

POTENSI TUMBUHAN HIPERAKUMULATOR NIKEL (Ni) SEBAGAI AGEN FITOREMEDIASI DAN FITOMINING DI POMALAA, SULAWESI TENGGARA

MEGA KARUNIA SARI



**PROGRAM STUDI BIOLOGI TUMBUHAN
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.



PERNYATAAN MENGENAI TESIS DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis dengan judul “Potensi Tumbuhan Hiperakumulator Nikel (Ni) sebagai Agen Fitoremediasi dan Fitomining di Pomalaa, Sulawesi Tenggara” 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, Agustus 2026

Mega Karunia Sari
G3503241007

- 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

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

Perpustakaan IPB University

RINGKASAN

MEGA KARUNIA SARI. Potensi Tumbuhan Hiperakumulator Nikel (Ni) sebagai Agen Fitoremediasi dan Fitomining di Pomalaa, Sulawesi Tenggara. Dibimbing oleh HAMIM dan SULISTIJORINI.

Indonesia merupakan salah satu hotspot lahan ultramafik terbesar di dunia, sehingga memiliki potensi besar untuk menemukan banyak tumbuhan hiperakumulator, yaitu tumbuhan pengakumulasi logam dalam jumlah besar khususnya nikel. Meski demikian, potensi tersebut belum secara optimal tergali. Oleh karena itu, saat ini data jenis tumbuhan hiperakumulator di Indonesia masih relatif sangat sedikit dibandingkan dengan negara lain yang juga memiliki area ultramafik. Tumbuhan hiperakumulator berpotensi sebagai agen fitoremediasi yaitu upaya pembersihan tingkat kontaminan di lingkungan yang tercemar logam, sekaligus berpotensi sebagai agen fitomining yaitu proses pengambilan logam berharga dari tanah melalui perantara tumbuhan penyerap logam.

Eksplorasi dilakukan di kawasan izin usaha pertambangan PT ANTAM Tbk UBP Nikel Kolaka, Kecamatan Pomalaa, Sulawesi Tenggara. Area eksplorasi meliputi area dengan vegetasi lokal berupa hutan primer, fragmentasi dan sekunder. Penelusuran tumbuhan yang berpotensi mengakumulasi nikel diseleksi menggunakan *nickel test paper* yaitu alat uji semi kuantitatif skala lapangan menggunakan kertas yang telah diresapi dengan *dimethylglyoxime* (DMG). Ketika kertas tersebut menunjukkan uji positif, maka kertas uji berubah menjadi warna merah atau magenta. Tumbuhan yang menunjukkan reaksi positif pada kertas uji kemudian dikoleksi untuk dilakukan analisis kadar logamnya. Analisis logam dilakukan pada sampel daun dan akar pada tumbuhan serta sampel tanah di sekitarnya. Pengambilan data vegetasi dilakukan di tiga stasiun (12 plot) untuk menilai kelompok tumbuhan adaptif berdasarkan analisis struktur dan komposisi spesies. Analisis data ekologi menggunakan Indeks Nilai Penting (INP), sedangkan data kimia tumbuhan dan tanah dianalisis untuk mengevaluasi kemampuan spesies dalam mengakumulasi dan mentranslokasikan logam berdasarkan perhitungan *bioconcentration factor* (BCF) dan *translocation factor* (TF).

Hasil analisis kimia tanah menunjukkan bahwa rata-rata kandungan logam Ni, Cr dan Co di tanah melebihi batas kritis logam di tanah industri. Keberadaan logam tersebut ketika terakumulasi dalam jaringan tubuh makhluk hidup akan menyebabkan gejala toksisitas karena tingginya logam di tanah. Tumbuhan yang mampu beradaptasi pada kondisi lingkungan yang ekstrem ini hanyalah kelompok tumbuhan adaptif dengan mekanisme adaptasi yang tinggi terhadap tingkat toleransi logam. Sebanyak 37 famili yang terdiri atas 59 spesies dan 3385 individu, termasuk di dalamnya 5 spesies Endemik Sulawesi berhasil diidentifikasi yang berasal dari tanah ultramafik Pomalaa. Berdasarkan komposisinya, jumlah individu tertinggi pada setiap habitusnya diwakili oleh *Xanthostemon contertiflorus* pada habitus pohon, *Leucosyke capitellata* pada habitus semak, *Spathoglottis plicata* pada habitus herba, *Dinorchloa* sp. pada habitus liana, dan *Baumea rubiginosa* pada habitus rumput. Berdasarkan struktur komunitasnya, *Syzygium* sp., *Gymnostoma sumatranum*, *Buchanania arborescens*, dan *Baumea rubiginosa* memiliki INP

