

BIOAVAILABILITAS DAN BIOAKUMULASI LOGAM Pb DAN Cu PADA CABAI RAWIT (*Capsicum annuum* L.) DI SUBAK SEMBUNG DENPASAR

I G. A. G. Bawa*, N. P. D. Pebriani dan I W. Sudiarta

¹Program Studi Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Udayana,
Jalan Kampus Unud-Jimbaran, Jimbara-Bali, Indonesia

*Email : gede_bawa@unud.ac.id

ABSTRAK

Penggunaan pupuk dan pestisida anorganik dapat memicu adanya logam berat yang dapat mengkontaminasi lahan pertanian. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui bioavailabilitas logam Pb dan Cu pada tanah pertanian cabai rawit di perkebunan Subak Sembung Denpasar serta bioakumulasi logam Pb dan Cu pada setiap bagian tumbuhan cabai rawit. Metode yang digunakan untuk menentukan fraksi-fraksi dan bioavailabilitas logam Pb dan Cu adalah metode ekstraksi bertahap sedangkan bioakumulasinya ditentukan dengan metode destruksi yang dikuantifikasi dengan menggunakan *Atomic Absorption Spectrometry* (AAS). Hasilnya menunjukkan bahwa tanah pertanian di Subak Sembung Denpasar baik sebelum penanaman maupun saat panen mengandung logam Pb dan Cu berturut-turut sebesar 103,2493-188,4113 mg/kg dan 38,3137-59,3514 mg/kg. Bioavailabilitas logam Pb dan Cu dalam tanah didominasi oleh logam yang bersifat berpotensi *bioavailable* (49,67-88,56% untuk Pb dan 51,49-64,18% untuk Cu), kemudian yang bersifat non *bioavailable* (8,40-18,67% untuk Pb dan 33,65-46,94% untuk Cu) serta yang terkecil adalah bersifat *bioavailable* (1,95-12,40% untuk Pb dan 0,41-3,31% untuk Cu). Kandungan logam yang terdistribusi ke setiap bagian tumbuhan berturut-turut pada akar, batang dan buah berturut-turut berkisar 3,05-12,61%; 15,41-16,49% ; 41,73-47,91% dan 30,26-35,25% berturut-turut untuk Pb dan berkisar 42,87-47,91%; 19,13-33,76%; 17,98-26,12%; 4,54-6,84% berturut-turut pada Cu. *Edible part* cabai rawit melebihi ambang batas logam Pb berdasarkan nilai yang telah ditetapkan oleh Badan Pengawas Obat dan Makanan yaitu 0,2 mg/kg.

Kata kunci: Bioavailabilitas, Cu, Pb, cabai rawit.

ABSTRACT

The use of inorganic fertilizers and pesticides can trigger the presence of heavy metals that can pollute agricultural land. The purpose of this study was to determine the bioavailability of Pb and Cu metals in cayenne pepper farms in the Subak Sembung plantation in Denpasar as well as the bioaccumulation of Pb and Cu metals in each part of the cayenne pepper plant. The method used to determine the fractions and bioavailability of Pb and Cu was a sequential extraction method, while the bioaccumulation was by the destruction method quantified using the Atomic Absorption Spectrometry (AAS). The results showed that the agricultural land in Subak Sembung Denpasar both before planting and at harvesting contained Pb and Cu metals of 103.2-188.4 mg/kg and 38.3-59.3 mg/kg, respectively. The bioavailability of Pb and Cu in soil was dominated by potentially bioavailable metals (49.67-88.56% for Pb and 51.49-64.18% for Cu), then non-bioavailable (8.40-18.67% for Pb and 33.65-46.94% for Cu) and the smallest was bioavailable (1.95-12.40% for Pb and 0.41-3.31% for Cu). Metal content distributed to each part of the plants, such as Pb in the roots, stems and fruits ranged from 3.05-12.61%, 15.41-16.49%, 41.73-47.91% and 30.26-35.25%, respectively, and for Cu ranged from 42.87-47.91%, 19.13-33.76%, 17.98-26.12%, 4.54-6.84%, respectively. The edible part of cayenne pepper is classified as contaminated with Pb because it exceeds the value set by the Food and Drug Supervisory Agency, which is 0.2 mg/kg.

