

**KAJIAN PENYERAPAN LOGAM Cd, Ni, DAN Pb DENGAN VARIASI
KONSENTRASI PADA AKAR, BATANG, DAN DAUN TANAMAN BAYAM
(*Amaranthus tricolor* L.)**

**STUDY OF Cd, Ni AND Pb ABSORPTION WITH SOME VARIATION OF
CONCENTRATIONS ON ROOTS, STEM AND LEAVES OF SPINACH
(*Amaranthus tricolor* L.)**

Azidi Irwan¹, Noer Komari¹, Yenny Era Nova²

¹Dosen Program Studi Kimia Fakultas MIPA Universitas Lambung Mangkurat

²Alumni Program Studi Kimia Fakultas MIPA Universitas Lambung Mangkurat
Jl. Jend. A. Yani Km 36 Banjarbaru 70714 Kalimantan Selatan

ABSTRAK

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mempelajari serapan Cd, Ni, dan Pb pada akar, batang, dan daun setelah pemberian logam-logam itu pada media tumbuhnya dan mengamati pengaruhnya terhadap komponen pertumbuhan bayam yang terdiri dari jumlah daun, tinggi tanaman, diameter batang, penampilan daun, dan bobot kering masing-masing bagian akar, batang, dan daun. Penelitian ini dilaksanakan dengan rancangan acak lengkap dengan kombinasi variasi konsentrasi logam 75, 150, dan 300 ppm. Hasil penelitian menunjukkan komponen pertumbuhan jumlah daun, tinggi tanaman, diameter batang, bobot kering daun tidak berbeda secara signifikan setelah pemberian logam. Akan tetapi memberikan pengaruh nyata terhadap penurunan bobot kering akar dan batang bayam ($\alpha = 5\%$). Penyebaran konsentrasi rerata Cd, Ni, dan Pb masing-masing di akar berturut-turut adalah 22,27; 30,49; dan 137,18 ppm, di batang 12,03; 14,46; dan 88,61 ppm, di daun 11,49; 7,31; dan 35,52 ppm.

Kata Kunci : Absorpsi logam, Cd, Ni, Pb, Bayam, variasi konsentrasi

ABSTRACT

The objectives of this research were to examine influence giving of Cd, Ni and Pb metals with some variation of concentration toward spinach (amaranth) growth, and measure degree the spread absorption of those metals in root, stem and leaf of amaranth vegetations. This research was conducted experimentally with Randomized Complete Design with three concentration variations as 75, 150 and 300 ppm. Variables dealing with amaranth growth that observed were number of leaf by plant, plant height, stem diameter and leaf performance of amaranth vegetations. Result of this research showed that giving of Cd, Ni and Pb metal with variation of concentration did not give a significant different for growth factors like the number of leaf per plant, plant height, stem diameter and dry weight of leaf plant, but significant different for dry weight of root and stem amaranth plant on $\alpha = 5\%$ level. Distributions of Cd, Ni and Pb in root of amaranth were 22.27, 30.49 and 137.18 ppm; in stem were 12.03, 14.46 and 88.61 ppm; in leaf were 11.49, 7.31 and 35.52 ppm respectively.

Keywords : absorption of metal, Cd, Ni, Pb, amaranth, variation of concentration

PENDAHULUAN

Pesatnya laju pembangunan dan berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi dewasa ini memungkinkan manusia memanfaatkan banyak jenis bahan kimia termasuk logam-logam berat untuk memenuhi kebutuhan hidup (Ratnaningsih, 2004). Banyak jenis logam yang digunakan pada industri-industri pembuatan baterai, kaleng, pelapisan logam, zat warna dan cat, zat anti-ketuk dalam bahan bakar mesin, dan lainnya tergolong sebagai logam berat. Di antara logam yang banyak digunakan itu tergolong berbahaya bagi manusia dan lingkungan seperti cadmium (Cd), nikel (Ni), dan timbal (Pb). Dengan konsentrasi tertentu dalam tubuh manusia tiap logam tersebut dapat menimbulkan beberapa penyakit dan gangguan kesehatan (Irwan, 1993).