paling tinggi pada setiap strata pertumbuhan, yakni pohon, tiang, pancang dan semai.

Hasil eksplorasi melalui uji DMG dan analisis kimia menunjukkan bahwa dalam penelitian ini ditemukan dua spesies tumbuhan hiperakumulator nikel dengan kandungan nikel pada berat kering daun > 1000 mg/kg yang digunakan sebagai kriteria dasar hiperakumulator Ni yaitu *Phyllanthus littoralis* dan *Macaranga celebica*. Kedua spesies ini menunjukkan akumulasi nikel yang tinggi pada bagian daun maupun akarnya, dengan kadar nikel di daun yaitu 4125,41 mg/kg dan 1015,11 mg/kg. Begitu pula dengan kandungan logam pada akar juga menunjukkan akumulasi nikel yang tinggi yaitu sekitar 2782,58 mg/kg dan 1166,56 mg/kg. Temuan ini merupakan catatan terbaru penemuan hiperakumulator nikel di hutan ultramafik Pomalaa, Kabupaten Kolaka, Sulawesi Tenggara.

Selain dua spesies yang masuk kategorisasi hiperakumulator nikel pada batas nikel di daun, dalam penelitian ini juga terdapat delapan spesies lain yang memiliki kemampuan akumulasi nikel tinggi di akar (> 1000 mg/kg), meskipun konsentrasi nikel di daun rendah. Kedelapan spesies tersebut adalah *Ficus subtinervia*, *Planchonella obovata*, *Gironniera subaequalis*, *Rigiolepis argentii*, *Guettardella hexasperma*, *Leucosyke capitellata*, *Diospyros ferrea*, dan *Commersonia bartramia*. Selain itu, *R. argentii* menjadi salah satu spesies endemik Sulawesi dan menjadi catatan terbaru penemuannya di Pomalaa, Sulawesi Tenggara. Oleh karena itu, dalam penelitian ini mengajukan bahwa akumulasi nikel tinggi di akar (> 1000 mg/kg) dapat dikategorikan sebagai tumbuhan hiperakumulator nikel meskipun konsentrasi nikel di daun rendah. Berdasarkan pertimbangan terhadap delapan spesies tersebut, maka pada penelitian ini ditemukan 10 spesies tumbuhan hiperakumulator nikel di wilayah Pomalaa yang sangat potensial untuk dikembangkan sebagai agen fitoremediasi dan fitomining nikel.

Kata kunci: akumulasi, analisis vegetasi, fitoremediasi, reklamasi, tanah ultramafik

SUMMARY

MEGA KARUNIA SARI. Potential of Hyperaccumulator Plants as a Nickel Phytoremediation and Phytomining Agents in Pomalaa, Southeast Sulawesi. Supervised by HAMIM and SULISTIJORINI.

Indonesia is one of the world's largest ultramafic hotspots, giving it immense potential for the discovery of numerous hyperaccumulator plants—plants that accumulate large amounts of metals, particularly nickel. However, this potential has not yet been fully explored; as a result, data on hyperaccumulator species in Indonesia remains relatively scarce compared to other countries that also possess ultramafic areas. Hyperaccumulator plants have potential as phytoremediation agents, efforts to clean up contaminant levels in metal-polluted environments—as well as phytomining agents, which involve the extraction of valuable metals from the soil through metal-accumulating plants.

