

**RESPON PERTUMBUHAN DAN KEMAMPUAN SERAPAN NIKEL
TANAMAN JAGUNG (*Zea mays* L.) DAN KEDELAI (*Glycine max* (L.) Merr.) YANG
DITANAM PADA LAHAN SEKITAR AREA TAMBANG**

*Growth Response and Nickel Absorption Ability of Corn (*Zea mays* L.) and Soybeans
(*Glycine max* (L.) Merr.) Planted on Land Around the Mining Area*

**Naima Haruna^{1*}, Rosnina², Rahmi Azizah Mudaffar³, Ratna Rahim⁴,
Sitti Maryam Yasin⁵**

^{1,3,4,5}Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Andi Djemma

²Program Studi Agribisnis, Fakultas Pertanian, Universitas Andi Djemma

Jl. Puang H. Daud No. 4 Palopo, Sulawesi Selatan

^{1*)}naimaharuna@unanda.ac.id

ABSTRAK

Penambangan nikel seringkali meninggalkan lahan terdegradasi dengan kandungan logam berat, termasuk nikel (Ni), yang dapat bersifat toksik bagi tanaman. Penelitian ini dilakukan dalam bentuk percobaan di Nursery PT. Vale selama enam bulan (Desember 2023 sampai Mei 2024). Tujuan penelitian untuk menganalisis respon pertumbuhan serta kemampuan serapan nikel pada tanaman jagung dan kedelai yang dibudidayakan di lahan sekitar area tambang nikel. Parameter yang diamati meliputi tinggi tanaman, jumlah daun, berat kering biomassa, produksi serta kadar nikel dalam jaringan tanaman menggunakan spektrofotometri serapan atom (AAS). Hasil penelitian menunjukkan bahwa tanaman jagung yang tumbuh pada media tanam dengan Ni rendah menghasilkan biomassa (bobot kering) dan produksi (biji) yang lebih banyak dibandingkan dengan yang ditanam pada media Ni tinggi, namun hasilnya masih sangat rendah dibandingkan pada kondisi media tanam Ni normal. Biji kedelai yang tumbuh pada media tanam dengan Ni tinggi mengandung logam Ni dalam jumlah lebih banyak yaitu 0.106 tan^{-1} melebihi nilai ambang batas logam Ni pada tanaman (Standar WHO) yaitu $10 \mu\text{g g}^{-1}$ berat kering sehingga tidak aman untuk dikonsumsi, sedang yang paling rendah adalah jagung yaitu 0.023 g kg^{-1} . Disimpulkan bahwa tanaman jagung dan kedelai tidak sesuai untuk dikembangkan di lahan pasca tambang karena produksi yang rendah.

Kata kunci: adaptasi, jagung, kedelai, logam berat, remediasi

ABSTRACT

Nickel mining often leaves degraded land with heavy metal content, including nickel (Ni), which can be toxic to plants. This research was conducted in the form of an experiment at PT. Vale Nursery for six months (December 2023 to May 2024). The purpose of the study was to analyze the growth response and nickel absorption capacity of corn and soybean plants cultivated in the land around the nickel mining area. The parameters observed included plant height, number of leaves, dry weight of biomass, production and nickel levels in plant tissue using atomic absorption spectrophotometry (AAS). The results showed that corn plants grown in low Ni growing media produced more biomass (dry weight) and production (seeds) compared to those grown in high Ni media, but the results were still very low compared to normal Ni growing media conditions. Soybean seeds grown in high Ni growing media contained more Ni metal, namely 0.106 tan^{-1} exceeding the threshold value of Ni metal in plants (WHO Standard) which is $10 \mu\text{g g}^{-1}$ dry weight so it is not safe for consumption, while the lowest was corn, namely 0.023 g kg^{-1} . It was concluded that corn and soybean plants were not suitable for development on post-mining land due to low production.

Keywords: adaptation, corn, soybeans, heavy metals, remediation

PENDAHULUAN

Kegiatan penambangan Nikel di wilayah Sorowako selama beberapa puluh tahun menyisakan lahan-lahan pasca tambang yang terbuka meskipun pada beberapa bagian telah dilakukan rehabilitasi lahan berupa penanaman

berbagai jenis pohon (Setyowati *et al.*, 2018). Lahan pasca penambangan Nikel di Sorowako masih mengandung Nikel cukup tinggi yaitu sekitar 5000 mg kg^{-1} (Netty *et al.*, 2012) hingga 8926 mg kg^{-1} (Haruna *et al.*, 2020). Berdasarkan ambang batas aman Ni pada tanah yaitu 1000 mg kg^{-1}

lahan tersebut termasuk kategori lahan yang tercemar logam berat (Oktavian *et al.*, 2024).