Tanaman dapat menyerap logam berat dari media tanah maupun udara yang telah tercemar karena tanaman memiliki kemampuan untuk menyerap unsur mineral termasuk logam berat. Melalui rantai makanan akan terjadi pemindahan dan peningkatan kadar logam berat pada tingkat trofik (pemangsa) yang lebih tinggi. Manusia sebagai konsumen hasil tanaman, baik jenis biji-bijian misalnya beras dan jagung, daun misalnya bayam dan kangkung, maupun umbi misalnya ketela dan ubi, dapat mengambil logam berat melalui rantai makanan ini. Dalam

tubuh logam berat akan terakumulasi sehingga kadarnya dapat lebih tinggi daripada kadar logam berat tersebut pada sumbernya. Hal ini membahayakan kesehatan manusia karena dapat menyebabkan toksisitas kronis bila dikonsumsi terus-menerus (Ratnaningsih, 2004).

Beberapa jenis tanaman tingkat tinggi memiliki kemampuan untuk mengakumulasi logam berat dalam kisaran yang tinggi sehingga disebut sebagai tanaman yang toleran terhadap logam berat (Thurman, 1981). Lokasi akumulasi logam berat pada tanaman terdistribusi hampir di seluruh bagian tanaman, yaitu akar, daun, dan bunga (Krause and Kaiser, 1977). Penelitian Adjuwana (1984) menunjukkan tanaman yang tumbuh di tepi jalan umum mengandung logam Cd, Ni, dan Pb lebih banyak pada daun daripada di bagian batang dan akar. Kadar Pb pada daun bayam (*Amaranthus hybridus* L.) lebih tinggi daripada di batang maupun malai (Muis, 2000). Konsentrasi Cd, Ni, dan Pb pada daun bayam meningkat seiring dengan meningkatnya konsentrasi tiap logam berat di dalam media tumbuhnya. Pada konsentrasi 200 mg/kg tanah, akumulasi ketiga logam pada daun bayam ditunjukkan dengan urutan Cd>Ni>Pb (Irwan, 1993).

Tanaman bayam merupakan salah satu bahan sayur yang bergizi tinggi dan digemari oleh semua

kalangan masyarakat. Umumnya tanaman bayam dikonsumsi bagian daun dan batangnya. Adapula yang memanfaatkan biji atau akarnya sebagai tepung, obat, bahan kecantikan, dan lain-lain. Bayam banyak mengandung vitamin A, B, C, dan zat-zat mineral seperti kalsium dan besi. Bayam dapat tumbuh di berbagai jenis tanah terutama tanah gembur liat ringan dan tanah liat berpasir.

Mengingat dalam media tumbuh atau tanah dapat terjadi variasi jenis dan konsentrasi logam berat, menarik untuk mengkaji sebaran akumulasi logam berat Cd, Ni, dan Pb pada pertumbuhan tanaman bayam di akar, batang, dan daun. Juga akan diamati penampilan dan fisik tanaman berupa jumlah daun, tinggi, diameter batang, bobot kering bagian akar, batang, dan daun setelah dikontaminasi logam berat pada media tumbuhnya. Di samping manfaat lain secara tidak langsung untuk melihat kemampuan bayam dalam

mengabsorpsi untuk pekerjaan remediasi tanah tercemar logam berat.

METODE PENELITIAN

Persiapan Tanaman

Jenis bayam yang dipakai dalam penelitian ini adalah jenis bayam cabut. Semua dilakukan di dalam rumah kaca. Bibit bayam ditanam di tempat semaian sampai berumur 10 hari, setelah itu dipindahkan ke kantong-kantong plastik tanpa lubang buangan yang telah diisi dengan 1 kg tanah media tumbuh. Tanah tersebut masing-masing merupakan campuran tanah dan fertilizer berupa pupuk kandang 50 g, urea 0,5 g, TSP 0,25 g, dan KCl 0,25 g. Bayam yang dipindahkan dipilih dengan keseragaman tinggi, jumlah daun, dan diameter batang. Setelah penyesuaian dan tumbuh baik secara serentak ke dalam media diberikan logam Cd, Ni, dan Pb masing-masing dengan kombinasi variasi konsentrasi 75, 150, dan 300 ppm antar logam antar konsentrasi, dapat dilihat pada Tabel 1. Setiap kombinasi diulang 3 kali.

