

KANDUNGAN LOGAM Cu DAN Zn DALAM TANAH DAN PUPUK SERTA BIOAVAILABILITASNYA DALAM TANAH PERTANIAN DI DAERAH BEDUGUL

I Putu Meda Parmiko, I Made Siaka, dan Putu Suarya

Jurusan Kimia FMIPA Universitas Udayana, Bukit Jimbara

ABSTRAK

Penelitian tentang kandungan logam total Cu dan Zn dalam tanah dan pupuk serta bioavailabilitasnya dalam tanah pertanian di daerah Bedugul telah dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui logam total dan bioavailabilitas logam Cu dan Zn dalam tanah pertanian di Bedugul. Analisis kandungan logam Cu dan Zn dalam tanah diawali dengan proses digesti sampel dalam campuran HNO₃ dan HCl (3 : 1) dengan *ultrasonic bath* selama 45 menit pada suhu 60°C dan dilanjutkan dengan pemanasan pada *hotplate* selama 45 menit lagi pada suhu 140°C. Konsentrasi logam total Cu dan Zn dalam larutan hasil digesti, ekstraksi, dan larutan sampel pupuk dianalisis dengan menggunakan Spektroskopi Serapan Atom (AAS). Penentuan konsentrasi dilakukan dengan menggunakan metode kurva kalibrasi standar. Bioavailabilitas logam Cu dan Zn ditentukan dengan membandingkan konsentrasi logam tersebut dari hasil ekstraksi tunggal HCl dan EDTA dengan logam totalnya.

Hasil perhitungan logam Cu dan Zn dalam 3 jenis sampel tanah yang dianalisis, diperoleh bahwa kandungan logam total Cu tertinggi terdapat dalam tanah yang ditanami sayuran tomat yaitu 49,6437 mg/kg, sedangkan logam total Zn tertinggi terdapat dalam tanah kebun wortel yaitu 137,1457 mg/kg. Pupuk TSP mengandung logam Cu dan Zn berturut-turut 29,3143 mg/kg dan 186,2156 mg/kg, sedangkan pupuk NPK mengandung 16,9527 mg/kg Cu dan 168,3549 mg/kg Zn. Persentase logam Cu dan Zn yang terekstraksi oleh EDTA tertinggi terdapat pada tanah kol, diikuti oleh tanah tomat, dan terakhir tanah wortel, sedangkan persen logam Cu dan Zn yang terekstraksi oleh HCl berturut-turut: tanah tomat > tanah kol > tanah wortel.

Kata kunci: Bioavailabilitas, Logam berat, Cu, Zn, Tanah, Pupuk

ABSTRACT

This research was carried out to determine the total metal concentrations of Cu and Zn in soil and inorganic fertilizer, as well as their bioavailabilities in the soil agricultural of Bedugul area. This study aims to determine the total metals and bioavailability of Cu and Zn in agricultural land in Bedugul. Analysis of the heavy metal contents of Cu and Zn in soil samples was started with the process of digestion the samples in a mixture of HNO₃ and HCl (3:1) with an ultrasonic bath for 45 minutes at 60°C, followed by heating on a hotplate for 45 minutes at 140°C. Total metal concentrations of Cu and Zn in solutions resulted from digestion, extraction, and fertilizer samples were analyzed using Atomic Absorption Spectroscopy (AAS). The concentrations of Cu and Zn were calculated using a standard calibration method. Bioavailabilities of Cu and Zn were determined by comparing the results of a single extraction with HCl and EDTA to the total metal concentrations.

The results obtained from 3 types of soil samples which were analyzed for determination of total Cu and Zn concentrations, showed that the highest Cu content was found in the land planted with tomatoes vegetables, 49.6437 mg/kg, while the highest total Zn contained in the land of carrot, i.e. 137,1457 mg/kg. TSP fertilizer contained Cu and Zn 29.3143 mg/kg and 186,2156 mg/kg respectively, whereas NPK fertilizer contained 16.9527 mg/kg of Cu and 168,3549 mg/kg of Zn. The percentage of Cu and Zn extracted by EDTA was the highest in the land of cabbage, followed by tomatoes land, and lastly carrots land, while Cu and Zn extracted by HCl in order of tomatoes land > cabbage land > carrot land.

