SARAN

21

- | | | |
|-----|----------|----|
| 4.1 | Simpulan | 21 |
| 4.2 | Saran | 21 |

DAFTAR PUSTAKA

22

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 mengulik kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



LAMPIRAN
RIWAYAT HIDUP

26
32

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 mengiklan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



| 1 @Hak cipta milik IPB University | DAFTAR GAMBAR |
|--|---------------|
| 1 Kondisi kultur dan media <i>C. vulgaris</i> setelah pemberian perlakuan selama 14 hari dan <i>Spirogyra</i> sp. selama 9 hari dengan berbagai konsentrasi tailing | 8 |
| 2 Morfologi sel <i>C. vulgaris</i> setelah perlakuan selama 14 hari dan <i>Spirogyra</i> sp. selama 9 hari dengan berbagai konsentrasi tailing | 10 |
| 3 Perubahan pH media alga sebelum dan setelah perlakuan. (A) <i>C. vulgaris</i> pada hari ke-0 dan hari ke-14, (B) <i>Spirogyra</i> sp. pada hari ke-0 dan hari ke-9 | 11 |
| 4 Perubahan TDS media alga sebelum dan setelah perlakuan. (A) <i>C. vulgaris</i> pada hari ke-0 dan hari ke-14, (B) <i>Spirogyra</i> sp. pada hari ke-0 dan hari ke-9 | 12 |
| 5 Perubahan konduktivitas media alga sebelum dan setelah perlakuan. (A) <i>C. vulgaris</i> pada hari ke-0 dan hari ke-14, (B) <i>Spirogyra</i> sp. pada hari ke-0 dan hari ke-9 | 12 |
| 6 Analisis pembentukan nanopartikel emas (AuNPs) pada kultur alga. (A) <i>C. vulgaris</i> , (B) <i>Spirogyra</i> sp., (C) <i>C. vulgaris</i> dan <i>Spirogyra</i> sp. pada perlakuan 98,5 ppm Au | 14 |
| 7 Bobot kering alga setelah perlakuan. (A) Perlakuan pada <i>C. vulgaris</i> selama 14 hari, (B) Perlakuan pada <i>Spirogyra</i> sp. selama 9 hari | 15 |
| 8 Kadar klorofil a, b, dan total alga setelah perlakuan. (A) Perlakuan pada <i>C. vulgaris</i> selama 14 hari, (B) Perlakuan pada <i>Spirogyra</i> sp. selama 9 hari | 17 |
| 9 Kadar karotenoid total alga setelah perlakuan.(A) Perlakuan pada <i>C. vulgaris</i> selama 14 hari, (B) Perlakuan pada <i>Spirogyra</i> sp. selama 9 hari | 17 |
| 10 Kadar MDA alga setelah perlakuan. (A) Perlakuan pada <i>C. vulgaris</i> selama 14 hari, (B) Perlakuan pada <i>Spirogyra</i> sp. selama 9 hari | 18 |
| 11 Kadar prolin alga setelah perlakuan. (A) Perlakuan pada <i>C. vulgaris</i> selama 14 hari, (B) Perlakuan pada <i>Spirogyra</i> sp. selama 9 hari | 19 |

DAFTAR LAMPIRAN

| | |
|---|----|
| 1 Komposisi media <i>Blue Green</i> 11 (BG-11) konsentrasi penuh (<i>full strength</i>) dalam 1 liter | 27 |
| 2 Komposisi media Bold's Basal (BB) $\frac{1}{2}$ konsentrasi (<i>half strength</i>) dalam 1 liter | 27 |
| 3 Kurva standar pertumbuhan <i>C. vulgaris</i> | 28 |
| 4 Kurva standar prolin | 28 |
| 5 Uji statistik parameter | 28 |