Tabel 1. Kombinasi Variasi Konsentrasi pada Pemberian Cd, Ni, dan Pb

| Kode | Variasi Konsentrasi Logam (ppm) | | |
|------|---------------------------------|-----|-----|
| | Cd | Ni | Pb |
| 1 | Kontrol | | |
| 2 | 75 | 75 | 75 |
| 3 | 75 | 75 | 150 |
| 4 | 75 | 75 | 300 |
| 5 | 75 | 150 | 75 |
| 6 | 75 | 150 | 150 |
| 7 | 75 | 150 | 300 |
| 8 | 75 | 300 | 75 |
| 9 | 75 | 300 | 150 |
| 10 | 75 | 300 | 300 |

| Kode | Variasi Konsentrasi Logam (ppm) | | |
|------|---------------------------------|-----|-----|
| | Cd | Ni | Pb |
| 11 | 150 | 75 | 75 |
| 12 | 150 | 75 | 150 |
| 13 | 150 | 75 | 300 |
| 14 | 150 | 150 | 75 |
| 15 | 150 | 150 | 150 |
| 16 | 150 | 150 | 300 |
| 17 | 150 | 300 | 75 |
| 18 | 150 | 300 | 150 |
| 19 | 150 | 300 | 300 |

| Kode | Variasi Konsentrasi Logam (ppm) | | |
|------|---------------------------------|-----|-----|
| | Cd | Ni | Pb |
| 20 | 300 | 75 | 75 |
| 21 | 300 | 75 | 150 |
| 22 | 300 | 75 | 300 |
| 23 | 300 | 150 | 75 |
| 24 | 300 | 150 | 150 |
| 25 | 300 | 150 | 300 |
| 26 | 300 | 300 | 75 |
| 27 | 300 | 300 | 150 |
| 28 | 300 | 300 | 300 |

Jarak pemberian logam dari batang bayam ± 2 cm. Kontak dengan logam-logam ini dibiarkan sampai bayam mencapai umur 35 hari.

Pemanenan dan Preparasi Contoh

Tanaman bayam dipanen dengan hati-hati hingga bagian-bagian akar, batang, dan daun terambil secara utuh. Kemudian diambil per bagian bayam untuk dilakukan pekerjaan selanjutnya. Bobot kering tanaman ditentukan dari massa keringnya yang dipanaskan oven pada suhu 60°C selama 24 jam. Masing-masing bagian dilakukan dekomposisi awal dengan menambahkan 10 ml HNO_3 pekat dan dibiarkan selama 1 malam. Berikutnya dipanaskan selama ± 30

menit dan dijaga agar tidak meluap. Ditambahkan kembali HNO_3 pekat sebanyak 5 ml dengan terus dipanaskan sampai dihasilkan larutan jernih kekuningan. Didinginkan dan diencerkan dengan labu ukur 25 ml sampai tanda tera. Larutan siap dianalisis (Sutanto dkk., 2002).

Pengukuran Cd, Ni, dan Pb dengan AAS

Dilakukan pembacaan absorban dalam penentuan konsentrasi ketiga logam. Logam Cd, Ni, dan Pb berturut-turut diukur pada panjang gelombang 228,8 nm; 232 nm; dan 217 nm. Konsentrasi logam dalam contoh dihitung dengan persamaan :

$$\text{Konsentrasi logam (mg/kg)} = \frac{\text{ppm logam larutan contoh (mg/l)}}{\text{kg bobot kering contoh}} \times \text{volume larutan contoh (l)}$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penampilan Bayam

Secara fisik bayam terlihat layu ketika siang hari, tetapi kembali normal pada sore sampai pagi hari, dan setelah disiram air akan sehat kembali. Kelayuan seperti ini bukan karena penyakit. Jika terserang penyakit, walaupun disiram air tidak mau tegar lagi, karena perakaran tanaman atau jaringan dalam batang tanaman telah rusak akibat serangan cendawan atau bakteri, sehingga pengangkutan air dari dalam tanah tidak bisa lancar (Pracaya, 2004).