Keywords: Bioavailability, Cu, Pb, cayenne pepper.

PENDAHULUAN

Tanaman cabai (*Capsicum annuum* L.) merupakan tanaman budidaya yang termasuk dalam tanaman perdu berasal dari famili *Solanaceae*. Cabai rawit tidak hanya bernilai ekonomis yang tinggi, tetapi juga mempunyai gabungan warna, rasa, serta nilai nutrisi yang

komplit. Cabai sangat populer di kalangan masyarakat Indonesia, karena semua jenis masakan menggunakan cabai, sebagai pelengkap masakan dan bumbu (Wiryanta dan Bernardius, 2005). Dikarenakan cabai sebagai bahan pangan sangat penting, dengan begitu cabai wajib masuk dalam kategori aman yang

sesuai dengan konsep manajemen mutu pangan (Khaira, 2017).

Tanah yaitu material kompleks yang berasal dari batuan besar. Formasi tanah ialah hasil dari siklus geologi yang berulang-ulang berlangsung didalam permukaan tanah. Pada dasarnya, tanah tersusun dari campuran berbagai mineral, bahan organik, air, udara tanah, serta organisme yang ada di dalam tanah. Tanah mempunyai fungsi yang utama dalam siklus materi maupun ekologi serta keberlangsungan makhluk hidup. Di dalam aktivitas manusia tanah salah satunya dijadikan sebagai media tanam yang disertai dengan pemberian bahan pertanian seperti pupuk, pestisida, dan berbagai bahan lainnya (Lakitan, 2001). Namun pemakaian pupuk serta pestisida secara berlebih bisa menimbulkan terkontaminasi logam berat pada tanah pertanian maupun tanaman yang tumbuh di atasnya.

Bioakumulasi logam berat oleh tanaman dapat berdampak buruk bagi makhluk hidup yang mengonsumsinya. Logam berat yang terdapat di dalam tanah dapat masuk ke tanaman lewat akar, selanjutnya terakumulasi pada bagian-bagian tanaman seperti batang, daun, dan buah sesuai daya akumulasi masing-masing bagian tanaman tersebut (Khaira, 2017). Tingkat pencemaran logam berat dalam tanah serta masuknya logam ke dalam tanaman dipengaruhi oleh tinggi atau rendahnya tingkat bioavailabilitas logam berat tersebut. Bioavailabilitas merupakan ukuran konsentrasi dari logam berat yang terkumpul di tanah yang akan berpotensi masuk ke dalam tanaman (Davidson et al., 1998). Penelitian tentang bioavailabilitas menjadi sangat penting, karena dapat memberikan gambaran tentang tingkat pencemaran logam berat pada suatu area pertanian.

Subak Sembung merupakan salah satu diantara ekowisata yang berada di tengah kota, yang berlokasi di Desa Adat Peguyangan, Kecamatan Denpasar Utara, Kota Denpasar. Tanaman cabai rawit merupakan salah satu komoditi yang dikembangkan di subak ini. Dalam penanaman cabai rawit petani sering menggunakan pupuk-pupuk anorganik dan berbagai macam pestisida sintetik, yang berpotensi menyumbangkan logam-logam berat, seperti Pb dan Cu. Di samping itu, Subak Sembung berada di sekitar pemukiman masyarakat yang memiliki berbagai kegiatan

dalam memenuhi kebutuhan hidup yang berpotensi mengandung logam berat yang juga dapat mencemari lingkungan pertanian maupun perairan. Dari permasalahan tersebut, maka perlu dilakukan riset tentang bioavailabilitas dan bioakumulasi logam Pb dan Cu pada area perkebunan cabai rawit, khususnya di lahan pertanian yang berlokasi di Subak Sembung, sehingga dapat diketahui tingkat pencemaran logam-logam tersebut, baik pada tanah maupun bagian-bagian tanaman capai rawit.

