

**ANALISIS MORFOFISIOLOGI DAN DAYA AKUMULASI
EMAS PADA TANAMAN *Brassica juncea* (L.) Czern DAN
Amaranthus spinosus L. YANG DIINOKULASI CENDAWAN
DARK SEPTATE ENDOPHYTES PADA MEDIA *TAILING*
TAMBANG EMAS**

RENALDY RACHMAN SEPTIAN



**PROGRAM STUDI BIOLOGI TUMBUHAN
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2024**



@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 TESIS DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis dengan judul “Analisis Morfofisiologi dan Daya Akumulasi Emas pada Tanaman *Brassica juncea* (L.) Czern dan *Amaranthus spinosus* L. yang Diinokulasi Cendawan *Dark Septate Endophytes* pada Media *Tailing* Tambang Emas” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apapun 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, Juli 2024

Renaldy Rachman Septian
G3503222013



RINGKASAN

RENALDY RACHMAN SEPTIAN. Analisis Morfofisiologi dan Daya Akumulasi Emas pada Tanaman *Brassica juncea* (L.) Czern dan *Amaranthus spinosus* L. yang Diinokulasi Cendawan *Dark Septate Endophytes* pada Media *Tailing* Tambang Emas. Dibimbing oleh HAMIM, SULISTIJORINI, dan SURONO.

Tanaman perlu menyerap unsur hara makro dan mikro esensial untuk pertumbuhannya. Beberapa jenis tanaman dapat menyerap logam berat non-esensial seperti timbal (Pb), merkuri (Hg), arsenik (As), kadmium (Cd), dan kromium (Cr) bahkan emas (Au) dari lingkungan, sehingga tanaman dapat digunakan sebagai agen fitomining. Fitomining adalah teknologi alternatif yang menggunakan tanaman untuk mengakumulasi logam-logam yang memiliki nilai ekonomi tinggi, seperti emas, dari bahan yang mengandung logam dengan konsentrasi rendah, seperti *tailing* dari pertambangan emas. Fitomining membutuhkan tanaman yang memiliki biomassa tajuk dan akar yang besar, toleransi yang tinggi terhadap toksisitas logam berat, dan memiliki kemampuan untuk mentranslokasi logam dari akar ke tajuk. *Brassica juncea* dan *Amaranthus spinosus* merupakan tanaman yang dapat digunakan sebagai agen fitomining emas meskipun pertumbuhan tanaman ini terhambat jika ditumbuhkan pada media *tailing* yang mengandung logam berat dengan konsentrasi tinggi.

Untuk mengoptimalkan pertumbuhan dan kinerja akumulasi logam pada tanaman dalam kondisi stres akibat logam berat, penggunaan mikroba seperti cendawan *dark septate endophyte* (DSE) dapat menjadi solusi. DSE mampu mengkolonisasi akar tanaman tanpa menimbulkan penyakit dan mendukung tanaman untuk bertahan hidup dalam kondisi ekstrim. DSE meningkatkan pertumbuhan tanaman melalui produksi melanin yang memberikan kekuatan antioksidan. Penelitian mengenai kemampuan spesifik *B. juncea* dan *A. spinosus* yang diinokulasi DSE untuk fitomining emas dari *tailing* tambang emas masih terbatas, sehingga penelitian ini bertujuan untuk menganalisis respon morfologi dan fisiologis kedua tanaman tersebut dalam mengakumulasi emas dengan bantuan DSE dan ammonium tiosianat.

Penelitian ini menggunakan rancangan percobaan petak terbagi dengan tiga faktor. Faktor pertama adalah (*A. spinosus* dan *B. juncea*). Faktor kedua adalah inokulasi DSE (*Exophiala pisciphila*, *Cladophialophora nyingciensis* dan tanpa inokulasi). Faktor ketiga adalah media tanam (tanah, *tailing* 100%, *tailing* + ammonium tiosianat 0,62 g/kg, dan *tailing*+ammonium tiosianat 1,24 g/kg) dengan masing-masing dilakukan sebanyak 3 ulangan. Benih *B. juncea* dan *A. spinosus* disterilisasi, diinkubasi dengan inokulum DSE, dan disemai pada media persemaian yang terdiri dari campuran tanah, pupuk, dan sekam bakar. Setelah 14 hari, bibit dipindah tanam ke plastik berisi media tanam yang terdiri dari tanah, arang sekam, dan pupuk. Selama 6 minggu, tanaman ditanam di media yang bervariasi yaitu pada tanah 100%, *tailing* 100%, dan *tailing* 100% yang ditambahkan ammonium tiosianat. Pengukuran pertumbuhan meliputi tinggi tanaman, jumlah daun, serta bobot tanaman. Klorofil diukur menggunakan spektrofotometer setelah tanaman mengalami cekaman *tailing*, dan kadar MDA dianalisis dari daun tanaman. Analisis kadar air relatif dilakukan untuk mengukur keseimbangan air daun, dan