Warna daun tanaman yang diberikan perlakuan berupa penambahan logam Cd, Ni, dan Pb dengan variasi konsentrasi pada media tanamnya selama pengamatan terlihat semakin hijau pucat dibandingkan tanaman kontrol yang disebut dengan klorose. Perubahan warna hijau pada daun dapat disebabkan rusak atau tidak berfungsinya klorofil (Pracaya, 2004). Pelepasan timbal ke dalam sitoplasma menghambat dua jenis enzim, yaitu asam γ -aminolevulinat hidratase dan profobilinogenase yang terlibat dalam biogenesis klorofil (Hampp, 1974).

Komponen Pertumbuhan

Pertumbuhan merupakan pertambahan ukuran dan berat tanaman yang tidak dapat balik lagi. Telah dilakukan pengamatan pada jumlah daun, tinggi tanaman, diameter batang, dan bobot kering akar, batang, dan daun tanaman bayam. Penambahan variasi konsentrasi Cd, Ni, dan Pb yang tinggi dapat menyebabkan terhambatnya pertumbuhan karena

terganggunya proses metabolisme dalam tubuh tanaman. Jika metabolisme seperti fotosintesis terganggu, maka ketersediaan biomolekul esensial seperti karbohidrat sangat kurang. Hal ini yang dapat menyebabkan terhambatnya pertumbuhan karena karbohidrat digunakan untuk proses pembelahan sel, pemanjangan sel, serta pembentukan jaringan.

Tabel 2. Rerata Komponen Pertumbuhan Bayam Setelah Pemberian Cd, Ni, dan Pb dengan Kombinasi Variasi Konsentrasi

| | Jumlah Daun | Tinggi (cm) | Diameter Batang (cm) | Bobot Kering (g) | | |
|-----------|-------------------|-------------------|----------------------|------------------|-------------------|------------------|
| | | | | Akar | Batang | Daun |
| Kontrol | 20,3 ^a | 11,0 ^b | 1,6 ^c | 0,3 ^d | 0,24 ^f | 0,5 ^h |
| Perlakuan | 19,3 ^a | 11,2 ^b | 1,7 ^c | 0,1 ^e | 0,20 ^g | 0,5 ^h |

Keterangan : angka-angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata ($\alpha = 0,01$), n = 28

Dari data pada Tabel 2 ditunjukkan komponen-komponen pertumbuhan, yaitu pengamatan pada jumlah daun, tinggi tanaman, diameter batang, dan bobot kering daun tidak menunjukkan perbedaan bermakna antara tanaman kontrol dengan

perlakuan. Sementara perbedaan secara bermakna terjadi pada bobot kering akar dan batang dan itu dapat dilihat pada Tabel 3 dan Tabel 4. Kurva profil komponen pertumbuhan disajikan pada Gambar 1.

Tabel 3. Data Hasil Uji F untuk Bobot Kering Akar Bayam

| Sumber Keragaman | DB | JK | KT | F-hitung | F-Tabel | |
|------------------|----|------|------|----------|---------|------|
| | | | | | 5% | 1% |
| Kelompok | 2 | 0,02 | 0,01 | 4,33 * | 3,17 | 5,02 |
| Perlakuan | 27 | 0,21 | 0,01 | 3,41 ** | 1,69 | 2,11 |
| Galat | 54 | 0,13 | 0,00 | | | |
| Total | 83 | 0,36 | | | | |