Kondisi lahan pasca penambangan dengan konsentrasi Ni yang tinggi dapat menghambat pertumbuhan dan perkembangan tanaman pada lahan karena tidak semua tanaman memiliki toleransi yang tinggi terhadap kandungan Ni pada media tanam. Tanaman yang tumbuh pada lahan yang tercemar logam berat memperlihatkan berbagai respon pertumbuhan dan gejala toksisitas (Suharjo, Ernawati, & Nurkhamim., 2022). Tanaman yang mengalami hambatan pertumbuhan akar dan daun serta mengalami klorosis atau nekrosis sebagai akibat toksisitas logam Ni tergolong tanaman tidak toleran (Santosa, Suherman & Rosniawaty, 2016).

Namun demikian, beberapa tanaman tertentu mampu beradaptasi terhadap kondisi lingkungan yang kurang menguntungkan sehingga pertumbuhan tanaman tetap terlihat normal tanpa ada gejala toksisitas (keracunan). Tanaman yang tetap tumbuh dengan normal meskipun hidup dalam cekaman dikategorikan sebagai tanaman toleran. Kemampuan tanaman toleran untuk hidup dalam cekaman logam berat Ni pada media tumbuh disebabkan karena tanaman mampu mengakumulasi logam berat yang diserap dari dalam tanah dengan cara pengkelatan di sitoplasma atau

kompartementalisasi di vakuola (Bhat *et al.*, 2025).

Akumulasi logam berat pada tanaman toleran menimbulkan kekhawatiran konsumen apabila logam yang diserap terakumulasi pada organ tanaman yang dikonsumsi (Naisila *et al.*, 2023). Oleh karenanya, sebelum tanaman jagung dan kedelai yang ditanam di lahan tercemar logam Ni dikonsumsi sebagai bahan pangan oleh manusia atau ternak diperlukan analisis kandungan Ni pada setiap bagian tanaman yang dikonsumsi. Apabila jumlah Ni pada bagian tanaman yang dikonsumsi kurang dari ambang batas aman yaitu 10 ppm berdasarkan standar WHO (Patel *et al.*, 2019) maka tanaman aman untuk dikonsumsi dan layak untuk dikembangkan. Sebaliknya jika jumlahnya melewati ambang batas aman maka tidak layak untuk dikonsumsi.

Melalui penelitian ini, dua tanaman pangan yaitu jagung dan kedelai dipilih untuk mengetahui respon pertumbuhan dan kemampuan serapan Ni dari media tanam dengan konsentrasi Ni yang berbeda. Diharapkan kedua tanaman ini dapat tumbuh dengan baik dengan tingkat serapan Ni yang rendah sehingga biji jagung dan kedelai yang dihasilkan aman untuk dikonsumsi oleh manusia maupun ternak.

METODE PENELITIAN

Tempat dan Waktu

Penelitian dilaksanakan dalam bentuk percobaan polybag di area nursery PT. Vale Sorowako Kabupaten Luwu Timur, sedang analisis konsentrasi logam Ni pada tanaman dilaksanakan di laboratorium tanah, tanaman, pupuk dan air Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Maros Sulawesi Selatan. Penelitian berlangsung selama enam bulan (Desember 2023 sampai Mei 2024).

Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan alat penyiram, timbangan, oven, seperangkat alat spektrofotometer, meteran, dan gunting. Bahan-bahan yang digunakan adalah media tanam dengan konsentrasi Ni yang berbeda, polybag hitam 30 x 40 cm, benih jagung varietas Bima 17 (Hibrida) dan kedelai varietas Demas-1, pupuk NPK BASF, kantong kertas (amplop) dan kantong plastik untuk sampel tanaman.

Prosedur Penelitian

Penelitian dilakukan dalam bentuk percobaan dengan perlakuan penggunaan media tanam yang tercemar logam berat dengan konsentrasi Ni yang berbeda yaitu media Ni rendah (2407 ppm) dan media Ni tinggi (8926 ppm). Pada setiap perlakuan terdapat masing-masing 15 unit tanaman jagung maupun kedelai.

Jagung dan kedelai ditanam secara langsung menggunakan benih yang telah direndam selama 30 menit untuk mempercepat perkecambahan. Benih yang

ditanam setiap polybag masing-masing sebanyak 3 biji namun setelah tanaman berumur dua minggu disisakan satu tanaman yang terbaik. Dosis pupuk untuk tanaman jagung adalah 300 kg ha⁻¹ (Tuherkih dan Sipahutar, 2010) sedang kedelai 250 kg ha⁻¹. Pemupukan dilakukan dua kali yaitu saat tanaman berumur 2 dan 8 minggu. Tanaman jagung dipanen saat berumur 99 HST, sedang kedelai pada umur 84 HST.