MATERI DAN METODE

Bahan

Bahan yang dipakai di dalam riset ini yaitu sampel tanah di pertanian sebelum penanaman dan saat panen, sampel tanaman cabai rawit, HNO_3 , H_2O_2 , CH_3COOH , $\text{NH}_2\text{OH.HCl}$, $\text{CH}_3\text{COONH}_4$, HCl , $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$, $\text{CuSO}_4.5\text{H}_2\text{O}$ dan aquades. Semua bahan kimia yang digunakan dalam derajat pro analisis (pa)

Peralatan

Peralatan yang dipakai pada riset ini yaitu alat gelas, neraca analitik (Ohaus), blender, oven (B-One), ayakan 63 μm , pH meter (pH tester), pH meter tanah (Ituin), sentrifugasi (Kubota), mesin penggojog (Labnet Orbit 1900), mortar dan alu, sendok polietilen, botol kaca, botol semprot, gunting, *zip lock plastic*, *ice box*, *ultrasonic bath* (Skymen), kertas saring, termometer, dan Spektrofotometer Serapan Atom (Shimadzu AA-7000) dengan lampu katoda Pb dan Cu.

Cara Kerja

Preparasi Sampel

Sampel tanah dipisah dari batu-batuannya, selanjtnya dikeringkan dalam oven di suhu 60°C hingga 3 hari sampai massa sampel tetap. Sampel kering ditimbang kembali dan dihancurkan menggunakan mortar sampai halus kemudian disaring memakai ayakan 63 μm . Sampel halus diletakkan dalam kantong plastik polietilen sebagai bahan penelitian.

Sampel tanaman cabai rawit dipotong-potong tiap bagiannya untuk memperoleh sampel bagian akar, batang, daun, dan buahnya. Setiap bagian tanaman dibersihkan pada air mengalir untuk menghilangkan pengotornya, lalu dikering-anginkan. Sampel yang telah kering selanjutnya diblender sampai

halus dan disaring menggunakan ayakan 63 μm . Sampel halus diletakkan ke dalam kantong plastik polietilen untuk dianalisis lebih lanjut.

Ekstraksi Bertahap

Ekstraksi Fraksi 1

Sampel tanah ditimbang dengan teliti sebanyak 1 g, dimasukkan ke dalam botol bening, lalu ditambahkan 40 mL CH_3COOH 0,1 M. Larutan digojog selama 2 jam menggunakan penggojog listrik (*shaker*). Larutan kemudian disentrifugasi menggunakan kecepatan 4000 rpm selama 10 menit. Larutan yang dihasilkan didekantasi. Supernatant yang diperoleh dimasukkan ke dalam labu ukur 50 mL, selanjutnya diencerkan menggunakan HNO_3 0,01 M sampai tanda batas. Logam Pb dan Cu yang terkandung pada larutan ini diukur menggunakan AAS.

Ekstraksi Fraksi 2

Residu yang diperoleh dari fraksi 1 ditambahkan 40 mL $\text{NH}_2\text{OH}\cdot\text{HCl}$ 0,1 M, kemudian ditambahkan HNO_3 hingga pH larutan 2. Larutan dikocok dengan selama 2 jam menggunakan *shaker*, kemudian disentrifugasi dengan kecepatan 4000 rpm selama 10 menit. Larutan didekantasi dan supernatant yang diperoleh dimasukkan ke dalam labu ukur 50 mL, larutan diencerkan dengan HNO_3 0,01 M sampai tanda tera. Logam Pb dan Cu yang terkandung pada larutan dianalisis menggunakan AAS.

Ekstraksi Fraksi 3

Residu dari fraksi 2 ditambahkan 10 mL larutan H_2O_2 8,8 M, kemudian ditutup menggunakan kaca arloji. Larutan dibiarkan kurang lebih 1 jam pada suhu ruangan serta sekali-kali dikocok. Larutan dipanaskan dalam penangas air pada suhu 85°C selama 1 jam, selanjutnya dimasukkan 10 mL larutan H_2O_2 8,8 M kemudian dipanaskan kembali. Larutan didinginkan pada suhu ruangan, kemudian ditambah 20 mL $\text{CH}_3\text{COOHNH}_4$ 1 M. Larutan ditambahkan HNO_3 sampai pH 2. Campuran tersebut digojog selama 2 jam menggunakan *shaker*, kemudian disentrifugasi dengan kecepatan 4000 rpm selama 10 menit. Larutan yang dihasilkan selanjutnya didekantasi dan supernatant yang diperoleh dimasukkan ke dalam labu ukur 50 mL, lalu diencerkan sampai tanda batas dengan HNO_3 0,01 M.