KK = 31,38%

Keterangan: *berbeda nyata

** = berbeda sangat nyata

Tabel 4. Data Hasil Uji F untuk Bobot Kering Batang Bayam

| Sumber Keragaman | DB | JK | KT | F-hitung | F-Tabel | |
|------------------|----|------|------|----------|---------|------|
| | | | | | 5% | 1% |
| Kelompok | 2 | 0,01 | 0,01 | 1,43 tn | 3,17 | 5,02 |
| Perlakuan | 27 | 0,26 | 0,01 | 2,14 ** | 1,69 | 2,11 |
| Galat | 54 | 0,24 | 0,00 | | | |
| Total | 83 | 0,52 | | | | |

KK = 31,38%

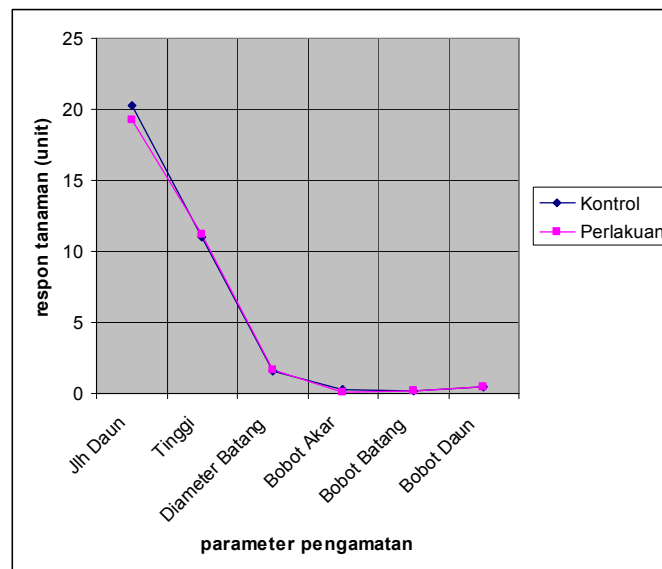
Keterangan: *berbeda nyata

tn = tidak berbeda nyata

** = berbeda sangat nyata

Jumlah daun per tanaman adalah jumlah daun pada setiap tanaman. Diperoleh dengan cara menghitung (helai) yang sudah membuka dan berwarna hijau dan masih segar. Pembentukan daun terjadi pada fase awal pertumbuhan kecambah. Dengan demikian antara tanaman kontrol dan tanaman yang diberi perlakuan memiliki kemampuan yang sama dalam produksi daun. Pemberian logam pada fase

pertumbuhan relatif tidak berpengaruh terhadap jumlah daun tanaman bayam. Pada tumbuhan dikotil, sebagian besar pembelahan selnya telah lama berhenti sebelum daun berkembang penuh, bahkan sebelum daun mencapai kurang dari separuh ukuran akhirnya, sehingga perkembangan daunnya semata-mata disebabkan oleh pertumbuhan sel yang telah terbentuk sebelumnya (Salisbury & Ross, 1995).



Gambar 1. Kurva pola respon tanaman terhadap pemberian Cd, Ni, dan Pb

Pada organ tumbuhan yang memanjang, seperti batang,

pembesaran terjadi terutama ke satu dimensi, artinya hanya ke arah

memanjangnya. Pembesaran sel sebagian besar merupakan peristiwa penyerapan air ke dalam vakuola yang mengembang. Konsentrasi bahan terlarut pada vakuola tinggi dan ada ratusan bahan terlarut termasuk Cd, Ni, dan Pb. Tekanan air menyebabkan terjadinya pertumbuhan dengan cara mendorong dinding dan membran menjadi melar (Salisbury & Ross, 1995). Peristiwa terjadinya penyerapan air ke dalam vakuola terlihat dari besarnya rerata kadar air terukur yang terdapat dalam tanaman bayam, yaitu 80,42%.