Peubah yang diamati pada percobaan ini adalah pertumbuhan dan produksi tanaman, serta jumlah serapan Ni pada berbagai organ tanaman jagung dan kedelai. Pengamatan terhadap parameter pertumbuhan menggunakan sampel destruktif yang dimulai sejak minggu ketiga hingga 9 MST. Parameter pertumbuhan yang diamati adalah tinggi tanaman (cm), jumlah daun (helai) dan biomassa tanaman (gram). Pengamatan parameter produksi berupa hasil panen (ton per ha) di akhir percobaan. Pengamatan jumlah serapan Ni pada tanaman dilakukan dengan cara mengambil semua bagian tanaman dari setiap jenis tanaman secara komposit. Organ dari setiap jenis tanaman yang diobservasi dipisahkan menjadi dua bagian yaitu bagian yang dikonsumsi (biji) dan bagian yang tidak dikonsumsi (selain biji). Hasil panen berupa biji dari tanaman jagung maupun kedelai diambil secara acak sebanyak 100 gram sebagai sampel

komposit dan dimasukkan ke dalam kotak sampel dan diberi label untuk dianalisis di laboratorium. Organ tanaman selain biji juga dikumpulkan berdasarkan masing-masing jenis tanaman untuk pengamatan konsentrasi Ni pada jaringan.

Analisis Data

Data pertumbuhan dan produksi tanaman jagung dan kedelai dianalisis menggunakan uji-t pada taraf $\alpha=0.05$ untuk mengetahui adanya perbedaan antar perlakuan. Hasil uji t yang memiliki nilai $P < 0.05$ menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antar perlakuan.

Jumlah serapan Ni pada setiap jenis tanaman dihitung dengan menggunakan rumus berikut yaitu: ***Serapan Ni = konsentrasi NixBK tanaman***

Apabila bagian/organ tanaman mengandung logam Ni di bawah ambang batas aman yaitu <10 ppm (Patel *et al.*, 2019) berarti organ tanaman tersebut aman dan dapat dikonsumsi. Sebaliknya jika kandungan Ni dalam bagian/organ tanaman yang dikonsumsi lebih besar atau melebihi 10 ppm berarti organ tanaman tidak aman dan tidak dapat dikonsumsi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tanaman jagung dan kedelai yang tumbuh pada media yang memiliki konsentrasi Ni total yang berbeda memberikan respon pertumbuhan yang berbeda, seperti terlihat pada Tabel 1, 2 dan 3. Hasil analisis uji-t terhadap parameter panjang/tinggi tanaman jagung dan kedelai (Tabel 1) menunjukkan bahwa perbedaan konsentrasi Ni pada media tanam menyebabkan panjang tanaman jagung berbeda nyata saat umur 5-7 MST namun pada tanaman kedelai tinggi tidak berbeda nyata.

Tanaman jagung maupun kedelai umur 3-7 MST cenderung tumbuh lebih baik pada media Ni tinggi dibandingkan dengan pertumbuhan tanaman pada media Ni rendah, namun pada umur 9 MST tanaman kedelai tumbuh lebih tinggi pada media Ni rendah. Hal ini dapat disebabkan oleh adanya perbedaan kemampuan adaptasi yang dimiliki oleh setiap tanaman untuk tumbuh pada media tanam dengan konsentrasi Ni yang tinggi. Nikel sebagai salah satu logam berat esensial untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman

Tabel 1. Tinggi/panjang tanaman jagung dan kedelai pada media tanam yang berbeda

Jenis tanaman	Media tanam	Tinggi/panjang (cm)			
		3 MST	5 MST	7 MST	9 MST
Jagung	Ni rendah	47.7 a	65.2 b	106.7 b	131.6 b
	Ni tinggi	55.9 a	90.3 a	132.0 a	156.5 a
Kedelai	Ni rendah	13.0 a	31.5 a	52.8 a	62.9 a
	Ni tinggi	14.6 a	33.9 a	59.5 a	60.0 a

Sumber: Data primer setelah diolah, (2026)

Keterangan: Nilai yang diikuti oleh huruf yang identik pada kolom yang sama tidak menunjukkan perbedaan signifikan pada uji-t dengan taraf 0,05

