

KANDUNGAN LOGAM Cu PADA SELADA SERTA PENGARUH PENAMBAHAN PUPUK KOMPOS TERHADAP BIOAVAILABILITASNYA PADA TANAH PERTANIAN

Ni Kadek Diah Sri Widari, I Made Siaka, Ni Made Puspawati
Program Studi Magister Kimia, Fakultas MIPA, Universitas Udayana, Denpasar, Indonesia,
80226
sriwidari223@gmail.com

ABSTRAK: Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kandungan logam Cu total dalam tanaman selada serta pengaruh penambahan pupuk kompos terhadap bioavailabilitas tanah pertanian dari salah satu lahan di Candi Kuning, Bedugul. Metode yang digunakan adalah ekstraksi empat tahap (fraksinasi) dan absorbansinya diukur dengan spektrofotometer serapan atom (AAS) dan menggunakan metode kurva kalibrasi untuk penentuan konsentrasi sampel. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan pupuk kompos pada tanah pertanian dapat menurunkan konsentrasi Cu pada fraksi bioavailable sebesar 0,70-2,06 mg/kg (21,25-59,57%). Pada fraksi berpotensi bioavailable mengalami penurunan sebesar 18,18 mg/kg (29,56%). Kandungan logam Cu dalam selada dari tanah yang ditambahkan pupuk kompos lebih rendah yaitu $23,02 \pm 1,69$ mg/kg dibandingkan dengan selada dari tanah tanpa pupuk kompos yaitu $25,23 \pm 0,14$ mg/kg.

Kata kunci: bioavailabilitas; logam Cu; pupuk kompos; selada; tanah pertanian

ABSTRACT: The aims of this research are to determine the total content of Cu metal in lettuce and its effect of adding compost to the bioavailability of agricultural soil from the fields in Candi Kuning, Bedugul. The method used is four-stage extraction (fractionation) and absorbance measurement using atomic absorption spectrophotometer (AAS). The concentration was determined using calibration curve method. The results of this research showed that the additional of compost in agricultural soil could reduce Cu concentrations in the bioavailability fraction approximately 0.70-2.06 mg/kg (21.25-59.57%). In the potentially bioavailability fraction, it decreased by 18.18 mg/kg (29.56%). The total content of Cu metal in lettuce from soil with compost was 23.02 ± 1.69 mg/kg it was lower compared to lettuce from soil without compost which was 25.23 ± 0.14 mg/kg.

Keywords: bioavailability; Cu metal; compost; lettuce; agricultural soil.

1. PENDAHULUAN

Tanah pertanian dapat tercemar logam berat apabila dilakukan pemupukan secara terus-menerus. Kandungan logam berat dalam tanah pertanian dapat terserap oleh tanaman apabila logam berat tersebut dalam keadaan tersedia.

Terdapat laporan bahwa selada hasil budidaya pertanian di Candi Kuning mengandung logam Cu rata-rata sebesar 73,22 mg/kg. Selada yang dihasilkan dari

tanah pertanian tercemar logam berat dapat mengakibatkan akumulasi logam berat dalam tubuh dan memberikan efek toksik yang membahayakan kesehatan, apalagi selada biasanya dikonsumsi dalam keadaan mentah [1].

Upaya yang dapat dilakukan untuk menurunkan penyerapan logam berat oleh tanaman adalah dengan penambahan pupuk kompos pada tanah pertanian.

Dalam pupuk organik terkandung senyawa organik kompleks yang disebut asam humat [3]. Asam humat adalah bahan makro molekul polielektrolit dengan beberapa gugus fungsi yang dapat mengalami deprotonisasi yaitu $-\text{COOH}$, $-\text{OH}$ fenolat dan $-\text{OH}$ alkoholat, sehingga asam humat dapat berikatan dengan ion logam. Deprotonasi gugus-gugus fungsi asam humat dapat mempengaruhi pembentukan ikatan hidrogen antar molekul maupun sesama molekul menjadi menurun dan dapat memberikan peningkatan terhadap jumlah muatan negatif gugus fungsional asam humat. Hal itu dapat meningkatkan gaya tolak menolak antar gugus dalam molekul asam humat. Asam humat adalah makromolekul organik yang dapat mengikat beberapa logam berat sehingga sangat berperan terhadap bioavailabilitas logam berat dalam tanah [4].