Pertambahan diameter batang disebabkan oleh peristiwa penyerapan air yang menyebabkan vakuola mengembang. Dari data belum dapat disimpulkan bahwa tidak hubungan antara kontaminan logam Cd, Ni, dan Pb dalam tubuh tanaman dengan ukuran diameter batang. Antara tanaman kontrol dengan tanaman yang dikontaminasi ketiga logam tidak menunjukkan perbedaan dalam hal penyerapan air di bagian batang. Hal yang seperti ini justru harus diwaspadai mengingat bayam tidak menampakkan perubahan yang berarti secara fisik.

Data yang cukup menarik dan sesuai dengan harapan terjadi pada nilai bobot kering akar, batang, dan daun bayam. Bobot kering tanaman ditentukan dari massa keringnya yang dipanaskan dalam oven pada suhu 60°C selama 24 jam. Bagian bayam berurutan mulai dari bawah, yaitu akar

dan batang terjadi perbedaan signifikan dari nilai bobot kering karena mereka lebih dekat dengan tempat pemberian logam daripada daun bayam. Hal ini memunculkan dugaan adanya gangguan metabolisme yang terjadi pada akar dan batang. Data pada Tabel 2 mendukung hal tersebut di mana pada bagian akar dan batang akumulasi logam lebih banyak dibandingkan dengan daun.

Uji lanjutan untuk mengetahui perlakuan mana yang paling berpengaruh terhadap hasil uji dari data Tabel 3 dan Tabel 4 dilakukan uji DMRT sehingga diketahui perlakuan yang memberikan perbedaan secara signifikan menurunkan bobot kering akar dan batang. Pada akar adalah perlakuan dengan variasi Cd 75 ppm, Ni 75 ppm, dan Pb 300 ppm. Sedangkan pengaruhnya pada bobot kering batang secara signifikan juga diberikan oleh perlakuan Cd 75 ppm, Ni 75 ppm, dan Pb 300 ppm. Hal ini memunculkan dugaan bahwa toksisitas Cd dan Ni terhadap tanaman bayam lebih tinggi daripada Pb. Dengan konsentrasi perlakuan paling rendah, yaitu masing-masing 75 ppm tanaman telah memberikan respon signifikan, sementara logam Pb terlihat diakumulasi cukup baik oleh tanaman sampai pada konsentrasi tertinggi dan kemudian baru menunjukkan efek toksiknya.

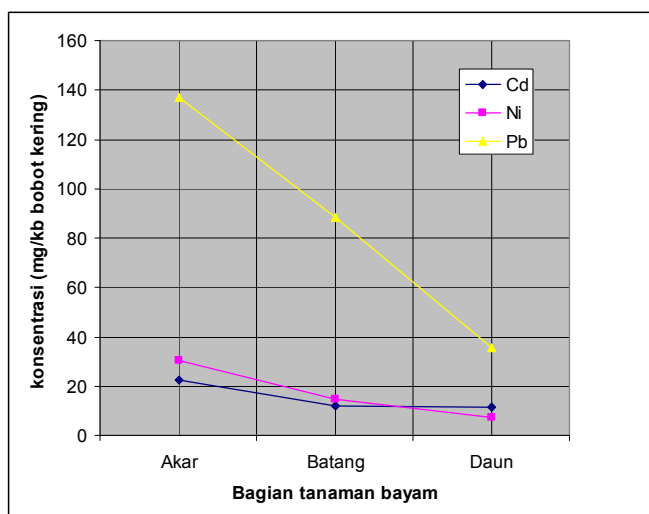
Konsentrasi Cd, Ni, dan Pb

Dari hasil pengamatan telah dicatat bahwa tanaman menyerap logam dari dalam media tumbuhnya. Data hasil penentuan konsentrasi logam Cd, Ni, dan Pb ditampilkan pada Tabel 5. Dapat dibaca kecenderungan yang terjadi dari ketiga logam, bahwa urutan konsentrasi logam per bagian tanaman adalah $Pb > Ni > Cd$, kecuali Ni pada bagian daun bayam. Pada daun konsentrasi antara Cd dan Ni menunjukkan pola yang mirip, tetapi Pb

tetap tinggi. Persen penurunan konsentrasi Cd dibandingkan dengan di akar berturut-turut di batang 47,0% dan di daun 49,4%. Untuk Ni masing-masing di batang terjadi penurunan sebesar 52,6% dan di daun 76%. Sedangkan untuk Pb 35,4% di batang dan 74,1% di daun. Dapat disimpulkan bahwa Cd memperlihatkan distribusi lebih merata dibandingkan dengan Ni dan Pb. Sementara Pb relatif lebih terkonsentrasi di akar.