Tabel 2. Jumlah daun tanaman jagung dan kedelai pada media tanam yang berbeda

Jenis tanaman	Media tanam	Jumlah daun (helai)			
		3 MST	5 MST	7 MST	9 MST
Jagung	Ni rendah	5.3 a	8.3 a	10.0 a	12.7 a
	Ni tinggi	4.7 a	7.0 b	9.0 a	14.0 a
Kedelai	Ni rendah	6.0 a	7.7 a	14.0 a	19.7 a
	Ni tinggi	5.0 a	7.0 a	13.0 a	16.7 a

Sumber: Data primer setelah diolah, (2026)

Keterangan: Nilai yang diikuti oleh huruf yang identik pada kolom yang sama tidak menunjukkan perbedaan signifikan pada uji-t dengan taraf 0,05

yang dibutuhkan dalam jumlah yang relatif sedikit. Jumlah yang berlebihan atau melampaui batas toleransi tanaman dapat berbahaya karena menjadi racun bagi tanaman (Chibuike dan Obiora, 2014).

Tanaman jagung dan kedelai yang tumbuh pada media dengan konsentrasi Ni rendah cenderung memiliki jumlah daun yang lebih banyak (Tabel 2) dibanding pada media Ni tinggi. Hasil analisis uji-t terhadap jumlah daun jagung dan kedelai menunjukkan bahwa jumlah daun tanaman jagung berbeda nyata antara kedua media pada umur 5 MST, sedang jumlah daun kedelai tidak berbeda nyata. Berkurangnya konsentrasi Ni pada media berdampak terhadap berkurangnya Ni yang terserap oleh akar sehingga tanaman dapat terhindar dari toksik Ni. Selain itu, konsentrasi Ni yang lebih rendah pada media menyebabkan gangguan pertumbuhan akar menjadi berkurang sehingga fungsi akar dalam menyerap air dan hara dari dalam tanah menjadi lebih baik. Menurut Shah *et al.* (2010), efek morfologis dan struktural utama yang disebabkan oleh toksisitas logam pada akar adalah berkurangnya

pemanjangan akar, biomassa akar dan jumlah akar.

Adanya perbedaan respon pertumbuhan dari tanaman jagung dan kedelai membuktikan bahwa setiap tanaman memiliki kemampuan adaptasi yang berbeda-beda terhadap media tumbuhnya yang memiliki perbedaan konsentrasi Ni. Hal ini sesuai dengan pernyataan Sumiahadi dan Acar (2018), bahwa beberapa tanaman sensitif sedangkan tanaman lain memiliki toleransi tinggi terhadap logam berat. Sebagai konsekuensi dari interaksi logam dengan tanaman, beberapa tanaman mengakumulasi logam berat dari tanah dan mengalami penurunan pertumbuhan dan perkembangan. Namun, beberapa tanaman memiliki toleransi tinggi dan dapat menjaga pertumbuhan dan perkembangan di bawah cekaman logam berat. Menurut Corseuil dan Moreno (2001), mekanisme tumbuhan dalam menghadapi bahan pencemar beracun adalah dengan cara penghindaran, eksklusi, ameliorasi dan toleransi. Cara penghindaran (*escape*) fenologis dilakukan apabila pengaruhnya terjadi pada tanaman musiman yaitu tanaman dapat

menyelesaikan daur hidupnya pada musim yang sesuai. Cara eksklusi yaitu tanaman dapat mengenal ion yang bersifat toksik dan mencegah penyerapan sehingga tidak mengalami keracunan. Cara penanggulangan (ameliorasi) yaitu tanaman mengabsorpsi ion tetapi berusaha meminimumkan pengaruhnya.

Faktor lain yang mempengaruhi kemampuan tanaman jagung sehingga tetap mampu tumbuh dengan baik pada media tumbuh yang mengandung Ni dengan konsentrasi tinggi hingga umur 9 mst adalah sistem perakaran. Tanaman jagung tergolong monokotil yang berakar serabut dengan penyebaran akar yang lebih banyak pada bagian bawah permukaan tanah (Darusman *et al.*, 2021). Dengan kondisi perakaran demikian maka zona penyerapan Ni oleh akar lebih sempit. Rendahnya Ni yang terserap oleh akar menyebabkan tanaman tidak mengalami toksik sehingga pertumbuhan tanaman tidak terhambat. Hal ini berbeda dengan tanaman kedelai yang memiliki sistem perakaran tunggang yang lebih dalam sehingga zona penyerapan Ni oleh akar lebih luas dan dalam (Rosawanty, 2016). Hal ini yang mengakibatkan serapan Ni lebih banyak dan dapat menyebabkan toksik.