2. PERCOBAAN

2.1 Bahan dan Peralatan

Dalam penelitian digunakan bahan yang meliputi tanah pertanian, selada, kompos, HNO_3 , HCl , $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, $\text{CH}_3\text{COONH}_4$, CH_3COOH , $\text{NH}_2\text{OH} \cdot \text{HCl}$, H_2O_2 , aquades dan kertas saring Whatman Nomor 42. Seluruh bahan kimia yang digunakan memiliki derajat kemurnian Pro Analisis (Merck).

Alat-alat yang digunakan yaitu peralatan gelas, sendok polietilen, *zip lock plastic*, *ultrasonic bath*, penggojog listrik (*shaker*), sentrifugasi, ayakan 63 μm , dan AAS Shimadzu AA 7000.

2.2 Metode

Penambahan Pupuk

Pupuk yang ditambahkan pada tanah pertanian merupakan kompos yang sudah siap digunakan. Pupuk yang digunakan diperoleh dari SIMANTRI 376 Desa Takmung, Kabupaten Klungkung. Pupuk ditambahkan sebanyak 200 g/kg tanah pada setiap polybag dan dicampurkan secara merata pada tanah yang diberi perlakuan.

Penambahan dan penyiraman tanaman selada

Bibit selada yang ditanam pada *polybag* telah membentuk tunas daun berjumlah 2 helai. Pada *polybag* sampel T_1 dan T_3 ditanami 1 bibit selada, sementara *polybag* T_0 dan T_2 tidak ditanami selada. Selanjutnya, semua *polybag* disiram menggunakan air setiap hari, dengan volume penyiraman yang sama. Selada dipanen saat berusia 8 minggu.

Ekstraksi bertahap

Tahap pertama (fraksi EFLE)

Sebanyak 1gram sampel ditimbang dengan teliti kemudian dilarutkan dengan CH_3COOH 0,1 M sebanyak 40 mL dalam labu erlenmeyer. Selanjutnya campuran digojog selama 2 jam, kemudian disentrifugasi pada kecepatan 4000 rpm selama 10 menit. Supernatan yang dihasilkan didekantasi kemudian diencerkan menggunakan HNO_3 0,01 M dalam labu ukur 50 mL. Selanjutnya, absorbansi larutan diukur dengan menggunakan AAS pada panjang gelombang 324,7 nm. Residu dari ekstraksi ini digunakan untuk ekstraksi tahap kedua [2].

Tahap kedua (fraksi Mn/Fe oksida)

Residu tahap I ditambahkan $\text{NH}_2\text{OH} \cdot \text{HCl}$ 0,1 M sebanyak 40 mL kemudian diasamkan dengan HNO_3 hingga pH 2. Selanjutnya, sampel digojog selama 2 jam kemudian disentrifugasi selama 10 menit pada kecepatan 4000 rpm. Fraksi cair sampel disaring dan diencerkan dengan HNO_3 0,01 M dalam labu ukur 50 mL. Selanjutnya dilakukan pengukuran absorbansi larutan. [2].

Tahap ketiga (fraksi organik dan sulfida)

Residu ekstraksi tahap II ditambahkan larutan H_2O_2 8,8 M sebanyak 10 mL, lalu campuran ditutup kaca arloji, kemudian didiamkan selama 1 jam dan sesekali dikocok. Campuran dipanaskan selama 1 jam pada suhu 85°C dengan penangas air,

ditambahkan 10 mL H₂O₂ ke dalam campuran dan dipanaskan kembali selama 1 jam pada suhu 85°C. Sampel didinginkan kemudian ditambahkan CH₃COONH₄ 1 M sebanyak 20 mL. Larutan ditambahkan HNO₃ hingga pH 2. Selanjutnya sampel digojog selama 2 jam, kemudian disentrifugasi selama 10 menit pada kecepatan 4000 rpm. Supernatan yang dihasilkan didekantasi kemudian diencerkan dengan HNO₃ 0,01 M dalam labu ukur 50 mL. Selanjutnya larutan diukur absorbansinya dan residu dari tahap ini digunakan untuk analisis tahap keempat [2].

Tahap keempat (fraksi *resistant*)

Residu pada tahap III ditambahkan 10 mL campuran dari HCl pekat dan HNO₃ pekat (1:3). Selanjutnya campuran didigesti menggunakan *ultrasonic bath* pada suhu 60°C selama 45 menit, setelah itu dipanaskan pada *hot plate* pada suhu 140°C selama 45 menit. Selanjutnya sampel disentrifugasi selama 10 menit pada kecepatan 4000 rpm. Supernatan yang diperoleh didekantasi kemudian diencerkan dalam labu ukur 50 mL dengan aquades. Selanjutnya, dilakukan pengukuran absorbansi larutan [2].