Tabel 5. Sebaran Rerata Konsentrasi Cd, Ni, dan Pb Setelah Perlakuan pada Akar, Batang, dan Daun Bayam

| No | Perlakuan | Konsentrasi logam (mg/kg bobot kering bayam) | | |
|----|------------|-------------------------------------------------|--------|-------|
| | | Akar | Batang | Daun |
| 1 | Cd 75 ppm | 16,93 | 8,43 | 8,07 |
| | Cd 150 ppm | 18,81 | 8,88 | 9,61 |
| | Cd 300 ppm | 31,06 | 18,76 | 16,79 |
| 2 | Ni 75 ppm | 26,43 | 13,85 | 6,64 |
| | Ni 150 ppm | 28,32 | 15,04 | 8,08 |
| | Ni 300 ppm | 36,71 | 14,48 | 7,21 |
| 3 | Pb 75 ppm | 134,32 | 83,30 | 33,43 |
| | Pb 150 ppm | 144,77 | 89,38 | 39,56 |
| | Pb 300 ppm | 132,46 | 93,14 | 33,56 |



Gambar 2. Kurva pola distribusi Cd, Ni, dan Pb pada bagian akar, batang, dan daun bayam

Sebagian besar penyerapan hara oleh tanaman melalui pertukaran kation. Ukuran kation mempengaruhi besarnya penyerapan zat hara. Kation dengan ukuran lebih besar memiliki kemampuan menukar lebih tinggi dibandingkan dengan kation berukuran lebih kecil. Untuk ketiga logam panjang jari-jari relatif adalah $Pb > Cd > Ni$, yaitu jari-jari ion $Pb = 1,20 \text{ \AA}$, $Cd = 0,97 \text{ \AA}$, dan $Ni = 0,69 \text{ \AA}$. Akan tetapi itu hanya nampak pada pola penyerapan di daun, sedangkan di bagian akar dan batang urutan Cd dan Ni terbalik. Adanya fakta yang berbeda dapat terjadi karena berbagai faktor. Perbedaan dapat terjadi karena faktor selektifitas hara

Tabel 6. Nilai ambang batas unsur logam secara umum bagi tanaman dan ternak

| Logam | Kadar batas ($\mu\text{g/g}$ bobot kering) dalam | |
|-------|---------------------------------------------------|---------|
| | tanaman | ternak |
| Cr | 1-2 | 50-3000 |
| Hg | 2-5 | 1 |
| Cd | 5-10 | 0,5-1 |
| Pb | 10-20 | 10-30 |
| Cu | 15-20 | 30-100 |
| Ni | 20-30 | 50-60 |
| Zn | 150-200 | 500 |

Sumber : Mengel and Kirkby, 1987

Dibandingkan dengan nilai ambang batas pada Tabel 3, data serapan logam hasil penelitian menunjukkan nilai yang lebih tinggi bagi tanaman secara umum. Secara fisiologis bayam menunjukkan pertumbuhan yang normal di mana bagian-bagian tanaman tumbuh dengan baik. Akan tetapi memperlihatkan tanda-tanda keracunan pada bagian daun yang nampak berwarna hijau pucat akibat rusak atau

oleh bagian tanaman terkait dengan pembawa spesifik (*specific carrier*) yang dilepaskan tanaman, seperti enzim-enzim yang bekerja untuk membawa tiap kation atau anion atau kelompoknya dari permukaan masuk ke bagian dalam sel.