Exploration was conducted in the mining business permit area of PT ANTAM Tbk UBP Nikel Kolaka, Pomalaa District, Southeast Sulawesi. The exploration area encompasses regions with local vegetation, including primary, fragmented, and secondary forests. Screening for plants indicated to potentially accumulate nickel was carried out using nickel test paper, a semi-quantitative field testing tool using paper impregnated with dimethylglyoxime (DMG). A positive test result causes the paper to turn red or magenta. Plants exhibiting a positive reaction on the test paper were then collected for metal content analysis. Metal analysis was performed on leaf and root samples, as well as surrounding soil samples. Vegetation data were collected across tree stations (12 plots) to assess adaptive plant groups based on structural and species composition analysis. Ecological data were analyzed using the Important Value Index (IVI), while plant and soil chemical data were analyzed to evaluate the species' ability to accumulate and translocate metals based on the calculation of the bioconcentration factor (BCF) and translocation factor (TF).

Soil chemical analysis revealed that the average concentration of heavy metals (Ni, Cr, and Co) in the soil exceeded critical threshold limits for industrial soils. Accumulation of these metals within the tissues of living organisms causes toxicity symptoms due to the elevated metal concentrations in the soil. Only adaptive plant groups with high metal-tolerance mechanisms are capable of adapting to these extreme environmental conditions. A total of 37 families comprising 59 species and 3,385 individuals, including 5 species endemic to Sulawesi, were identified from the Pomalaa ultramafic soil. Based on species composition, the highest number of individuals across their respective growth habits represented by *Xanthostemon confertiflorus* among trees, *Leucosyke capitellata* among shrubs, *Spathoglottis plicata* among herbs, *Dinochloa* sp. among lianas, and *Baumea rubiginosa* among grasses. Furthermore, based on community structure, *Syzygium* sp., *Gymnostoma sumatranum*, *Buchanania arborescens*, and *Baumea rubiginosa* exhibited the highest Important Value Index (IVI) values across all growth strata: trees, poles, saplings, and seedlings.

Exploration results utilizing the DMG test and chemical analysis revealed the discovery of two nickel hyperaccumulator species meeting the fundamental criterion for Ni hyperaccumulators—a dry-weight leaf nickel concentration

exceeding 1,000 mg/kg: *Phyllanthus littoralis* and *Macaranga celebica*. Both species exhibited high nickel accumulation in both leaves and roots, with leaf nickel concentrations of 4,125.41 mg kg⁻¹ and 1,015.11 mg kg⁻¹, respectively. Similarly, root metal content demonstrated high nickel accumulation, reaching approximately 2,782.58 mg kg⁻¹ and 1,166.56 mg kg⁻¹. These findings represent a new record of nickel hyperaccumulator discovery in the ultramafic forest of Pomalaa, Kolaka Regency, Southeast Sulawesi.

In addition to the two species categorized as nickel hyperaccumulators based on leaf nickel threshold criteria, in this study also identified eight other species possessing high nickel accumulation capacity in their roots (> 1,000 mg kg⁻¹) *Ficus subtinervia*, *Planchonella obovata*, *Gironniera subaequalis*, *Rigiolepis argentii*, *Guettardella hexasperma*, *Leucosyke capitellata*, *Diospyros ferrea*, and *Commersonia bartramia*. Furthermore, *R. argentii* represents an endemic species to Sulawesi, marking a new record of its occurrence in Pomalaa, Southeast Sulawesi. Therefore, in this study propose that high nickel accumulation in roots (> 1,000 mg kg⁻¹) can be categorized as nickel hyperaccumulation, even when leaf nickel concentration is low. Considering these eight species, this study identified a total of ten nickel hyperaccumulator plant species in the Pomalaa region, which hold significant potential for development as agents in phytoremediation and nickel phytomining.

Keywords: hyperaccumulating, phytoremediation, reclamation, ultramafic soil, vegetation analysis



@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.

© 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 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.