kolonisasi cendawan pada akar diamati menggunakan mikroskop. Sampel tanaman kemudian dianalisis kandungan emasnya menggunakan GF-AAS, dan data ini digunakan untuk menghitung faktor biokonsentrasi, faktor translokasi, dan kapasitas fitomining

Penelitian ini menunjukkan bahwa inokulasi DSE meningkatkan daya pertumbuhan *B. juncea* dan *A. spinosus* dibandingkan tanaman yang tidak diinokulasi DSE. *A. spinosus* memiliki biomassa lebih tinggi dibandingkan *B. juncea*, terutama tanaman yang diinokulasi *E. pisciphila* pada media tanah. Media *tailing* dan ammonium thiocyanate dapat menurunkan pertumbuhan tanaman, namun inokulasi DSE dapat meningkatkan parameter pertumbuhan tanaman dalam kondisi tercekam oleh logam pada media tersebut. Klorofil pada *A. spinosus* lebih tinggi dibandingkan *B. juncea*, terutama dengan inokulasi *E. pisciphila*. Media tanah memberikan kandungan klorofil tertinggi, sedangkan *tailing* dan ammonium tiosianat menurunkan klorofil dan karotenoid. Kandungan MDA meningkat pada media *tailing*, terutama pada media yang dicampurkan dengan ammonium tiosianat, dengan *B. juncea* menunjukkan peningkatan terbesar. *A. spinosus* menunjukkan kandungan MDA lebih rendah, terutama ketika diinokulasi DSE dan ditanam pada media tanah. Inokulasi DSE meningkatkan kadar air relatif tanaman dan memperbaiki kondisi akar yang terganggu media *tailing*, dengan *A. spinosus* memiliki nilai KAR lebih tinggi dibandingkan *B. juncea*.

B. juncea memiliki akumulasi emas total lebih tinggi di akar, sementara *A. spinosus* lebih banyak mengakumulasi emas di tajuk, sedangkan *B. juncea* mampu mengakumulasi emas lebih banyak pada bagian akarnya. Inokulasi DSE, terutama dengan *C. nyingciensis* dapat meningkatkan akumulasi emas pada media *tailing* yang dicampurkan dengan ammonium tiosianat. *B. juncea* menunjukkan faktor biokonsentrasi lebih tinggi, sedangkan *A. spinosus* memiliki faktor translokasi lebih tinggi. Inokulasi DSE meningkatkan faktor translokasi pada kedua tanaman, dengan nilai tertinggi didapatkan pada *A. spinosus* yang diinokulasi *E. pisciphila* di media *tailing* dengan pemberian ammonium tiosianat. Penggunaan ammonium tiosianat pada konsentrasi tertinggi mampu meningkatkan akumulasi emas, namun disisi lain dapat menurunkan kapasitas fitomining. Kapasitas fitomining *A. spinosus* lebih besar, terutama dengan *E. pisciphila* pada media *tailing* yang dicampurkan 0,62 g/kg ammonium tiosianat.

Kata kunci: ammonium thiocyanate, cendawan DSE, fitomining emas, fitoremediasi



SUMMARY

RENALDY RACHMAN SEPTIAN. Morphophysiological Analysis and Gold Accumulation in *Brassica juncea* (L.) Czern and *Amaranthus spinosus* L. Plants Inoculated with Dark Septate Endophytes Fungi in Gold Mine Tailings Media. Supervised by HAMIM, SULISTIJORINI, and SURONO.

Plants usually absorb essential macro and micronutrients for growth, which are generally heavy metals. Some types of plants also can absorb non-essential heavy metals such as lead (Pb), mercury (Hg), arsenic (As), cadmium (Cd), chromium (Cr), and even gold (Au) from the environment, so that the plants can be used as a phytomining agent. Phytomining is an alternative technology that uses plants to accumulate metals of high economic value, such as gold, from materials containing low concentrations of metals, such as tailings from gold mining. Phytomining requires plants with a lot of shoot and root biomass, a high tolerance to heavy metals, and the ability to translocate metals from roots to shoots. *B. juncea* and *A. spinosus* are among the plants that can be used as gold phytomining agents even though the growth of these plants is suppressed if grown in tailings media containing high concentrations of heavy metals.