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kandungan logam Cu pada tanah fraksi I mengalami penurunan pada tanah T₀, T₁, dan T₃ seperti yang tertuang dalam Tabel 1. Penurunan konsentrasi ini dapat diakibatkan oleh adanya penyerapan logam oleh tanaman pengganggu yang tumbuh secara alami disemua media tanam.

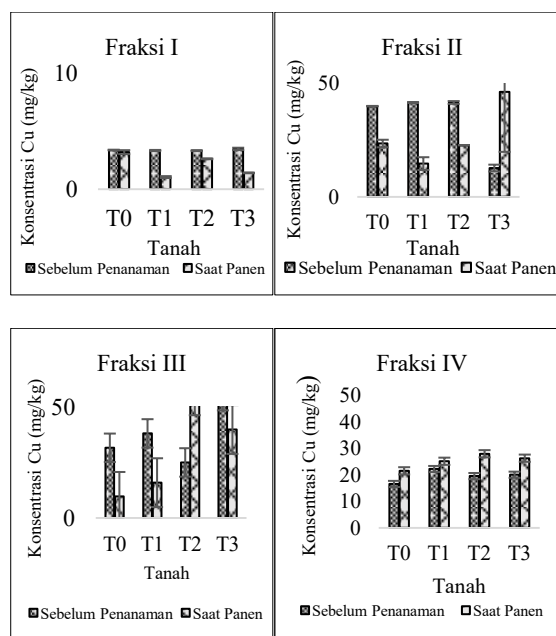
Pada tanah T₁ dan T₃ merupakan sampel yang ditanami selada yang dapat menyerap ion logam *bioavailable*. Selain itu, juga dapat disebabkan oleh perbedaan homogenitas tanah yang diambil. Selama masa tunggu panen, sampel mengalami perbedaan suhu dan cuaca seperti terkena hujan yang dapat mempengaruhi pH tanah, sehingga memungkinkan mengubah ikatan ion logam pada tanah menjadi terikat kuat

pada mineral dalam tanah sehingga tidak terekstraksi secara sempurna.

Tabel 1. Penurunan Konsentrasi Cu pada Tanah yang *Bioavailable*

Sampel	Penurunan Konsentrasi Cu Fraksi I (mg/kg)	% Penurunan
T ₀	0,18	5,49
T ₁	2,28	68,62
T ₂	0,70	21,25
T ₃	2,06	59,57

Keterangan: T₀ = tanah kontrol; T₁ = tanah tanpa pupuk dan ditanami selada; T₂ = tanah diberi pupuk kompos; T₃ = tanah diberi pupuk kompos dan ditanami selada



Gambar 1. Spesiasi logam Cu pada tanah pertanian

Pada fraksi II (Gambar 1) terdapat penurunan konsentrasi Cu yang hanya terjadi pada tanah T₀, T₁, dan T₂. Hal ini dapat disebabkan oleh kemungkinan adanya mikroorganisme yang mendegradasi bahan organik dengan cara hidrolisis menjadi senyawa yang lebih sederhana menggunakan enzim-enzim

pendegradasinya. Hasil hidrolisisnya akan digunakan untuk metabolisme mikroorganisme [5].

Sementara itu, hanya tanah T₃ yang mengalami peningkatan konsentrasi logam Cu pada fraksi II. Hal ini dapat dipengaruhi oleh adanya penambahan pupuk kompos yang memberikan input logam Cu, ataupun adanya ikatan ion logam Cu pada fraksi I yang terlepas dan terikat pada fraksi II.