Logam Pb dan Cu yang terkandung dalam larutan diukur menggunakan AAS.

Ekstraksi Fraksi 4

Residu dari fraksi 3 dibersihkan menggunakan 10 mL air suling dan ditambahkan 10 mL *reverse aqua regia* yaitu campuran antara HCl pekat dengan HNO_3 pekat (1:3). Larutan tersebut didigesti pada suhu 60°C dengan *ultrasonic bath* kurang lebih 45 menit serta dipanaskan menggunakan *hotplate* pada suhu 140°C selama 45 menit. Hasil digesti ditambahkan aquades sekitar 30 mL. Larutan disentrifugasi dengan kecepatan 4000 rpm selama 10 menit. Larutan didekantasi dan supernatant yang diperoleh dimasukkan ke dalam labu ukur 50 mL dan diencerkan hingga tanda batas dengan air suling. Logam Pb dan Cu yang terkandung dalam larutan diukur menggunakan AAS.

Penentuan Konsentrasi Logam Pb dan Cu Total Pada Cabai Rawit

Sekitar 0,5 g dari masing-masing serbuk sampel akar, batang, daun dan buah cabai rawit ditimbang dengan teliti dengan neraca analitik kemudian dimasukkan ke dalam gelas beker, lalu ditambahkan 5 mL larutan HNO_3 pekat. Blanko dibuat menggunakan cara yang sama tanpa menggunakan sampel. Masing-masing sampel dan blanko dipanaskan pada *hotplate* kurang lebih 2 jam dengan suhu $80\text{-}90^\circ\text{C}$ dan suhu ditingkatkan hingga 150°C sampai mendidih, kemudian di masukkan HNO_3 pekat serta H_2O_2 30% masing-masing 3-5 mL dengan hati-hati. Digesti diteruskan sampai didapatkan larutan jernih. Larutan hasil digesti dibiarkan sampai dingin, kemudian setiap larutan disaring dan filtratnya dimasukkan ke dalam labu ukur 25 mL. Filtrat diencerkan dengan air suling sampai tanda batas. Logam Pb dan Cu yang terkandung pada larutan diukur menggunakan AAS.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Spesiasi dan Bioavailabilitas Logam Pb dan Cu dalam Tanah

Penentuan spesiasi dan bioavailabilitas logam Pb serta Cu dalam tanah dilakukan menggunakan metode ekstraksi bertahap. Penentuan spesiasi logam di dalam tanah dilakukan untuk mengetahui spesies kimia dari logam tersebut, sehingga dapat diperkirakan banyaknya logam yang terserap ke dalam

tanaman. Spesies logam yang terikat pada komponen tanah dinyatakan dalam persentase (%) logam terekstraksi.

Fraksi 1 atau fraksi EFLE (*Easily, Freely, Leachhable, and Exchaeble*) merupakan fraksi yang labil dan sangat *mobile*, mudah larut dalam air dan asam lemah, mudah terionisasi, cenderung berupa senyawa karbonat atau sebagai ion, mudah dipertukarkan tanpa melalui reaksi oksidasi reduksi seperti ikatan karbonat dan penukar ion. Fraksi 2 atau fraksi Fe/Mn oksida merupakan fraksi yang menunjukkan bahwa logam yang terikat pada Fe/Mn oksida yang dapat direduksi oleh asam. Fraksi 3 atau fraksi organik/sulfida merupakan fraksi yang berpotensi *bioavailable*. Logam yang terekstraksi pada fraksi ini cenderung lebih stabil dibandingkan dengan fraksi Fe/Mn oksida (Gasparatos et al., 2005). Fraksi 4 atau fraksi *resistant* merupakan fraksi *non bioavailable*. Fraksi ini merupakan fraksi yang mengikat logam atau berasosiasi dengan logam yang bersifat stabil dan terikat kuat dengan mineral primer dalam tanah (Yap et al., 2003). Konsentrasi

logam Pb dapat dilihat pada Tabel 1 dan konsentrasi logam Cu pada Tabel 2.