Keywords: Bioavailability, Heavy Metals, Cu, Zn, Soil, Fertilizer

PENDAHULUAN

Pupuk anorganik seperti pupuk NPK dan TSP mengandung logam berat seng (Zn) dan tembaga (Cu). Kedua logam berat ini termasuk dalam logam berat esensial, dimana keberadaannya dalam jumlah tertentu sangat dibutuhkan oleh organisme hidup yang dalam hal ini yaitu tanaman, tetapi jika dalam jumlah yang berlebihan dapat menimbulkan efek racun. Logam berat jika sudah terserap ke dalam tubuh manusia tidak akan dapat dihancurkan dan dapat menimbulkan efek kesehatan bagi manusia itu sendiri tergantung pada bagian mana logam berat tersebut dapat terikat dalam tubuh. Jika logam berat sudah terikat dalam tubuh manusia akan menjadi racun dalam tubuh manusia tersebut (Widowati, dkk, 2008).

Sebagian besar lahan pertanian di Indonesia berubah menjadi lahan kritis akibat pengaruh penggunaan pupuk anorganik secara berlebihan dalam waktu yang cukup lama. Sebagai dampaknya dapat menurunkan unsur hara esensial, keracunan tanah dan tanaman, pencemaran lingkungan dan mengurangi kesehatan makhluk hidup akibat mengkonsumsi hasil pertanian yang mengandung racun. Oleh karena itu, pupuk dikategorikan sebagai sumber pencemar karena adanya kandungan unsur serta senyawa tertentu yang masuk ke dalam suatu sistem dimana unsur maupun senyawa tersebut tidak diperlukan dalam jumlah banyak atau dapat membahayakan komponen dalam lingkungan tersebut. Zat pencemar yang berasal dari pupuk biasanya berupa logam berat maupun senyawa yang merupakan residu dari pupuk. Residu apabila terakumulasi akan mencemari lingkungan dan akan mempengaruhi kehidupan makhluk hidup ditempat terakumulasinya residu pupuk tersebut. Akumulasi tersebut terjadi karena penggunaan pupuk yang berlebihan dan tidak berimbang (Nopriani, 2011). Pemupukan yang terus menerus tidak saja menyebabkan tingginya residu pupuk di dalam tanah, tetapi juga meningkatkan kandungan logam berat seperti Cu dan Zn. Meningkatnya kandungan logam berat tersebut dapat meningkatkan tingkat bioavailabilitas dari logam berat tersebut. Bioavailabilitas yang tinggi pada tanah menyebabkan makhluk hidup disekitarnya, terutama tanaman akan tercemar logam berat (Widaningrum, dkk, 2007).

Kasus pencemaran terhadap tanah di daerah pertanian hortikultura, perlu diteliti lebih lanjut supaya tanaman yang ditanam di sana dapat diketahui apakah tercemar atau tidak, oleh karena itu diperlukan daerah yang hampir setiap tahunnya menanam sayur-sayuran atau buah-buahan. Daerah yang cocok untuk hal tersebut yaitu di daerah Bedugul. Daerah Bedugul juga merupakan daerah pertanian sentral hortikultura karena setiap hasil panen yang berupa sayur-sayuran maupun buah-buahan dijual ke pasar-pasar tradisional di daerah Bedugul. Penjualan ini juga sampai ke luar daerah Bedugul seperti di Tabanan, Badung, Denpasar dan daerah-daerah lain. Daerah Denpasar merupakan daerah penerima pasokan sayuran maupun buah terbesar dari Bedugul sehingga kontaminasi logam berat berdampak besar terhadap penduduk di daerah Denpasar dan sekitarnya. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian tentang logam total dan bioavailabilitas logam berat Cu dan Zn dalam tanah, serta kandungan logam berat Cu dan Zn dalam pupuk NPK dan TSP yang digunakan pada tanah pertanian sentral hortikultura di Daerah Bedugul.

MATERI DAN METODE

Bahan

Bahan-bahan kimia yang digunakan dalam penelitian ini adalah sampel tanah, pupuk NPK dan TSP, $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, HNO_3 (p.a), aquades, HCl (p.a), dan EDTA (p.a).