POTENSI TUMBUHAN HIPERAKUMULATOR NIKEL (Ni) SEBAGAI AGEN FITOREMEDIASI DAN FITOMINING DI POMALAA, SULAWESI TENGGARA

MEGA KARUNIA SARI

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
2026**



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

Penguji pada Ujian Tesis: Dr. Nina Ratna Djuita, S.Si., M.Si.

Perpustakaan IPB University



Judul Tesis : Potensi Tumbuhan Hiperakumulator Nikel (Ni) sebagai Agen
Fitoremediasi dan Fitomining di Pomalaa, Sulawesi Tenggara
Nama : Mega Karunia Sari
NIM : G3503241007

Disetujui oleh

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

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

Diketahui oleh

Ketua Program Studi:
Dr. Ir. Aris Tjahjoleksono, D.E.A.
NIP 196111201987031005

Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam:
Dr. Berry Juliandi, S.Si., M.Si.
NIP 197807232007011001

Tanggal Ujian: 10 Agustus 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 subhanaahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan Juli sampai Desember 2025 ialah Fitoteknologi dengan judul “Potensi Tumbuhan Hiperakumulator Nikel (Ni) sebagai Agen Fitoremediasi dan Fitomining di Pomalaa, Sulawesi Tenggara”.

Terima kasih penulis ucapkan kepada para pembimbing, Prof. Dr. Ir Hamim, M.Si dan Dr. Ir. Sulistijorini, M.Si yang telah membimbing dan banyak memberi saran. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada moderator seminar, dan penguji luar komisi pembimbing, Dr. Nina Ratna Djuita, S.Si., M.Si. Di samping itu, penghargaan mendalam penulis sampaikan kepada PT ANTAM Tbk UBP Nikel Kolaka yang telah memberi izin penelitian, PT INDMIRA selaku pekerja di lingkungan *Mine Environment* beserta staf Laboratorium Departemen Biologi, IPB yang telah membantu selama pengumpulan dan analisis data. Ungkapan terima kasih juga disampaikan kepada mama, bapak, serta seluruh keluarga dan teman-teman seperjuangan yang telah memberikan dukungan, doa, dan kasih sayangnya hingga saat ini.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Agustus 2026

Mega Karunia Sari



@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.



DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xviii
DAFTAR GAMBAR	xix
DAFTAR LAMPIRAN	xx
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	3
II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Geoekologi Tumbuhan pada Tanah Ultramafik	4
2.2 Pentingnya Vegetasi bagi Lingkungan	5
2.3 Tumbuhan Hiperakumulator	6
2.4 Hiperakumulator Nikel di Indonesia	7
2.5 Mekanisme Fisiologi Tumbuhan dalam Mengakumulasi Logam	8
2.6 Teknologi Hijau menggunakan Teknik Fitoremediasi	10
2.7 Teknologi Fitomining menggunakan Tumbuhan Hiperakumulator	12
III METODE	14
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	14
3.2 Alat dan Bahan	14
3.3 Prosedur Kerja	15
3.4 Analisis Data	17
3.5 Analisis Statistik	20
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	21
4.1 Karakteristik Habitat Hutan Ultramafik di Pomalaa	21
4.2 Parameter Lingkungan Hutan Ultramafik di Pomalaa	22
4.3 Komposisi Spesies	25
4.4 Struktur Komunitas Tumbuhan	30
4.5 Kadar Nikel (Ni) pada Tumbuhan	32
4.6 Area Potensial ditemukannya Tumbuhan Hiperakumulator Nikel (Ni)	38
4.7 Indikasi Biologi berdasarkan Nilai BCF dan TF	40
V SIMPULAN DAN SARAN	44
5.1 Simpulan	44
5.2 Saran	44
DAFTAR PUSTAKA	45
LAMPIRAN	57
RIWAYAT HIDUP	72