Kondisi pertumbuhan suatu tanaman dapat menjadi indikator tentang hasil bahan keringnya. Jumlah bobot kering tanaman jagung dan kedelai yang tumbuh

pada media Ni rendah lebih tinggi dibandingkan pada media Ni tinggi saat panen (Tabel 3).

Tabel 3. Bobot kering tanaman jagung dan kedelai saat panen pada media yang berbeda.

Jenis tanaman	Bobot kering (g tan ⁻¹)	
	Media Ni rendah	Media Ni tinggi
Jagung	55.9 a	46.1 b
Kedelai	37.5 a	32.1 b

Sumber: Data primer setelah diolah, (2026)

Keterangan: Nilai yang diikuti oleh huruf yang identik pada kolom yang sama tidak menunjukkan perbedaan signifikan pada uji-t dengan taraf 0,05

Tingginya konsentrasi Ni pada media Ni tinggi belum mempengaruhi pertumbuhan tanaman jagung. Seiring bertambahnya umur tanaman yang diikuti oleh pertumbuhan akar dan daun yang semakin banyak maka penyerapan Ni oleh akar juga semakin meningkat. Kondisi ini memungkinkan tanaman mengalami toksik Ni yang dapat menghambat pertumbuhan tanaman. Akibatnya adalah tanaman yang tumbuh pada media Ni tinggi memiliki bobot kering panen yang lebih rendah dibandingkan pada media yang diremediasi. Domec *et al.* (2009) menyatakan bahwa organ-organ tanaman saling berkaitan satu dengan yang lain. Pertambahan jumlah daun sebagai organ yang melakukan fotosintesis dan menghasilkan energi untuk pertumbuhan tanaman termasuk membentuk cabang-cabang akar yang lebih banyak.

Hasil analisis produksi tanaman jagung dan kedelai yang ditanam pada media dengan konsentrasi Ni rendah dan Ni tinggi dibandingkan dengan produksi tanaman jagung dan kedelai pada tanah normal terlihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Produksi jagung dan kedelai dengan konsentrasi Ni yang berbeda pada media tumbuh

Jenis tanaman	hasil (t ha ⁻¹)		
	Media: Ni rendah	Media: Ni Tinggi	Media normal
Jagung (biji)	1.5 (17%)	1.1 (13%)	8.9
Kedelai (biji)	1.7 (68%)	1.7 (68%)	2.5

Sumber: Data primer setelah diolah, (2026)

Tanaman dengan pertumbuhan yang subur seperti jumlah daun yang banyak dan bobot kering tanaman dapat berkontribusi pada hasil panen. Tanaman yang ditanam pada media Ni rendah menghasilkan bobot kering tanaman yang lebih tinggi saat panen dan menghasilkan pula hasil yang lebih tinggi. Bobot kering tanaman yang tinggi dapat menggambarkan bahwa proses fotosintesis tanaman berlangsung dengan baik sehingga mampu menyimpan hasil fotosintesis (assimilat) dalam jumlah yang lebih banyak dan dapat digunakan untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Menurut Shah *et al.* (2010), bahwa proses fotosintesis menyumbang 80–90% dari total bahan kering tanaman. Tingginya produksi tanaman pada media Ni rendah dibandingkan dengan media Ni tinggi dapat

disebabkan karena efek toksik Ni yang lebih rendah akibat konsentrasi Ni yang lebih rendah pada media tumbuh. Selain itu, jumlah konsentrasi Ni pada media Ni rendah masih dapat ditolerir sehingga tanaman masih dapat tumbuh baik melalui adaptasi terhadap lingkungan tumbuh yang mengandung logam Ni. Hal ini sesuai dengan pendapat Morkunas *et al.* (2018), yang menyatakan bahwa dampak logam berat pada tanaman sangat terkait dengan dosis, spesies tanaman dan fase perkembangan tanaman serta karakteristik faktor lingkungan untuk zona iklim tertentu. Persentase capaian produksi tanaman jagung yang tumbuh pada media Ni rendah dan Ni tinggi berbeda nyata dimana produksi pada media tercemar logam Ni berkisar 1,13-1,47 ton/ha atau 13%-17% dari produksi pada tanah normal (8.9 ton/ha). Untuk produksi kedelai tidak berbeda nyata pada media dengan konsentrasi Ni yang berbeda dengan produksi 1,71 ton/ha atau 68% dari produksi pada tanah normal (2,5 ton/ha). Hal ini menunjukkan bahwa konsentrasi Ni yang masih tinggi pada media tanam merupakan faktor pembatas tanaman untuk berproduksi secara optimal. Capaian hasil yang sangat rendah menunjukkan bahwa usaha budidaya tanaman jagung dan kedelai pada lahan pasca penambangan nikel dengan konsentrasi Ni yang masih di atas 2407 ppm

tidak menguntungkan dari aspek ekonomi karena hasil tanaman tidak optimal.