Peralatan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sendok polietilen, kantong plastik, oven, mortar, ayakan ukuran 63 μm , neraca analitik, seperangkat alat gelas (pipet volume, gelas beaker, labu ukur, dll), dan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA).

Cara Kerja

Pengambilan Sampel Tanah

Sampel tanah diambil secara acak pada lima titik di tiga lokasi yaitu tanah yang ditanami tanaman tomat, kol, dan wortel. Sampel yang diambil dari permukaan tanah hingga kedalaman 20 cm, sekitar 500 gram pada setiap lokasi dengan menggunakan sendok polietilen dan kantong

plastik polietilen sebagai tempat sampel. Bahan sampel tanah yang terkumpul, dimasukkan ke dalam kantong plastik polietilen dan dibawa ke laboratorium. Setelah sampai di laboratorium sampel tanah ditaruh dalam loyang dan dioven pada suhu 60°C selama ± 24 jam.

Perlakuan Sampel Tanah

Sampel tanah yang sudah dioven, kemudian digerus dan diayak dengan ayakan 63 μm . Sampel tanah yang akan dianalisis adalah sampel tanah yang berukuran $\leq 63 \mu\text{m}$.

Perlakuan Sampel Pupuk

Sampel pupuk ditimbang dengan teliti 1 gram ditambahkan aquades untuk melarutkan pupuk tersebut. Setelah larut, larutan dimasukkan ke dalam labu ukur 50 mL dan ditambahkan larutan HNO_3 1% hingga tanda batas.

Penentuan Konsentrasi Logam Cu Dan Zn Total Dalam Sampel Tanah Dan Pupuk

Sampel tanah ditimbang dengan teliti 1 gram ditambahkan 10 mL *reverse aquaregia* (campuran HNO_3 dan HCl (3:1)). Campuran sampel didestruksi dengan *ultrasonic bath* selama 45 menit pada suhu 60°C. Setelah itu campuran dipanaskan pada *hotplate* selama 45 menit pada suhu 140°C. Konsentrasi logam total Cu dan Zn dalam larutan hasil digesti dan larutan sampel pupuk dianalisis dengan menggunakan Spektroskopi Serapan Atom (AAS). Penentuan konsentrasi dilakukan dengan menggunakan metode kurva kalibrasi standar (Siaka, M., *et al.*, 2006).

Penentuan Konsentrasi Bioavailabilitas Logam Cu Dan Zn Total Dalam Sampel Tanah Dan Pupuk

Sampel tanah ditimbang dengan teliti 1 gram, kemudian ditambahkan 40 mL Na-EDTA 0,05 M pada pH 6, dan digojog selama 8 jam dengan *shaker*. Untuk ekstraksi dengan menggunakan HCl , sampel tanah ditimbang dengan teliti 1 gram, kemudian ditambahkan sebanyak 20 mL HCl 0,05 M, dan digojog selama 8 jam dengan *shaker*. Campuran yang telah diekstraksi, masing-masing disentrifugasi untuk memisahkan fase padat dan cair. Fase cair yang diperoleh, kemudian disaring dan dipindahkan ke

dalam labu ukur 50 mL, selanjutnya diencerkan dengan aquades sampai tanda batas. Filtrat masing-masing dianalisis dengan AAS. Penentuan konsentrasi dilakukan dengan menggunakan metode kurva kalibrasi standar. (Siaka, *et al.*, 2006).