To optimize the plants growth and metal accumulation performance under stress conditions due to heavy metals, using microbes such as Dark Septate Endophytic (DSE) fungi can be a solution. DSE is able to colonize plant roots without causing disease and support plants to survive under extreme conditions. DSE enhances plant growth through the production of melanin which provides antioxidant power. Research shows that DSE-inoculated plants have better growth, higher biomass, and greater metal accumulation than non-inoculated ones. However, research on the specific ability of DSE-inoculated *B. juncea* and *A. spinosus* to phytomine gold from gold mine tailings is still limited, so this study aims to analyze the morphological and physiological responses of the two plants in accumulating gold with the help of DSE and ammonium thiocyanate.

This study used a divided plots experimental design with three factors. The first factor was (*A. spinosus* and *B. juncea*). The second factor was DSE inoculation (*E. pisciphila*, *C. nyingciensis* and without inoculation). The third factor was planting media (soil, 100% tailings, tailings + ammonium thiocyanate 0.62 g/kg, and tailings + ammonium thiocyanate 1.24 g/kg) with 3 replications each. The first procedure carried out is the preparation of DSE inoculum. The procedure was carried out by growing DSE isolates on malt extract media for two weeks, then the fresh mycelium was filtered, washed, and chopped before being tested for viability. Seeds of *B. juncea* and *A. spinosus* were sterilized, incubated with DSE inoculum, and sown on nursery media consisting of a mixture of soil, fertilizer, and burnt husks. After 14 days, the seedlings were transplanted into plastic containers containing growing media containing soil, husk charcoal, and fertilizer. For 6 weeks, plants were planted in various media, namely 100% soil, 100% tailings, and 100% tailings added with ammonium thiocyanate. Growth measurements included plant height, number and area of leaves, root length, and plant weight. Chlorophyll was measured using a spectrophotometer after the plants experienced tailings stress, and MDA levels were analyzed from plant leaves. Relative water content analysis

was conducted to measure leaf water balance, and fungal colonization of roots was observed using a microscope. Plant samples were then analyzed for gold content using GF-AAS, and these data were used to calculate bioconcentration factors, translocation factors, and phytomining capacity.

The study showed that DSE inoculation increased the growth capacity of *B. juncea* and *A. spinosus* compared to plants that were not inoculated with DSE. *A. spinosus* had higher biomass than *B. juncea*, especially in plants inoculated with *E. pisciphila* on soil media. Tailings and ammonium thiocyanate media reduced plant growth, but DSE inoculation increased growth parameters under metal stress conditions in these media. Chlorophyll in *A. spinosus* was higher than *B. juncea*, especially with *E. pisciphila* inoculation. Soil media gave the highest chlorophyll content, while tailings and ammonium thiocyanate decreased chlorophyll and carotenoid. MDA increased in tailings media, especially in media mixed with ammonium thiocyanate, with *B. juncea* showing the greatest increase. *A. spinosus* showed lower MDA content, especially when inoculated with DSE and grown on soil media. DSE inoculation increased plant relative water content and improved the condition of roots disturbed by the tailings media, with *A. spinosus* having higher KAR values than *B. juncea*.

B. juncea had higher total gold accumulation in the roots, while *A. spinosus* accumulated more gold in the crown. DSE inoculation, especially with *C. nyingciensis*, increased gold accumulation in tailings media with ammonium thiocyanate. Phytomining capacity of *A. spinosus* was greater, especially with *E. pisciphila*, although ammonium thiocyanate increased gold accumulation but may decrease phytomining capacity. *B. juncea* showed a higher bioconcentration factor, while *A. spinosus* had a higher translocation factor. DSE inoculation increased the translocation factor in both plants, with the highest value in *A. spinosus* inoculated with *E. pisciphila* in tailings media with ammonium thiocyanate.

Keywords: ammonium thiocyanate, DSE fungus, gold phytomining, phytoremediation



- 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, tahun 2024
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.