Berdasarkan data pada Tabel 1 terlihat bahwa kandungan logam Pb pada fraksi 3 baik sebelum penanaman maupun saat panen memiliki konsentrasi tertinggi yang menunjukkan bahwa keberadaan logam Pb dalam tanah mayoritas dalam bentuk Pb-organik/sulfida. Urutan konsentrasi logam Pb dari terbesar ke terkecil pada masing-masing fraksi, yaitu $F3 > F2 > F4 > F1$. Di samping itu, konsentrasi logam Pb pada tanah mengalami peningkatan pada semua fraksi saat panen. Peningkatan tersebut kemungkinan diakibatkan oleh penggunaan pupuk dan pestisida dalam penanaman cabai rawit. Tabel 1 juga menunjukkan bahwa terjadi penurunan persentase terekstraksi dari logam Pb pada fraksi 2 dan 3 pada saat panen, sementara persentase terekstraksi logam Pb pada fraksi 1 dan 4 mengalami peningkatan pada saat panen. Hal ini memperlihatkan adanya perubahan spesiasi logam Pb dari bentuk Pb-oksida maupun Pb-organik berubah menjadi Pb ion maupun Pb resisten. Perubahan ini dapat diakibatkan oleh adanya perubahan pH yang sangat berpengaruh terhadap asosiasi logam, sehingga melemahkan ikatan dan mudah tertukar oleh ion bebas (Gasparatos et al., 2005)

Tabel 1. Logam Pb yang terekstraksi dalam tanah

Nama sampel	Fraksi	$[\overline{\text{Pb}}] \pm \text{SD}$ sebelum penanaman (mg/kg)	Terekstraksi (%)	$[\overline{\text{Pb}}] \pm \text{SD}$ saat panen (mg/kg)	Terekstraksi (%)
P1	F1	2,0097 ± 0,4352	1,95	14,3176 ± 2,3049	9,28
	F2	30,3971 ± 1,5133	29,44	42,7014 ± 4,4253	27,69
	F3	61,0452 ± 1,5752	59,12	70,0789 ± 2,6224	45,44
	F4	9,7973 ± 0,4337	9,49	27,1269 ± 4,1432	17,59
P2	F1	3,7685 ± 2,4229	3,07	17,0816 ± 1,1553	10,00
	F2	40,9506 ± 1,5053	33,40	47,9789 ± 2,4257	28,09
	F3	67,5812 ± 1,7406	55,12	79,1276 ± 1,9163	46,32
	F4	10,3006 ± 3,0465	8,40	26,6269 ± 1,9935	15,59
P3	F1	6,0282 ± 1,1515	4,49	23,3630 ± 1,5712	12,40
	F2	40,1879 ± 2,7234	29,96	49,2384 ± 3,7753	26,13
	F3	69,0727 ± 1,5822	51,50	80,6397 ± 1,8910	42,80
	F4	18,8386 ± 4,2893	14,05	35,1702 ± 1,5760	18,67

Keterangan : P1 = Petak hulu, P2 = Petak tengah, P3 = Petak hilir

Tabel 2. Logam Cu yang terekstraksi dalam tanah

Nama sampel	Fraksi	$\overline{[Cu]} \pm SD$ sebelum penanaman (mg/kg)	Ter ekstraksi (%)	$\overline{[Cu]} \pm SD$ saat panen (mg/kg)	Ter ekstraksi (%)
P1	F1	0,6004 \pm 0,5046	1,57	1,1723 \pm 0,5311	2,17
	F2	4,4457 \pm 0,5744	11,60	16,9966 \pm 0,4148	31,42
	F3	15,2829 \pm 1,0642	39,89	17,7274 \pm 0,3307	32,77
	F4	17,9847 \pm 4,9352	46,94	18,2041 \pm 0,6135	33,65
P2	F1	0,2190 \pm 0,3344	0,41	1,4900 \pm 0,2190	2,54
	F2	12,5823 \pm 0,9591	23,45	15,9808 \pm 0,4667	27,22
	F3	19,2885 \pm 2,8109	35,94	17,7286 \pm 0,2868	30,20
	F4	21,5765 \pm 2,7434	40,20	23,5125 \pm 1,5488	40,05
P3	F1	1,4900 \pm 0,3350	2,81	1,9669 \pm 0,3066	3,31
	F2	14,3905 \pm 0,2885	27,13	16,3951 \pm 0,4003	27,62
	F3	16,4241 \pm 0,3298	30,96	19,6047 \pm 1,6624	33,03
	F4	20,7455 \pm 0,6350	39,11	21,3847 \pm 0,5861	36,03