HASIL DAN PEMBAHASAN

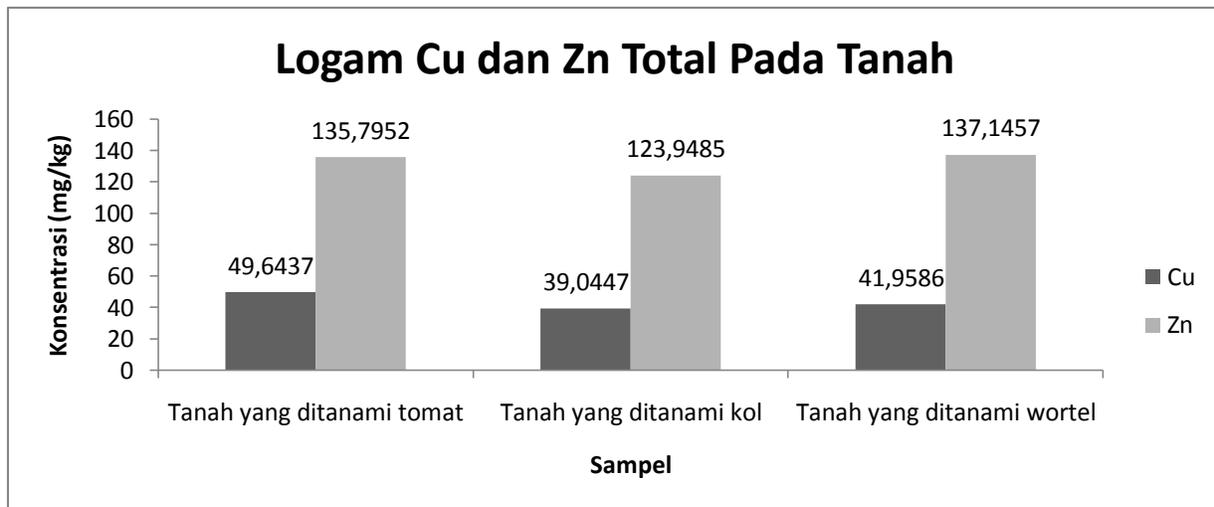
Hasil penelitian tentang kandungan rata-rata total logam Cu dan Zn pada setiap tanah yang ditanami tomat, kol, dan wortel disajikan pada Gambar 1. Gambar tersebut menunjukkan kandungan logam Cu dan Zn pada tanah yang ditanami tomat berturut-turut: 49,6437 mg/kg dan 135,7952 mg/kg, sedangkan tanah yang ditanami kol mengandung 39,0447 mg/kg Cu dan 123,9485 Zn, dan tanah yang ditanami wortel mengandung 41,9586 mg/kg Cu dan 137,1457 mg/kg Zn. Hasil di atas menunjukkan bahwa, kandungan Cu dalam semua sampel tanah berada pada tingkat pencemaran sedang, seperti yang dinyatakan oleh Rosmarkam dan Yuwono (2002), yaitu 25-75 mg/kg. Begitu juga, kandungan logam Zn pada semua sampel tanah berada pada tingkat pencemaran sedang yaitu 50-250 mg/kg.

Pada tanah yang ditanami tomat memiliki kandungan logam Cu total terbesar yaitu 49,6437 mg/kg. Hal ini mungkin dikarenakan penggunaan fungisida yang berlebihan terhadap tanaman tomat. Fungisida ini termasuk dalam fungisida non sistemik. Fungisida non sistemik tidak dapat diserap dan ditranslokasikan di dalam jaringan tanaman. Fungisida ini berfungsi mencegah infeksi cendawan dengan cara menghambat perkembangan spora atau miselia jamur yang menempel di permukaan tanaman. Oleh karena itu, fungisida kontak berfungsi sebagai protektan dan hanya efektif bila digunakan sebelum tanaman terinfeksi oleh penyakit. Akibatnya, fungisida non sistemik harus sering diaplikasikan agar tanaman secara terus-menerus terlindungi dari infeksi baru (Adawiah, 2013). Hal inilah yang mungkin memberikan kontribusi Cu yang cukup tinggi pada tanah tomat tersebut. Selain fungisida, penggunaan pupuk kimia seperti NPK dan TSP yang berlebih dapat menambah kandungan Cu pada tanah. Penggunaan pupuk anorganik seperti