**ANALISIS MORFOFISIOLOGI DAN DAYA AKUMULASI
EMAS PADA TANAMAN *Brassica juncea* (L.) Czern DAN
Amaranthus spinosus L. TERHADAP CENDAWAN *DARK
SEPTATE ENDOPHYTES* PADA MEDIA *TAILING* TAMBANG
EMAS**

RENALDY RACHMAN SEPTIAN

Tesis
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Sains
pada
Program Studi Biologi Tumbuhan

**PROGRAM STUDI BIOLOGI TUMBUHAN
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2024**



@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 : Analisis Morfofisiologi dan Daya Akumulasi Emas pada Tanaman *Brassica juncea* (L.) Czern dan *Amaranthus spinosus* L. yang Diinokulasi Cendawan *Dark Septate Endophytes* pada Media *Tailing* Tambang Emas

Nama : Renaldy Rachman Septian

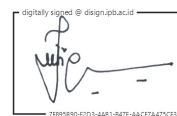
NIM : G3503222013

Disetujui oleh

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



Pembimbing 2:
Dr. Ir. Sulistijorini, M.Si.



Pembimbing 3:
Surono, M.Agr., Ph.D.



Diketahui oleh

Ketua Program Studi:
Dr. Ir. Aris Tjahjoleksono, DEA
NIP. 196111201987031005



Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Dr. Berry Juliandi. S.Si., M.Si.
NIP. 1980008232007011001



Tanggal Ujian : 31 Mei 2024

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 subhanallahu wa ta'ala*, yang atas segala rahmat dan karunia-Nya Tesis penelitian ini berhasil diselesaikan. Judul yang dipilih dalam penelitian ini adalah “Analisis Morfofisiologi dan Daya Akumulasi Emas pada Tanaman *Brassica juncea* (L.) Czern dan *Amaranthus spinosus* L. yang Diinokulasi Cendawan *Dark Septate Endophytes* pada Media *Tailing* Tambang Emas”. Terimakasih penulis ucapkan kepada Prof. Dr. Ir. Hamim, M.Si, Dr. Ir. Sulistijorini, M.Si, dan Surono, M.Agr., Ph.D selaku dosen pembimbing yang telah banyak memberikan arahan, saran, bimbingan, motivasi dan pengalaman yang sangat berharga. Di samping itu penulis mengucapkan terimakasih kepada seluruh dosen Program Studi Biologi Tumbuhan beserta tenaga kependidikan atas ilmu-ilmu terbaru yang bermanfaat dan kemudahan dalam administrasi selama penulis menempuh pendidikan dalam penulisan tesis ini. Penulis memberikan apresiasi kepada Bapak Adi Supardi yang telah membantu dalam mempersiapkan lahan untuk penelitian dan Bapak Asep selaku laboran di laboratorium fisiologi dan genetika yang sudah membantu dan membimbing dalam analisis yang dilakukan.

Terima kasih disampaikan juga kepada seluruh rekan-rekan Biologi Tumbuhan angkatan tahun 2022 atas berbagai pengalaman dan kebersamaan yang telah terjalin. Tentunya, penghargaan saya berikan kepada orang tua serta adik saya yang telah memberikan berbagai dukungan dan doa. Ungkapan terima kasih penulis juga disampaikan kepada semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu atas doa dan subsidi materil maupun moril yang telah diberikan

Penulis menyadari bahwa penulisan tesis 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, Juli 2024
Renaldy Rachman Septian



DAFTAR ISI

DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xvi
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.5 Kerangka Pikir Penelitian	2
TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Limbah <i>Tailing</i> Emas	4
2.2 Akumulasi Emas oleh Tanaman pada Media <i>Tailing</i>	5
2.3 Respon Morfologi dan Fisiologi Tanaman terhadap Cekaman Logam	6
2.4 <i>Dark Septate Endophyte</i>	7
2.5 Peran <i>Dark Septate Endophyte</i> dalam Meningkatkan Ketahanan Tanaman yang Tercekam Logam Berat	8
2.6 Karakteristik <i>Brassica juncea</i> (L.) Czern	9
2.7 Karakteristik <i>Amaranthus spinosus</i> L.	10
III BAHAN DAN METODE	11
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	11
3.2 Bahan dan Alat	11
3.3 Rancangan Percobaan	11
3.4 Prosedur Penelitian	11
3.5 Analisis Data	14
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	16
4.1 Pengamatan Struktur DSE pada Akar <i>Brassica juncea</i> dan <i>Amaranthus spinosus</i>	15
4.2 Pengaruh DSE terhadap Pertumbuhan <i>Brassica juncea</i> dan <i>Amaranthus spinosus</i>	17
4.3 Kadar Air Relatif (KAR)	20
4.4 Kandungan Klorofil dan Karotenoid	21
4.5 Kandungan Malondialdehid	23
4.6 Akumulasi Au pada Tajuk dan Akar	24
V SIMPULAN DAN SARAN	33
5.1 Simpulan	33
5.2 Saran	33
DAFTAR PUSTAKA	34
LAMPIRAN	44
RIWAYAT HIDUP	50