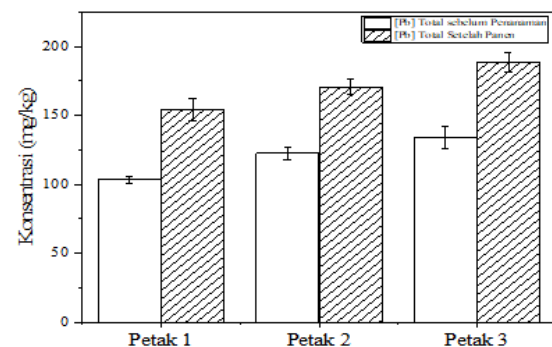
Keterangan : P1 = Petak hulu, P2 = Petak tengah, P3 = Petak hilir

Berdasarkan Tabel 2 terlihat bahwa terjadi peningkatan konsentrasi logam Cu pada saat panen dibandingkan sebelum penanaman pada semua fraksi. Urutan konsentrasi logam Cu dalam tanah sebelum penanaman dan saat panen, yaitu $F4 > F3 > F2 > F1$. Urutan ini juga terjadi pada persentase terekstraksi logam Cu pada masing-masing fraksi. Tingginya kandungan logam Cu pada fraksi 4, menunjukkan bahwa logam yang ada di dalam tanah pertanian tersebut sebagian besar terikat pada fraksi mineral/silikat yang berasal dari pelapukan batuan. Keberadaan logam pada spesies organik/sulfida yang cukup tinggi dalam tanah bisa diakibatkan karena bahan organik yang terkandung dalam pupuk kandang dan pupuk NPK yang diberikan selama proses penanaman cabai rawit.

Konsentrasi logam Pb dan Cu pada setiap fraksi dapat menunjukkan bioavailabilitas logam tersebut. Persentase logam pada fraksi 1 merupakan logam yang bersifat *bioavailable*, fraksi 2 dan 3 bersifat berpotensi *bioavailable*, dan fraksi 4 bersifat non *bioavailable*. Berdasarkan data yang dihasilkan urutan tingkat bioavailabilitas logam Pb maupun Cu pada tanah sebelum penanaman dan saat panen adalah: berpotensi *bioavailable* > non*bioavailable* > *bioavailable*.

Konsentrasi Logam Pb dan Cu Total pada Tanah

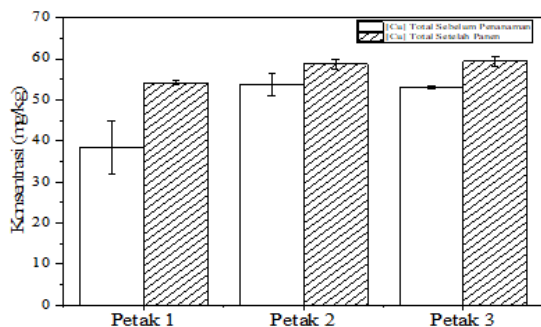
Konsentrasi logam total merupakan penjumlahan keseluruhan konsentrasi spesiasi logam yang terkandung pada ke-4 fraksi dalam metode ekstraksi bertahap. Penentuan logam total bertujuan untuk mengetahui seberapa besar tanah pertanian cabai rawit tercemar oleh logam Pb dan Cu dan seberapa besar logam dapat terbioakumulasi ke dalam tanaman. Konsentrasi total logam Pb sebelum penanaman dan saat panen disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Perbandingan konsentrasi logam Pb total sebelum penanaman dan saat panen

Konsentrasi Pb dalam tanah sebelum penanaman berada pada kisaran 103,2493 hingga 134,1274 mg/kg sedangkan pada saat panen berada pada kisaran 154,2248 hingga 188,4113 mg/kg. Hasil ini memperlihatkan bahwa konsentrasi Pb tanah saat panen cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan konsentrasi Pb tanah sebelum penanaman. Peningkatan jumlah logam yang terdapat pada tanah pertanian tersebut kemungkinan diakibatkan oleh penggunaan pupuk, pestisida anorganik, dan air yang digunakan untuk menyirami tanaman selama proses penanaman cabai rawit. Pupuk kandang mempunyai komposisi logam Pb 1,1 – 27 mg/kg (Alloway, 1995), sedangkan kandungan logam Pb pada pupuk NPK sebesar 4,89 mg/kg (Achmad, 2004). Pemberian pupuk secara intensif memungkinkan dapat meninggalkan residu yang mengandung logam Pb pada tanah pertanian. Selain itu faktor lain yang menyebabkan meningkatnya logam Pb pada saat panen adalah emisi dari kendaraan bermotor, dimana pada lahan pertanian Subak Sembung Denpasar petani menggunakan sepeda motor sebagai alat transportasi untuk ke kebun, gas buangan kendaraan bermotor mengandung tetraetil-Pb yang menjadi sumber pencemaran logam Pb.

