

Pengaruh Kandungan Cu dalam Air Irigasi terhadap Pertumbuhan dan Produksi Padi (*Oryza sativa* L.)

*The Effect of Cu Content in Irrigation Water on The Growth and Production of Rice (*Oryza sativa* L.)*

Eko Sulistyono* dan Fatkhiyatur Rokhmah

Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor
(Bogor Agricultural University), Jl. Meranti, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680, Indonesia

Diterima 23 April 2012/Disetujui 2 Oktober 2012

ABSTRACT

The research was conducted to investigate the effect of copper (Cu) levels in irrigation water on the growth and production of rice variety IR64. The experiment was arranged in randomized complete block design with six replications. The Cu treatments were: 0, 300, 600 and 900 mg Cu L⁻¹ of irrigation water. The results showed that Cu content significantly decreased rice growth and production. Copper level of 600 mg L⁻¹ decreased plant height, tiller number and leaf number. Copper level of 300 mg L⁻¹ decreased panicle length, number of grains per panicle, empty grain weight, 100 grains weight, milled grain weight, and shoot dry weight. This experiment implies that remediation treatments should be considered when Cu level in irrigation water was more than 300 mg Cu L⁻¹. Copper level of 300 mg L⁻¹ could be used as a critical level for rice screening for Cu tolerant varieties in the plant breeding program.

Keywords: copper toxicity, low land rice, rice growth and production, water quality

ABSTRAK

Penelitian dilakukan untuk mempelajari pengaruh kandungan tembaga (Cu) dalam air irigasi terhadap pertumbuhan dan produksi padi varietas IR64. Percobaan disusun dalam rancangan kelompok lengkap teracak dengan enam ulangan. Perlakuan Cu terdiri atas: 0, 300, 600 dan 900 mg Cu L⁻¹ air irigasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kandungan Cu nyata mempengaruhi pertumbuhan dan produksi padi. Kandungan Cu sebesar 600 mg L⁻¹ menurunkan tinggi tanaman, jumlah anakan dan jumlah daun. Kandungan Cu sebesar 300 mg L⁻¹ menurunkan panjang malai, jumlah gabah per malai, bobot gabah hampa, bobot 100 gabah, bobot gabah kering giling, dan bahan kering tanaman. Implementasi agronomis dari penelitian ini adalah remediasi harus dilakukan jika kandungan Cu dalam air irigasi mencapai 300 mg Cu L⁻¹. Kandungan Cu sebesar 300 mg L⁻¹ dapat digunakan sebagai titik kritis untuk seleksi padi toleran Cu pada program pemuliaan tanaman.

Kata kunci: kualitas air, padi sawah, toksisitas Cu

PENDAHULUAN

Kandungan Cu dalam air sungai berkisar antara 0.017 ppm sampai 0.54 ppm. Kandungan Cu dalam air sungai yang tergolong tinggi adalah lebih besar 0.2 ppm (Andarani dan Roosmini, 2010). Walaupun menurut FAO dan WHO air buangan rumah tangga yang mengandung Cu sebesar 5.76 mg kg⁻¹ tidak menyebabkan kandungan Cu dalam padi di atas ambang batas kesehatan jika digunakan untuk mengairi padi (Chung *et al.*, 2011), toksisitas Cu telah banyak dilaporkan berpengaruh negatif terhadap pertumbuhan tanaman.

Toksisitas Cu pada *Origanum vulgare* menyebabkan penurunan volume dan panjang akar, peningkatan akumulasi Fe dan Mn, penurunan akumulasi Zn, K dan Ca dalam akar

(Filotheou dan Bosabalidis, 2004). Pada tanaman timun (*Cucumis sativus*), toksisitas Cu menyebabkan penghambatan pertumbuhan dan penurunan fotosintesis (Dunand *et al.*, 2002; Sossé *et al.*, 2004). Penghambatan fotosintesis oleh toksisitas Cu pada tanaman barley dilaporkan karena Cu yang berlebih menyebabkan perubahan aktivitas enzim yang terlibat dalam proses fotosintesis (Rubisco, Rubisco aktivase (RA), Rubisco binding protein (RBP), dan asimilasi NH₄⁺ (glutamine synthetase (GS) dan glutamate synthase (GOGAT)) (Kepova *et al.*, 2004). Pada konsentrasi Cu 1500 µM, aktivitas Rubisco, Rubisco binding protein, dan glutamine synthetase menurun (Kepova *et al.*, 2004).