Hasil kedelai yang lebih tinggi baik pada media yang diremediasi maupun yang tanpa diremediasi dibandingkan jagung dapat mengindikasikan bahwa kedelai lebih toleran hidup dalam cekaman logam Ni. Kemampuan tanaman kedelai dapat disebabkan karena logam Ni memiliki peran yang lebih banyak dalam aktivitas metabolismenya. Hal ini sejalan dengan penjelasan Freitas *et al.* (2018), bahwa nikel merupakan sebuah komponen urease dan hidrogenase yang penting bagi tanaman. Pada tanaman legum seperti kedelai yang sangat efisien dalam fiksasi nitrogen biologis (BNF), urease dan hidrogenase memiliki peran yang sangat signifikan.

Hasil analisis jumlah serapan Ni tanaman jagung dan kedelai yang tumbuh pada media dengan konsentrasi Ni yang berbeda terlihat pada Tabel 5.

Keberadaan logam berat dalam tanah dengan konsentrasi yang masih cukup tinggi dapat berakibat terserapnya logam berat oleh akar tanaman yang tumbuh di atasnya. Jumlah konsentrasi Ni total pada

media Ni tinggi adalah 8926 ppm lebih banyak dibandingkan dengan yang media Ni rendah yaitu 2407 ppm. Hasil penelitian menunjukkan jumlah serapan Ni pada tanaman jagung dan kedelai yang ditanam pada media Ni rendah terlihat lebih tinggi. Hal ini berarti bahwa jumlah serapan Ni oleh tanaman tidak hanya ditentukan oleh banyaknya jumlah Ni total dalam tanah. Ni total dalam tanah merupakan jumlah seluruh Ni yang terdapat dalam tanah baik yang berada dalam bentuk bebas dalam larutan tanah (tersedia bagi tanaman) maupun yang terikat pada partikel tanah. Menurut Kabata Pendias dan Pendias (2001), logam Ni yang dalam bentuk terikat pada partikel tanah tidak dapat diserap oleh tanaman sehingga keberadaan logam Ni dalam tanah cenderung tinggi. Logam dalam bentuk terikat sulit tercuci dan relatif tidak tersedia bagi tanaman. Banyaknya jumlah serapan Ni oleh tanaman yang tumbuh pada media yang telah diremediasi (Ni rendah) dapat disebabkan oleh jumlah Ni tersedia pada media tanam lebih banyak akibat adanya pemberian ligan asam sitrat saat remediasi media tanam sebelumnya.

Tabel 5. Serapan Ni pada tanaman jagung dan kedelai yang ditanam pada media yang berbeda

Tanaman	Media Tanam	Serapan Ni (g tan-1)		
		Biji	Selain Biji	Total
Jagung	Ni rendah	0.02	0.04	0.06
	Ni tinggi	0.01	0.01	0.02
Kedelai	Ni rendah	0.11	0.18	0.29
	Ni tinggi	0.10	0.14	0.24

Sumber: Data primer setelah diolah, (2026)

Logam Ni yang dikhelat oleh asam sitrat dan menjadi bentuk tersedia dalam tanah tidak semuanya terserap oleh tanaman akumulator sebelumnya. Asam sitrat yang diberikan pada media tanam diduga masih tersisa dalam tanah sehingga dapat menyebabkan Ni tersedia semakin banyak. Menurut Bani *et al.* (2008), pemberian asam sitrat pada media tanam dapat meningkatkan jumlah Ni yang tersedia di tanah sehingga meningkatkan jumlah logam Ni yang dapat diambil oleh akar. Penanaman jagung dan kedelai pada media yang Ni rendah mengandung banyak Ni tersedia menyebabkan tanaman dapat menyerap logam Ni dalam jumlah yang lebih banyak. Sebaliknya media tanam dengan Ni tinggi (tidak diremediasi) tidak mendapatkan perlakuan asam sitrat pada sebelumnya sehingga tidak terjadi pengkhelatan Ni dari koloid tanah. Logam Ni pada media Ni tinggi (tanpa diremediasi) berada dalam bentuk terikat pada partikel tanah sehingga Ni tidak dapat diserap oleh tanaman. Dengan demikian maka jumlah serapan pada tanaman lebih ditentukan oleh jumlah Ni tersedia dalam tanah dibandingkan dengan jumlah Ni total tanah.