Tabel 2. Peningkatan Konsentrasi Cu pada Tanah Berpotensi *Bioavailable*

Sampel	Peningkatan Konsentrasi Cu (mg/kg)	% Peningkatan
T ₀	NA	NA
T ₁	NA	NA
T ₂	18,18	29,56
T ₃	NA	NA

Keterangan: NA = *Not Applicable* (tidak terdeteksi)

Tabel 3. Konsentrasi logam Cu pada selada

Sampel	Konsentrasi Cu dalam Selada (mg/kg)
T ₁	25,23 ± 0,14
T ₃	23,02 ± 1,69

Pada fraksi III terjadi penurunan konsentrasi logam Cu pada tanah T₀, T₁, dan T₃ yang dapat disebabkan oleh adanya degradasi oleh mikroorganisme, serta terjadi pelepasan ikatan pada fraksi III lalu terikat kembali pada fraksi II atau fraksi IV. Sementara pada tanah T₂ mengalami peningkatan (Tabel 2) karena adanya pelepasan ikatan logam Cu dalam fraksi I dan II kemudian berikatan kembali dalam fraksi III. Selain itu juga dapat dipengaruhi oleh kandungan logam dalam pupuk kompos yang ditambahkan.

Pada fraksi IV terjadi peningkatan konsentrasi pada semua sampel, hal ini dapat terjadi karena terdapat perubahan kondisi tanah yang mengakibatkan adanya peningkatan ion logam yang sebelumnya terlepas dari fraksi lainnya kemudian

berikatan kuat pada mineral-mineral silikat pada tanah sehingga terdeteksi pada fraksi IV.

Penentuan kandungan logam Cu total dalam selada dilakukan pada bagian yang dapat dikonsumsi (*edible part*), bagian tersebut mencakup seluruh bagian selada kecuali akarnya. Akar selada berbentuk serabut dan melekat pada tanah sehingga saat panen hanya diperoleh bagian akarnya terlalu sedikit.

Kandungan logam Cu yang didapat pada penelitian ini (Tabel 3) menunjukkan bahwa kandungan logam Cu tanaman selada telah melebihi ambang batas yang ditetapkan oleh DITJEN POM RI, cemaran logam berat dalam sayur memiliki ambang batas kandungan logam Cu pada sayur sebesar 5,0 mg/kg.

Kandungan logam Cu total pada tanaman selada pada tanah T₁ lebih tinggi dibandingkan dengan T₃, hal ini menunjukkan bahwa penyerapan ion logam oleh tanaman pada tanah T₁ lebih optimal dibandingkan dengan tanah T₃. Hal tersebut dapat disebabkan oleh adanya penambahan pupuk pada tanah T₃ yang menyebabkan ion logam berasosiasi dengan bahan organik sehingga tidak terserap lebih banyak oleh tanaman selada.

4. KESIMPULAN

Pengaruh penambahan pupuk kompos terhadap bioavailabilitas logam Cu yaitu terdapat penurunan konsentrasi pada fraksi *I/bioavailable* sebesar 21-59%. Hal ini menunjukkan ketersediaan logam berat yang dapat diserap oleh tanaman berkurang. Hal ini didukung dengan hasil kandungan logam total Cu pada selada dari tanah T₁ lebih besar dibandingkan dengan selada dari tanah T₃.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pemilik lahan pertanian di salah satu kawasan di Candi Kuning, Bedugul yaitu Bapak I Made Subamya atas ijin melakukan penelitian terhadap lahan pertanian milik keluarganya. Terima kasih

juga penulis ucapkan kepada pengelola Simantri 376 Desa Takmung atas partisipasinya dalam pelaksanaan penelitian ini.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Siaka I.M., Utama I.M.S., Manuaba I.B.P., Adnyana I M. (2014). Heavy Metals Contents in the Edible Parts of Some Vegetables Grown in Candi Kuning Bali and Their Predicted Pollution in the Cultivated Soil. *Journal of Environment and earth Science*, 4(23): 78-83.
- [2] Siaka I.M. Spesiasi Dan Bioavailabilitas Logam Berat Dalam Tanah Dan Akumulasinya Dalam Sayuran Sebagai Dasar Penentuan Tingkat Aman Konsumsi. Disertasi, Universitas Udayana, 2016.
- [3] Hayati, E. (2010). Pengaruh Pupuk Organik dan Anorganik terhadap Kandungan Logam Berat dalam Tanah dan jaringan Tanaman Selada. *Jurnal Florateks*, 6(2): 113-123
- [4] Setyowati, D., dan Ulfin, I. (2007). Optimasi Kondisi Penyerapan Ion Aluminium oleh Asam Humat, *Jurnal Akta Kimindo*. 2(2):85-92.
- [5] Anggriany, P.S., Jati, A.W.N., Murwani, I.L. (2018). Pemanfaatan Bakteri Indigenus dalam Reduksi Logam Berat Cu pada Limbah Cair Proses Etching Printed Circuit Board (PCB). *Biota*. 3(2):87-95.