DAFTAR GAMBAR

1	Kerangka pikir penelitian	3
2	Kultur <i>dark septate endophyte</i> . A = <i>Exophiala pisciphila</i> (S14), B = <i>Cladophialophora nyingciensis</i> (S51)	15
3	Morfologi <i>dark septate endophyte</i> . A = <i>Exophiala pisciphila</i> (S14), B = <i>Cladophialophora nyingciensis</i> (S51). h = hifa, k = konidia, kf = konidiofor	16
4	Kuantifikasi kolonisasi cendawan DSE pada Tanaman <i>Amaranthus spinosus</i> dan <i>Brassica juncea</i> pada perlakuan <i>tailing</i> sebagai media dan cendawan DSE serta penambahan ammonium tiosianat. T0 = media 100 % tanah, T1 = media 100% <i>tailing</i> , T2 = media 100 % <i>tailing</i> + ammonium tiosianat 0,62 g/kg, T3 = media 100 % <i>tailing</i> + ammonium tiosianat 1,24 g/kg, D0 = tanaman tanpa inokulasi DSE, D1 = tanaman yang diinokulasi DSE S14, D2 = tanaman yang diinokulasi DSE S51. Garis bar menunjukkan standar error dari uji DMRT pada $\alpha = 5\%$.	17
5	Kolonisasi Cendawan DSE. A) DSE <i>Cladophialophora nyingciensis</i> pada <i>Amaranthus spinosus</i> , B) DSE <i>Exophiala pisciphila</i> pada <i>Amaranthus spinosus</i> C) DSE <i>Cladophialophora nyingciensis</i> pada <i>Brassica juncea</i> , D) DSE <i>Exophiala pisciphila</i> pada <i>Brassica juncea</i> . m = mikrosklerotia	17
6	Morfologi <i>Amaranthus spinosus</i> pada perlakuan media <i>tailing</i> dan inokulasi cendawan DSE setelah 5 hari penambahan ammonium tiosianat. A = media tanah 100%, B = media <i>tailing</i> 100 %, C = media <i>tailing</i> 100 % + ammonium thiocyanate 0,62 g/kg, D = media <i>tailing</i> 100 % + ammonium thiocyanate 1,24 g/kg, D0 = tanpa inokulasi, D1 = inokulasi DSE <i>Exophiala pisciphila</i> , dan D2 = Inokulasi DSE <i>Cladophialophora nyingciensis</i> .	19
7	Morfologi <i>Brassica juncea</i> pada perlakuan media <i>tailing</i> , inokulasi cendawan DSE dan setelah 5 hari penambahan ammonium tiosianat. A = media tanah 100%, B = media <i>tailing</i> 100 %, C = media <i>tailing</i> 100 % + ammonium thiocyanate 0,62 g/kg, D = media <i>tailing</i> 100 % + ammonium thiocyanate 1,24 g/kg, D0 = tanpa inokulasi, D1 = inokulasi DSE <i>Exophiala pisciphila</i> , dan D2 = Inokulasi DSE <i>Cladophialophora nyingciensis</i> .	20
8	Respon kadar air relatif pada <i>A. spinosus</i> dan <i>B. juncea</i> pada perlakuan <i>tailing</i> sebagai media tanam dan cendawan DSE serta penambahan ammonium tiosianat. T0 = media 100 % tanah, T1 = media 100% <i>tailing</i> , T2 = media 100 % <i>tailing</i> + ammonium tiosianat 0,62 g/kg, T3 = media 100 % <i>tailing</i> + ammonium tiosianat 1,24 g/kg, D0 = tanaman tanpa inokulasi DSE, D1 = tanaman yang diinokulasi DSE S14, D2 = tanaman yang diinokulasi DSE S51. Garis bar menunjukkan standar error dari uji DMRT pada $\alpha = 5\%$.	21
9	Kandungan klorofil pada <i>A. spinosus</i> dan <i>B. juncea</i> pada perlakuan DSE dan <i>tailing</i> sebagai media tanam serta penambahan ammonium tiosianat. T0 = media 100 % tanah, T1 = media 100% <i>tailing</i> , T2 = media 100 % <i>tailing</i> + ammonium tiosianat 0,62 g/kg, T3 = media 100 % <i>tailing</i> + ammonium tiosianat 1,24 g/kg, D0 = tanaman tanpa inokulasi DSE, D1 = tanaman yang diinokulasi DSE S14, D2 = tanaman yang diinokulasi DSE S51. Garis bar menunjukkan standar error dari uji DMRT pada $\alpha = 5\%$.	22