Pada tanaman padi, toksisitas Cu juga menyebabkan peningkatan kandungan Cu dalam tajuk dan penghambatan pertumbuhan padi, peningkatan kandungan Cu dalam vakuola (Lidon dan Henriques, 1998), serta peningkatan aktivitas enzim peroksidase (Fang dan Kao, 2000). Toksisitas Cu juga dilaporkan menyebabkan penurunan transpirasi tanaman padi fase bibit dan penurunan kandungan prolin

* Penulis untuk korespondensi. e-mail: ekosulistyono@ipb.ac.id

(Chen *et al.*, 2004). Produksi padi menurun 10%, 50% dan 90% akibat kandungan Cu dalam tanah masing-masing (mg kg^{-1}) 100, 300-500 dan 1,000, dimana akar lebih sensitif terhadap keracunan Cu dibandingkan bagian lainnya (Xu *et al.*, 2006). Pengaruh Cu terhadap pertumbuhan padi dan produksi gabah bervariasi antar kultivar padi (Yan *et al.*, 2006). Pada toksistas Cu, penurunan produksi padi merupakan akibat dari penurunan jumlah malai per rumpun, jumlah gabah per malai dan jumlah gabah isi per malai (Yan *et al.*, 2006).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui respon dan tingkat keracunan tanaman padi sawah terhadap toksistas Cu, mendapatkan nilai konsentrasi Cu yang menyebabkan penurunan produksi sebesar 10% (*Reduction Dose*, RD_{10}), 30% (RD_{30}) dan 50% (RD_{50}).

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan di rumah kaca kebun percobaan Cikabayan IPB Darmaga selama bulan April sampai September 2007. Padi yang digunakan adalah varietas IR64. Perlakuan disusun dalam rancangan kelompok lengkap teracak dengan enam ulangan. Satu unit percobaan merupakan satu ember berukuran diameter 25 cm tinggi 30 cm dengan 3 tanaman. Perlakuan Cu dalam air irigasi terdiri atas (mg Cu L^{-1} air irigasi) 0, 300, 600 dan 900.

Padi varietas IR64 ditanam sebanyak 5 benih setiap ember dengan media tanah sawah (pH 6.2). Penjarangan tanaman menjadi 3 tanaman per ember dilakukan dua minggu setelah tanam (MST). Pada 5 MST dilakukan penggenangan dengan larutan Cu sesuai perlakuan. Tinggi air dipertahankan 3 cm dengan cara memberi air irigasi dua kali seminggu. Tembaga ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) dilarutkan ke dalam air irigasi sehingga konsentrasi Cu dalam air irigasi sesuai perlakuan. Irigasi dengan air yang mengandung Cu sesuai perlakuan diberikan sampai akhir penelitian.

Pupuk dasar yang diberikan adalah pupuk Urea, SP-36 dan KCl dengan dosis masing-masing (kg ha^{-1}) 150, 125 dan 100 (dosis optimum yang biasa digunakan pada lahan petani). Urea diaplikasikan dua kali, yaitu setengah dosis pada 3 MST, dan setengah dosis kedua pada 10 MST. Pengendalian gulma dilakukan tiap minggu, dan pengendalian hama dan penyakit dilakukan sesuai kebutuhan.

Peubah yang diamati adalah tinggi tanaman, jumlah anakan, jumlah daun, bobot gabah isi, bobot 100 butir, bobot gabah hampa, panjang malai, jumlah gabah per malai,

panjang malai, jumlah anakan produktif, bobot kering tanaman. Konsentrasi Cu yang menyebabkan penurunan pertumbuhan atau produksi sebesar 10% (RD_{10}), 30% (RD_{30}) dan 50% (RD_{50}) dihitung berdasarkan hubungan peubah pertumbuhan atau produksi (Y) dengan konsentrasi Cu (X) yaitu $Y = f(X)$.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kandungan Cu dalam air irigasi berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman, jumlah anakan dan jumlah daun. Kandungan Cu sebesar 600 dan 900 mg L^{-1} menyebabkan tinggi tanaman, jumlah anakan dan jumlah daun nyata lebih rendah dibandingkan kontrol dan 300 mg Cu L^{-1} (Tabel 1). Dobermann dan Fairhurst (2000) menunjukkan bahwa toksistas Cu menurunkan tinggi tanaman padi. Kelebihan Cu akan menyebabkan berkurangnya pengambilan Fe oleh tanaman yang berakibat terjadi pengurangan kandungan klorofil daun, gangguan aktivitas enzim metabolisme gula, gangguan pada proses fotosintesis. Hasil fotosintesis akan disalurkan untuk pertumbuhan tanaman seperti penambahan jumlah daun, jumlah batang ataupun akar.