Perbandingan konsentrasi logam Cu total sebelum penanaman dan saat panen disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Perbandingan konsentrasi logam Cu total sebelum penanaman dan saat panen

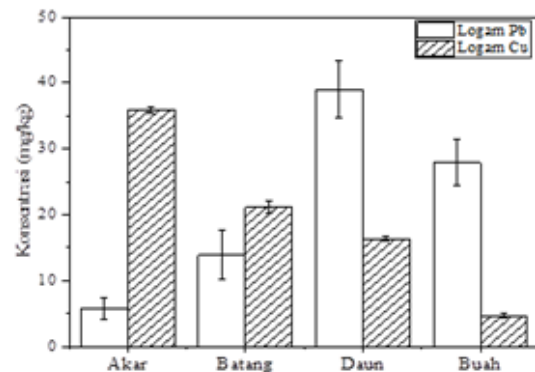
Berdasarkan Gambar 2 terlihat bahwa konsentrasi logam Cu total pada tanah sebelum dilakukan penanaman serta disaat panen. Konsentrasi logam Cu pada tanah sebelum penanaman berkisar 38,3137 hingga 53,0501 mg/kg dan pada saat panen berkisar 54,1004 hingga 59,3514 mg/kg. Keberadaan logam Cu secara alami memang sudah terdapat dalam

tanah, namun keberadaan logam Cu juga dapat dipengaruhi oleh pemberian pupuk dan pestisida. Pupuk kandang mempunyai komposisi Cu sebesar 2 – 172 mg/kg (Alloway, 1995), sedangkan komposisi logam Cu pada pupuk NPK sebesar 26,14 mg/kg (Achmad, 2004).

Mengacu pada dokumen Ministry of State for Population and Environmental of Indonesia data konsentrasi total logam Pb dan Cu pada tanah pertanian cabai rawit di Subak sembung Denpasar, baik sebelum penanaman maupun saat panen masuk dalam katagori “tidak tercemar”, karena konsentrasi logam Pb total yang terdapat dalam tanah tidak lebih dari 200 mg/kg dan konsentrasi logam Cu total tidak lebih dari 100 mg/kg.

Bioakumulasi Logam Pb dan Cu dalam Tanaman Cabai Rawit

Hasil penentuan konsentrasi logam Pb dan Cu dalam sampel tanaman cabai rawit disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Konsentrasi Logam Pb dan Cu pada Tanaman Cabai Rawit

Gambar 3 memperlihatkan bahwa kandungan logam Pb pada akar < batang < buah < daun. Logam Pb paling tinggi terakumulasi ke dalam daun yaitu sebesar 39,0193 mg/kg, kemudian terakumulasi ke buah sebesar 27,8857 mg/kg, terakumulasi ke batang sebesar 13,8998 mg/kg, dan terakumulasi paling rendah ke bagian akar tanaman cabai rawit yaitu sebesar 5,7781 mg/kg. Gambar 3 juga menunjukkan bahwa kandungan logam Cu pada tanaman cabai rawit menunjukkan pola penyebaran : akar > batang > daun > buah. Kandungan logam Cu tertinggi berada pada bagian akar yaitu sebesar 35,9156 mg/kg, pada bagian batang sebesar

21,1544 mg/kg, pada bagian daun terakumulasi sebesar 16,3202 mg/kg, dan terakumulasi paling rendah ke bagian buah yaitu sebesar 4,6732 mg/kg. Tingginya kandungan logam Pb dan Cu pada tanaman cabai rawit dapat dipengaruhi oleh media tumbuh dari tanaman cabai rawit yang mengandung logam Pb dan Cu yang *bioavailable* dan berpotensi *bioavailable* yang sangat tinggi.