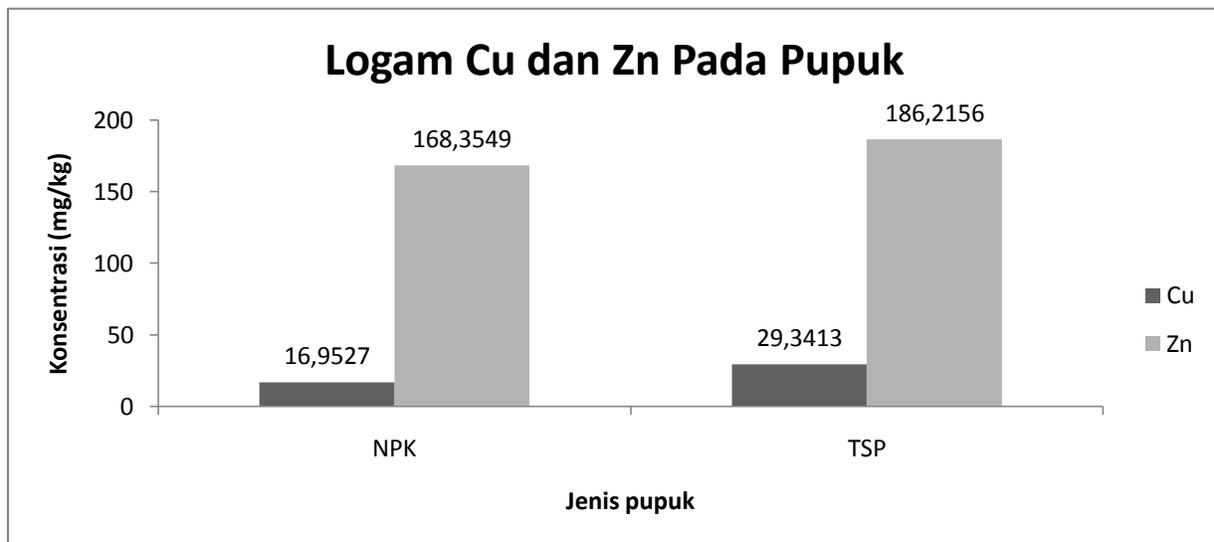
TSP sering digunakan oleh petani yang sedang menanam tomat dan wortel.

Tanah yang ditanami wortel memiliki kandungan total logam Zn terbesar yaitu 137,1457 mg/kg. Hal ini dikarenakan penggunaan pupuk TSP dan NPK yang berlebihan. Gambar 2 menunjukkan kandungan logam Cu dan Zn pada pupuk NPK dan TSP. Dari gambar tersebut

ditunjukkan bahwa kandungan Cu dan Zn terbesar ada pada pupuk TSP yaitu 29,3413 mg/kg dan 186,2156 mg/kg. Dengan demikian, terindikasi bahwa ada korelasi positif antara kandungan logam berat pada pupuk dengan keberadaan logam berat tersebut dalam tanah tanah yang diaplikasikan pupuk TSP.



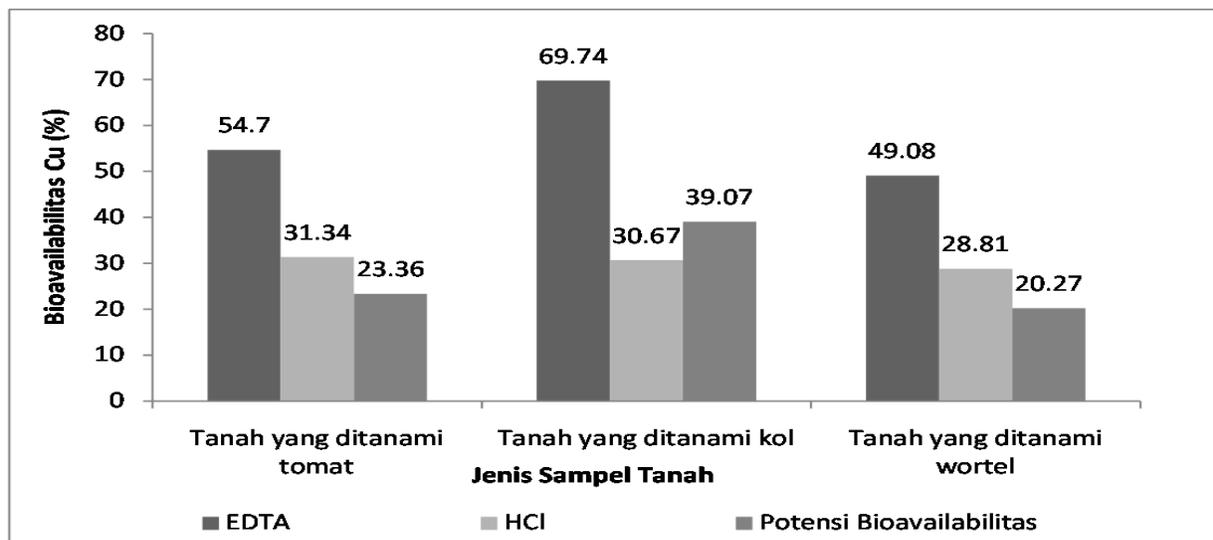
Gambar 1. Kandungan Logam Cu dan Zn Total Pada Tanah