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

Perpustakaan IPB University

DAFTAR TABEL

1	Distribusi tumbuhan hiperakumulator nikel di Indonesia	7
2	Karakteristik fisik dan kimia lingkungan pada tiga stasiun penelitian. Pengukuran lapangan iklim mikro dan karakteristik tanah berasal dari data rata-rata nilai $\pm$ SD (n=12), sedangkan hasil uji kimia tanah berasal dari tiga wilayah stasiun yang diukur secara komposit	23
3	Batasan kritis unsur logam di tanah industri	24
4	Komposisi spesies dan jumlah individu pada tiga stasiun penelitian di hutan ultramafik Pomalaa. Setiap spesies diwakili oleh bentuk pertumbuhan (habitus) yang berbeda, terdiri atas pohon, perdu, semak, herba, liana, dan rumput	27
5	Komponen penilaian ekologi berdasarkan habitusnya di kawasan hutan	32
6	Konsentrasi Nikel (Ni) pada 36 spesies potensial berdasarkan hasil uji semi-kuantitatif skala lapangan	34
7	Karakteristik habitat hutan di masing-masing area eksplorasi yang mewakili ketinggian dan tipe vegetasi tumbuhan hiperakumulator Ni	39
8	Nilai <i>bioconcentration factor</i> (BCF) dan <i>translocation factor</i> (TF) dari spesies pengakumulasi nikel	40

DAFTAR GAMBAR

1	Peta persebaran wilayah ultramafik di Indonesia (Galey <i>et al.</i> 2017)	4
2	Deteksi, penyinyalan, dan sekuestrasi logam berat pada sel tumbuhan (dimodifikasi: Jalmi <i>et al.</i> 2018)	9
3	Mekanisme penyerapan logam oleh tumbuhan yang menjadi prinsip dalam teknologi fitoremediasi (dimodifikasi dari Tangahu <i>et al.</i> 2011)	11
4	Peta lokasi penelitian dan titik sampel penelitian di PT ANTAM Tbk UBP Nikel Kolaka, Kecamatan Pomalaa, Kabupaten Kolaka, Sulawesi Tenggara	14
5	Ilustrasi petak pengamatan untuk pengumpulan data vegetasi	16
6	Kondisi vegetasi hutan ultramafik di Pomalaa, Sulawesi Tenggara A) hutan primer yang didominasi tumbuhan lokal berperawakan pohon besar dan lebat; B) hutan fragmentasi area sisa hutan hasil pembukaan lahan; C) hutan reklamasi yang didominasi oleh tumbuhan <i>fast growing</i> seperti <i>Casuarina equisetifolia</i> ; D) hutan sekunder dengan perawakan hutan yang berukuran kecil	21
7	Struktur komunitas tumbuhan berdasarkan kategori pertumbuhan	31
8	Skrining tumbuhan menggunakan kertas uji yang telah diresapi dengan DMG. (A) <i>Pterophylla hutchinsonii</i> yang menunjukkan uji negatif dan (B) <i>Palaquium obovatum</i> yang menunjukkan uji positif	33



9

Uji semi kuantitatif skala lapangan menggunakan kertas yang telah diresapi dengan *dimethylglyoxime* (DMG). Hasil positif menunjukkan perubahan warna merah atau magenta yang kuat pada tumbuhan A) *Phyllanthus littoralis* dan B) *Macaranga celebica* 35

10

Konsentrasi nikel (Ni) pada daun dan akar dari 10 spesies potensial. Semua konsentrasi dinyatakan dalam satuan mg/kg dalam biomassa kering tumbuhan 37

11

Nilai BCF dan TF pada spesies pengakumulasi nikel. Nilai $TF > 1$ menunjukkan tranlokasi atau distribusi logam yang tinggi dari akar hingga ke jaringan daun 42

DAFTAR LAMPIRAN

1

Hasil analisis konsentrasi nikel (Ni) pada tanah 58

2

Gambar spesies adaptif berdasarkan nilai ekologi tertinggi pada struktur dan komposisi spesies 61

3

Spesies potensial sebagai agen fitoremediasi dan fitomining nikel di tanah ultramafik Pomalaa 62

4

Hasil analisis konsentrasi nikel (Ni) pada tumbuhan 64

@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.