Serapan logam Ni tanaman kedelai paling banyak dengan jumlah serapan 0.29 g tan^{-1} sedang yang paling sedikit adalah tanaman jagung dengan jumlah serapan 0.06 g tan^{-1} . Hal ini dapat disebabkan oleh

kemampuan setiap jenis tanaman dalam menyerap logam Ni berbeda-beda. Beberapa tanaman mampu menyerap logam Ni dalam jumlah banyak dan terdapat pula tanaman yang hanya mampu menyerap logam Ni dalam jumlah yang sangat sedikit. Hal ini sesuai dengan pendapat Hidayati (2005), yang menyatakan bahwa semua tumbuhan memiliki kemampuan untuk menyerap logam namun dengan jumlah yang bervariasi.

Perbedaan morfologi tanaman juga dapat mempengaruhi jumlah serapan pada tanaman. Hal ini sesuai dengan pendapat Singh *et al.* (2007), bahwa perbedaan akumulasi logam berat pada tanaman dapat disebabkan oleh perbedaan dalam sifat morpho-physiologis tanaman. Sistem perakaran tunggang dan serabut memiliki beberapa perbedaan, diantaranya daerah penyebaran, panjang dan jumlahnya. Tanaman dengan sistem perakaran tunggang (kedelai) memiliki daerah penyebaran akar yang lebih dalam dibandingkan dengan akar serabut. Kondisi ini menyebabkan akar tidak hanya mampu menyerap logam Ni yang berada pada lapisan tanah bagian atas namun dapat pula menyerap logam Ni yang terdapat pada lapisan tanah yang lebih dalam. Hal ini sejalan dengan pendapat Verlo (1993), yang menyatakan bahwa potensi serapan logam oleh tumbuhan dikotil lebih besar daripada tumbuhan monokotil.

Akumulasi logam berat dalam jumlah banyak pada tanaman pangan terutama di bagian/organ yang dikonsumsi dapat berbahaya karena logam berat dapat berpindah dan masuk ke organisme lain (manusia dan hewan) melalui rantai makanan. Toksisitas logam berat dapat memiliki beberapa efek kesehatan dalam tubuh. Menurut Engwa *et al.* (2019), toksisitas beberapa logam berat bisa menjadi akut sementara yang lain bisa menjadi kronis setelah paparan jangka panjang yang dapat menyebabkan terhadap kerusakan beberapa organ dalam tubuh seperti otak, paru-paru, hati, dan ginjal. Dampak buruk yang terjadi pada manusia jika terpapar logam berat dapat menjadi suatu alasan kuat untuk tidak mengkonsumsi pangan yang mengandung logam berat Ni melebihi ambang batas aman. Menurut Patel *et al.* (2019), nilai ambang batas unsur logam berat Ni dalam tanaman menurut standar WHO adalah 10 ppm. Tanaman yang mengandung logam berat pada bagian tanaman yang dipanen atau dikonsumsi dapat menurunkan kualitasnya karena dikategorikan sebagai pangan yang tidak aman.

KESIMPULAN DAN SARAN

Tanaman jagung yang tumbuh pada media tanam dengan Ni rendah menghasilkan biomassa (bobot kering) dan produksi (biji) yang lebih banyak dibandingkan dengan yang ditanam pada media Ni tinggi, namun

hasilnya masih sangat rendah dibandingkan pada kondisi media tanam Ni normal.

Biji kedelai yang tumbuh pada media tanam dengan Ni tinggi mengandung logam Ni dalam jumlah lebih banyak yaitu 0.106 g tan^{-1} melebihi nilai ambang batas logam Ni pada tanaman (Standar WHO) yaitu $10 \mu\text{g g}^{-1}$ berat kering sehingga tidak aman untuk dikonsumsi, sedang yang paling rendah adalah jagung yaitu 0.023 g kg^{-1} .

DAFTAR PUSTAKA

- Bani, A., G. Echevarria, S. Sulce & J.L. Morel. (2008). Development Of A Technology For Extensive Phytoextraction Of Nickel On An Ultramafic Site (Albania). In V. Bert (Ed.),
- Bhat, B. A., Rather, M. A., Bilal, T., Nazir, R., Qadir, R. U., & Mir, R. A. (2025). Plant hyperaccumulators: a state-of-the-art review on mechanism of heavy metal transport and sequestration. *Frontiers in Plant Science*, 16
- Corseuil, H.X and F.N. Moreno. (2001). Phytoremediation potential of willow trees for aquifers contaminated with ethanol-blended gasoline. *Water Research*. 35(12), 3013-3017.
- Darusman, Syakur, Zaitun & Jufri, Y. (2021). Serapan hara N, P, dan K akibat pemberian beberapa jenis biochar pada tanah bekas galian tambang. *Jurnal IPA & Pembelajaran IPA*. 5(1), 90-100.
- Domec, J.-C., Noormets A., King J.S., Sun G., McNulty S.G., Gavazzi M.J., Boggs J.L. & Treasure E.A. (2009). Decoupling the influence of leaf and root hydraulic conductances on stomatal conductance and its sensitivity to vapour pressure deficit as soil dries in a drained loblolly pine plantation. *Plant, Cell and Environment*, 32, 980 – 981.
- Engwa, G.A., Ferdinand, P.U., Nwalo, F.N., & Unachukwu, M.N. (2019). Mechanism and health effects of heavy metal toxicity in humans. DOI:

- <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.82511>.
- Freitas, S., Rodak, W., Reis, R.D., Reis, D.B., Carvalho, S.D., Schulze, Carneiro, C., & Guilherme, G. (2018). Hidden nickel deficiency? nickel fertilization via soil improves nitrogen metabolism and grain yield in soybean genotypes. *Frontiers Plant Science*, 8(9), 614. doi: 10.3389/fpls.2018.00614.
- Haruna, N., Wardiyati, T. & Maghfoer, M. D. (2020). The use of citric acid and NPK fertilizer to enhance phytoextraction of nickel by Bajo starfruit plant (*Sarcotheca celebica* Veldk.). *Journal of Degraded and Mining Lands Management*. 7(3), 2123-2132
- Hidayati, N. (2005). Fitoremediation and potency of hyperaccumulator plants. *Hayati Journal of Biosciences*. 12(1), 35-40
- Kabata-Pendias, A., & Pendias, H. (2001). *Trace Elements in Soil and Plants*. (3rd Edition). CRC Press. Boca Raton, Florida. 413 pp
- Morkunas, I., Wozniak, A., Mai, V. C., Rucin'ska-Sobkowiak, R. & Jeandet, P. (2018). The role of heavy metals in plant response to biotic stress. *Molecules*. 23,(2320), 1-30.
- Naisila, Kholimah, S. P. N., Chairunnisa, V. O. & Viratama, I. P. (2023). Tumbuhan. *Bioedutech: Jurnal Biologi, Pendidikan Biologi, dan Teknologi Kesehatan*. 2(2), 193-203
- Netty S., Wardiyati, T., Handayanto, E., & Maghfoer, M. D. (2012). Nickel accumulating plants in the post-mining land of Sorowako, South Sulawesi, Indonesia. *Journal of Tropical Agriculture*. 50(1-2), 45-48.
- Oktavian, P., Anas, M., Kasman, Sudiana, I. N., Safaani, J. & Agus, L. (2024). Studi Kajian literatur: pengaruh keberadaan logam berat terhadap tingkat kesuburan tanah di Indonesia. *Einstein's: Research Journal of Applied Physics*. 2(1), 20-23.
- Patel, B., Sharma, Y. M., Tagore, G. S., Sharma, G. D., & Halecha, G. (2019). Heavy metal accrual in soils and crops grown in the peri urban areas of Jabalpur district of Madhya Pradesh, India using geospatial techniques. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. 8(2), 64-90.
- Santosa, H. R., Suherman, C. & Rosniawaty, S. (2016). Respons pertumbuhan tanaman kopi robusta (*Coffea robusta* L.) tercekam aluminium di lahan reklamasi bekas tambang batubara bervegetasi sengon (Periode El Nino). *Jurnal Agrikultura*, 27(3), 124-131
- Setyowati, R. D. N., Amala, N. A., & Aini, N. N. U. (2018). Studi pemilihan tanaman revegetasi untuk keberhasilan reklamasi lahan bekas tambang. *Al-Ard Jurnal Teknik Lingkungan*. 3(1), 14-20.
- Shah, F.U.R., Ahmad, N., Masood, K.R., Peralta-Videa, J.R., & Ahmad, F.D. 2010. *Plant Adaptation and Phytoremediation*. Chapter 4 Heavy Metal Toxicity in Plants. 71-97 pp.
- Suharjo, M. H., Ernawati, R. & Nurkhamim. (2022). Cekaman logam berat cromium terhadap tanaman. *Jurnal Teknologi Mineral FT UNMUL*. 10(1), 8-16.
- Tuherkih, E. & Sipahutar, I.A. (2010). Pengaruh pupuk NPK majemuk (16:16:15) terhadap pertumbuhan dan hasil jagung (*Zea mays* L) di tanah inceptisol. *Prosiding Seminar Nasional Sumberdaya Lahan Pertanian*. Buku II: Konservasi Lahan, Pemupukan, dan Biologi Tanah, Bogor.