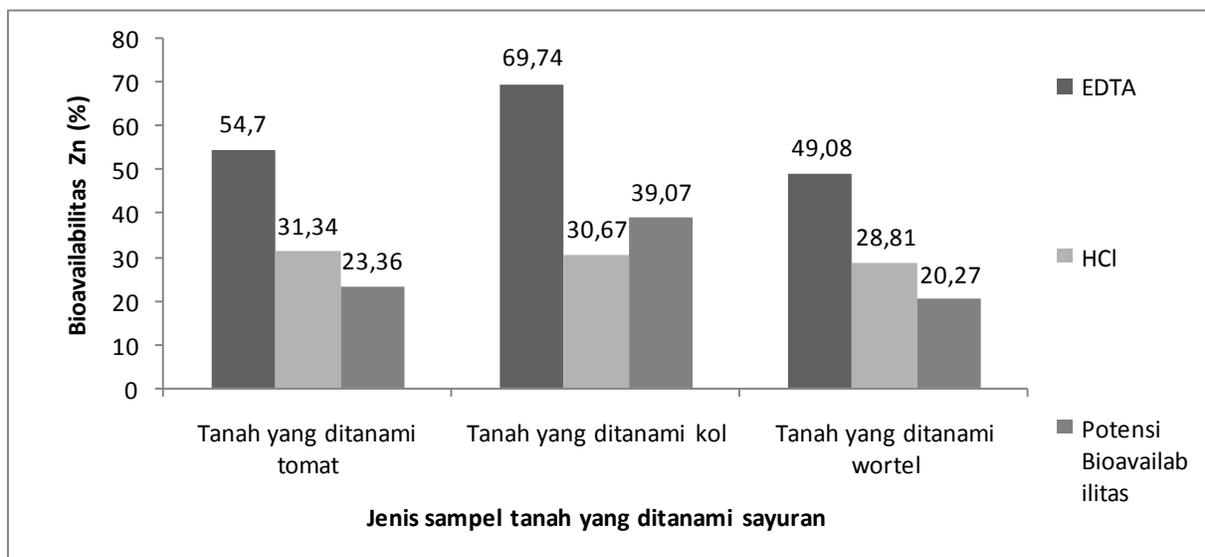
Gambar 2. Kandungan Logam Cu dan Zn Pada Pupuk

Persentase bioavailabilitas logam Cu pada tanah dapat dilihat pada Gambar 3. Dari gambar tersebut dapat dilihat bahwa persentase bioavailabilitas logam Cu yang dapat terekstraksi EDTA tertinggi pada tanah yang ditanami kol yaitu 71,59%, disusul oleh tanah tomat yaitu 67,62%, dan terakhir adalah tanah wortel yaitu 53,76%. Begitu juga, persentase bioavailabilitas logam Cu yang terekstraksi HCl tertinggi terdapat pada tanah

yang ditanami tomat yaitu 36,03%, selanjutnya tanah kol yaitu 26,94%, dan terakhir tanah wortel yaitu 26,03%. Logam Cu yang berpotensi bioavailabel tertinggi ditemukan pada tanah yang ditanami kol yaitu 44,65%, selanjutnya disusul tanah tomat yaitu 31,59%, dan terakhir pada tanah wortel yaitu 27,73%.