Dengan memperhatikan kandungan logam Pb dan Cu pada bagian tanaman cabai rawit yang dapat dikonsumsi (*edible part*), yaitu buah cabai rawit, maka dapat ditunjukkan bahwa kandungan logam Pb pada buah telah melampaui kapasitas maksimum kontaminasi pada tanaman pangan yaitu sebesar 0,2 mg/kg untuk Pb, namun untuk logam Cu belum melampaui ambang batas untuk logam Cu dimana nilai ambang batas logam Cu berdasarkan SK Dirjen POM No.03725/B/SKVII/89 pada tanaman pangan adalah sebesar 5,0 mg/kg.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Mengacu pada dokumen Ministry of State for Population and Environmental of Indonesia data konsentrasi total logam Pb dan Cu pada tanah pertanian cabai rawit di Subak sembung Denpasar, baik sebelum penanaman maupun saat panen masuk dalam katagori “tidak tercemar”, karena konsentrasi logam Pb total yang terdapat dalam tanah tidak lebih dari 200 mg/kg dan konsentrasi logam Cu total tidak lebih dari 100 mg/kg.

Berdasarkan SK Dirjen POM No.03725/B/SKVII/89 terlihat bahwa kandungan logam Pb pada buah, yaitu 27,8857 mg/kg telah melampaui kapasitas maksimum kontaminasi pada tanaman pangan yaitu sebesar 0,2 mg/kg, namun untuk logam Cu belum melampaui ambang batas, karena nilai ambang batas logam Cu pada tanaman pangan sebesar 5,0 mg/kg.

Saran

Dibutuhkan riset lebih mendalam mengenai pengaruh pemberian pupuk organik, anorganik, dan air penyiraman tanaman cabai rawit terhadap bioakumulasi logam berat ke dalam tanaman, sehingga dapat diketahui tingkat pencemaran logam berat pada tanaman diakibatkan oleh penggunaan pupuk organik,

anorganik, air penyiraman atau faktor lainnya, sehingga didapat solusi yang tepat.

DAFTAR PUSTAKA

- Achmad, R. 2004. *Kimia Lingkungan*. Yogyakarta: Andi.
- Alloway, B. J. 1995. *Heavy Metals in Soils*. 2nd Ed. Glasgow. London
- Davidson, C. M., Duncana, A. L., Littlejohna, D., Urea, A. M., dan Garden, L. M. 1998. A Critical Evaluation of The Three-Stage BCR Sequential Extraction Procedure to Assess The Potential Mobility and Toxicity of Heavy Metals In Industrially-Contaminated Land. *Analytica Chimica Acta*. 363(1):45-55
- Dirjen Pengawas Obat dan Makanan. 2018. *Batas Maksimum Cemaran Logam Berat dalam Pangan Olahan*. BPOM 2018. Jakarta
- Gasparatos, D., Haidouti, C., Adrinopoulos, F., and Areta, O. 2005. Chemical Speciation and Bioavailability of Cu, Zn, and Pb in Soil from the National Garden of Athens, Greece. *Proceedings of the 9th International Conference on Enviromental Science and Thechnology*. Rhodes Island, Greece, 1-3 September. p. A-438 – A-444
- Khaira, K. 2017. Analisis Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) pada Cabai Merah (*Capsicum annum* L.) yang Beredar di Pasar Batusangkar. *Journal of Saintek*. 9(2):94-102
- Lakitan, B. 2001. *Dasar-dasar Fisiologi Tumbuhan*. Jakarta: Raja Grafindo Persada.
- Ministry of State for Population and Environmental of Indonesia, and Dalhosie, Universitas Canada. 1992. *Environmental Management in Indonesia*. Report of Soil Quality Standars for Indonesia
- Wiriyanta, W. T dan Bernardius. 2005. *Bertanam Cabai Pada Musim Hujan*. Jakarta: Agromedia Pustaka.
- Yap, C. K., Imail, K., dan Tan, S. G. 2003. Concentration, Distribution and Geochemical Speciation of Copper in Surface Sediment of the Strait of Malacca. *Pak. J. Biol. Sci*. 6(12): 1021-1026.