- 10 Kandungan karotenoid pada *A. spinosus* dan *B. juncea* pada perlakuan DSE dan *tailing* sebagai media tanam serta penambahan ammonium tiosianat. T0 = media 100 % tanah, T1 = media 100% *tailing*, T2 = media 100 % *tailing* + ammonium tiosianat 0,62 g/kg, T3 = media 100 % *tailing* + ammonium tiosianat 1,24 g/kg, D0 = tanaman tanpa inokulasi DSE, D1 = tanaman yang diinokulasi DSE S14, D2 = tanaman yang diinokulasi DSE S51. Garis bar menunjukkan standar error dari uji DMRT pada $\alpha = 5\%$. 23
- 11 Respon kandungan MDA pada *A. spinosus* dan *B. juncea* pada berbagai perlakuan media, inokulasi cendawan DSE dan khelator ammonium tiosianat. T0 = media 100 % tanah, T1 = media 100% *tailing*, T2 = media 100 % *tailing* + ammonium tiosianat 0,62 g/kg, T3 = media 100 % *tailing* + ammonium tiosianat 1,24 g/kg, D0 = tanaman tanpa inokulasi DSE, D1 = tanaman yang diinokulasi DSE S14, D2 = tanaman yang diinokulasi DSE S51. Garis bar menunjukkan standar error dari uji DMRT pada $\alpha = 5\%$. 24
- 12 Faktor translokasi (TF) *A. spinosus* dan *B. juncea* yang diberi perlakuan inokulasi DSE dan perlakuan *tailing* setelah 3 minggu tanam dan setelah 4 hari pemberian ammonium tiosianat. T0 = media 100 % tanah, T1 = media 100% *tailing*, T2 = media 100 % *tailing* + ammonium tiosianat 0,62 g/kg, T3 = media 100 % *tailing* + ammonium tiosianat 1,24 g/kg, D0 = tanaman tanpa inokulasi DSE, D1 = tanaman yang diinokulasi DSE S14, D2 = tanaman yang diinokulasi DSE S51. Garis bar menunjukkan standar error dari uji DMRT pada $\alpha = 5\%$. 27
- 13 Korelasi Pearson antara Parameter Penelitian. JD = Jumlah Daun, TT = Tinggi Tanaman, BKA = Berat Kering Akar, BKT = Berat Kering Tajuk, Au.A = Kadar Emas pada Akar, Au.T = Kadar Emas pada Tajuk, Au.C = Kadar Emas pada Total pada Tanaman, Phy.C = Kapasitas Fitomining, MDA = Malondialdehid, KAR = Kadar air relatif. 29

DAFTAR TABEL

- 1 Respon Morfologi dari *A. spinosus* and *B. juncea*. AS = *Amaranthus spinosus*, BJ = *Brassica juncea*, SDW = Bobot Kering Batang, RDW = Bobot Kering Akar, NL = Jumlah Daun. D0 = Tanpa DSE, D1 = *Exophiala pisciphila* (S14), D2 = *Cladophialophora nyingciensis* (S51) 19
- 2 Kadar emas dan kapasitas fitomining. Kadar emas dan kapasitas fitomining. AS = *Amaranthus spinosus*, BJ = *Brassica juncea*, AuR = kadar emas pada akar, AuS = kadar emas pada batang, AuC = kadar emas pada tanaman, PhyC = kapasitas fitomining 27
- 3 Faktor biokonsentrasi emas (Au) pada *A. spinosus* dan *B. juncea*. T0 = media 100 % tanah, T1 = media 100% *tailing*, T2 = media 100 % *tailing* + ammonium tiosianat 0,62 g/kg, T3 = media 100 % *tailing* + ammonium tiosianat 1,24 g/kg, D0 = tanaman tanpa inokulasi DSE, D1 = tanaman yang diinokulasi DSE S14, D2 = tanaman yang diinokulasi DSE S51. 28