Gambar 3. Persentase Bioavailabilitas Logam Cu Pada Tanah



Gambar 4. Persentase Bioavailabilitas Logam Zn Pada Tanah

Bioavailabilitas logam Zn pada tanah diilustrasikan pada Gambar 4. Di dalam gambar tersebut terlihat bahwa tanah yang ditanami kol memiliki persentase bioavailabilitas (terekstrasi oleh EDTA) tertinggi yaitu 69,74%, selanjutnya tomat sebesar 54,70%, dan terakhir wortel yaitu 49,08%. Logam Zn yang berpotensi bioavailabel tertinggi terdapat pada tanah yang ditanami kol yaitu 39,07%, selanjutnya disusul tanah tomat sebesar 23,36%, dan terakhir pada tanah wortel yaitu 20,27%. Potensi bioavailabilitas ini juga akan bisa meningkat dengan meningkatnya aktivitas petani terhadap tanah tersebut. Dengan berubahnya logam dari yang berpotensi bioavailabel menjadi langsung bioavailabel, maka ketersediaan logam Cu dan Zn yang mampu diserap makhluk hidup semakin besar. Perubahan tersebut bisa terjadi jika pH tanah, kadar bahan organik, kapasitas tukar kation dan keadaan oksidasi-reduksi berubah.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Sampel tanah yang ditanami sayuran tomat memiliki kandungan total logam Cu rata-rata terbesar yaitu 49,6437 mg/kg, selanjutnya tanah wortel yaitu 41,9586 mg/kg, dan terakhir tanah kol yaitu 39,0447 mg/kg. Akan tetapi, sampel tanah yang ditanami sayuran wortel memiliki kandungan total logam Zn rata-rata terbesar yaitu 137,1457 mg/kg, selanjutnya tanah tomat yaitu 135,7952 mg/kg, dan terakhir tanah kol yaitu 123,9485 mg/kg. Persentase bioavailabilitas logam Cu terbesar terdapat pada jenis sampel tanah yang ditanami tomat yaitu 31,03%, diikuti oleh tanah kol yaitu 26,94%, dan terakhir tanah wortel yaitu 26,03%. Persentase bioavailabilitas logam Zn terbesar terdapat pada jenis sampel tanah yang ditanami tomat yaitu 31,34%, selanjutnya kol yaitu 30,67%, dan terakhir wortel yaitu 28,81%. Logam Cu dan Zn yang berpotensi bioavailabel tertinggi terdapat pada tanah kol (44,65% dan 39,07%), selanjutnya disusul tanah tomat yaitu 31,59% dan 23,36%, dan terakhir pada tanah wortel yaitu 27,73% dan 20,27%. Kandungan rata-rata logam Cu dan Zn total terbesar dimiliki oleh pupuk TSP yaitu 29,3143 mg/kg dan 186,2156 mg/kg,

sedangkan pupuk NPK hanya mengandung 16,9527 mg/kg Cu dan 168,3549 mg/kg Zn.

Saran

Perlu dilakukan penelitian lanjut terhadap pengaruh bioavailabilitas dari logam berat Cu dan Zn pada tanah yang diperuntukkan menanam padi (tanah sawah). Selain itu, juga perlu dilakukannya penelitian lanjut terhadap pengaruh pestisida dan air yang digunakan karena tidak hanya pupuk saja sebagai pengaruh utama keberadaan logam berat pada tanah.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih ini kepada Bapak dan Ibu dosen di lingkungan Jurusan Kimia, segenap anggota keluarga yang memberikan dorongan dan bantuan, dan rekan-rekan seperjuangan mahasiswa Kimia FMIPA angkatan 2009.

DAFTAR PUSTAKA

- Adawiah, 2013, *Pengenalan Pestisida*, Jurusan Agroteknologi, FP, UNILA, Lampung
- Nopriani, Lenny Sri, 2011, *Teknik Uji Cepat Untuk Identifikasi Pencemaran Logam Berat Tanah Di Lahan Apel Batu*, Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya, Malang
- Rosmarkam, A. dan N. W. Yuwono, 2002, *Ilmu Kesuburan Tanah*, Kanisius, Yogyakarta
- Siaka, M., C. M. Owens, and G. F. Birch, 2006, *Evaluation of Some Digestion Methods for the Determination of Heavy Metals in Sediment Samples by Flame-AAS*, Tersedia: [http://193.146.160.29/gtb/sod/usu/\\$UBUG/repositorio/10321028Siaka.pdf](http://193.146.160.29/gtb/sod/usu/$UBUG/repositorio/10321028Siaka.pdf), diakses pada 3 Januari 2013.
- Widaningrum, Miskiyah, dan Suismono, 2007, *Bahaya Kontaminasi Logam Berat Dalam Sayuran Dan Alternatif Pencegahan Cemarannya*, Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian, Buletin Teknologi Pascapanen Pertanian
- Widowati, W., dkk., 2008, *Efek Toksik Logam*, Penerbit Andi, Yogyakarta