Bayam lebih rentan terhadap keracunan Pb dan Ni (Notohadiprawiro, dkk., 1991). Tanaman dikotil berpotensi lebih besar tanggap terhadap pencemaran logam berat daripada tanaman monokotil. Tabel 6 memperlihatkan nilai ambang batas unsur logam secara umum bagi tanaman dan ternak.

tidak berfungsinya klorofil, yang disebut klorose (Pracaya, 2004). Meskipun demikian data lapangan menunjukkan bahwa gejala tersebut baru nampak pada konsentrasi pemberian logam dengan konsentrasi yang sangat tinggi bagi tanaman. Fakta ini memiliki dua sisi keadaan yang bertolak belakang. Fakta bahwa bayam cukup toleran justru memprihatinkan dari segi konsumsi, tetapi dari kepentingan lain misalkan

upaya bioremediasi lahan tercemar logam berat fakta ini merupakan suatu keuntungan.

KESIMPULAN

Dari penelitian ini dapat disimpulkan hal-hal sebagai berikut:

1. Pemberian logam Cd, Ni, dan Pb dengan variasi konsentrasi pada bayam tidak berpengaruh terhadap komponen pertumbuhan seperti jumlah daun, tinggi, diameter batang, dan bobot kering daun, tetapi berpengaruh kuat terhadap bobot kering akar dan batang, yaitu pada pemberian variasi konsentrasi Cd 75 ppm, Ni 75 ppm, dan Pb 300 ppm.
2. Penyebaran rerata konsentrasi Cd, Ni, dan Pb pada akar bayam berturut-turut adalah 22,27; 30,49 dan 137,18 mg/kg bobot kering akar. Pada batang 12,03; 14,46; dan 88,61 mg/kg bobot kering batang. Pada daun 11,49; 7,31; dan 35,52 mg/kg bobot kering daun.

DAFTAR PUSTAKA

- Adijuwana, H. 1984. *Heavy Metals Analysis in Plant Materials by Differential Pulse Polarography and UV-Vis Spectrophotometry*. MST Thesis. University of Wisconsin, USA.
- Hampp, R. & K. Lenzian. 1974. Effect of Lead Irons on Chlorophyll Syntesis. *Naturwissenschaften*, 61:119-218.
- Irwan, A. 1993. *Akumulasi Cd, Ni, dan Pb pada Daun Bayam (Amaranthus tricolor L.) dan Kangkung Darat (Ipomoea reptans Poir)*. Skripsi. Jurusan Kimia FMIPA IPB, Bogor.
- Krause, H.M. & H. Kaiser. 1977. Plant Response to Heavy Metals and Sulphur Dioxide. *Environmental Pollution*, 12:63-70.
- Mengel, K. & E.A. Kirkby. 1987. *Principle of Plant Nutrition*, 4th edition. International Potash Institute, Bern.
- Notohadiprawiro, T., M. Suryanto, S. Hidayat, A.A. Asmara. 1991. Nilai Pupuk Sari Kering Limbah (sludge) Kawasan Industri dan Dampak Penggunaannya Sebagai Pupuk Atas Lingkungan. *Ilmu Pertanian*, IV(7): 361-384.
- Muis, A dan Ismail. 2000. Pengaruh Pemberian Nitrogen pada Ketahanan Tanaman Bayam (Amaranthus hybridus L.) Terhadap Plumbum. *Bionature*, 1:19-28.
- Pracaya. 2004. *Hama dan Penyakit Tanaman*. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Ratnaningsih, A. 2004. Pengaruh Kadmium Terhadap Gangguan Patologik pada Ginjal Tikus Percobaan. *Jurnal Marematika, Sains dan Teknologi*, 5:53-63.
- Salisbury, F.B. & C.W. Ross. 1995. *Fisiologi Tumbuhan*, Jilid 1. Penerbit ITB, Bandung.
- Sutanto, H., A.A. Gani, B. Kuswandi. 2002. *Profil Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) dan Seng (Zn) dalam Daging Kupang (Tellina versicolor)*. FMIPA Universitas Jember.

Thurman, D.A. 1981. *Mechanism of Metal Tolerance in Higher Plants*.
Leopoldo N. Wainwright, editor. London.