Kandungan Cu dalam air irigasi berpengaruh nyata terhadap produksi. Kandungan Cu sebesar 300, 600 dan 900 mg L^{-1} air irigasi menyebabkan panjang malai, jumlah gabah per malai, bobot gabah hampa, bobot 100 biji, bobot gabah kering giling dan bobot kering tanaman nyata lebih rendah dibandingkan kontrol (Tabel 2). Apabila tanaman padi kekurangan Fe maka pemasakan bulir padi menjadi berkurang. Dobermann dan Fairhurst (2000) juga menyatakan bahwa tanaman yang kekurangan Fe tumbuh kerdil, jumlah anakan berkurang, menurunkan bobot kering tanaman dan produksi.

Pola respon berbagai bagian tanaman berbeda terhadap konsentrasi Cu (Tabel 3). Perbedaan pola respon ini menunjukkan bahwa sensitivitas setiap bagian tanaman terhadap Cu berbeda. Bagian tanaman yang lebih sensitif memiliki RD yang lebih rendah dibandingkan bagian tanaman yang kurang sensitif. Konsentrasi Cu yang menyebabkan penurunan tinggi tanaman 10% (RD_{10}), 30% (RD_{30}) dan 50% (RD_{50}) masing-masing adalah 386, 1,160 dan 1,934 mg L^{-1} air irigasi. Nilai RD_{10} , RD_{30} dan RD_{50} untuk jumlah daun masing-masing adalah 105, 356 dan 693 mg Cu L^{-1} air irigasi. Nilai RD untuk bobot kering tanaman lebih rendah dibanding jumlah daun dan tinggi tanaman (Tabel 4). Penurunan jumlah daun diduga disebabkan oleh

Tabel 1. Pengaruh kandungan Cu dalam air irigasi terhadap pertumbuhan

Peubah	Konsentrasi Cu (mg L^{-1})			
	0	300	600	900
Tinggi tanaman (cm)	95.97a	88.50a	78.85b	74.53b
Jumlah anakan	22.33a	16.83a	10.00b	8.00b
Jumlah daun	108.83a	81.83a	44.33b	35.67b

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada baris yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT pada taraf $\alpha = 5\%$

penurunan pembelahan dan diferensiasi meristem pucuk. Penurunan tinggi tanaman diduga disebabkan oleh penurunan pemanjangan sel. Nilai RD untuk jumlah daun lebih rendah dibandingkan untuk tinggi tanaman menunjukkan bahwa jumlah daun lebih sensitif dibandingkan tinggi tanaman terhadap Cu.

Konsentrasi Cu yang menyebabkan penurunan bobot kering tanaman 10% (RD₁₀), 30% (RD₃₀) dan 50% (RD₅₀) masing-masing adalah 55, 178 dan 396 mg L⁻¹ air irigasi. Nilai RD₁₀, RD₃₀ dan RD₅₀ untuk bobot gabah kering giling masing-masing adalah 53, 178 dan 396 mg Cu L⁻¹ air irigasi sama dengan untuk bobot kering tanaman (Tabel 4). Bobot kering tanaman merupakan hasil dari fotosintesis tanaman.

Tabel 2. Pengaruh kandungan Cu dalam air irigasi terhadap produksi

Peubah	Konsentrasi Cu (mg L ⁻¹)			
	0	300	600	900
Panjang malai (cm)	24.17a	21.91b	19.46c	17.97c
Jumlah gabah per malai	121.81a	88.92b	70.30c	56.78c
Bobot gabah hampa (g)	1.93a	1.60b	1.13c	0.68d
Bobot 100 biji (g)	2.92a	2.42b	2.08c	2.00c
Jumlah malai	30.92a	28.42a	19.92b	11.50c
Bobot gabah isi (g)	53.14a	32.16a	14.85b	10.90c
Bobot gabah kering giling (g)	54.75a	35.92b	18.83c	13.75c
Bobot kering tanaman (g)	48.01a	31.50b	16.53c	12.08c

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada baris yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT pada taraf $\alpha = 5\%$

Tabel 3. Hubungan antara peubah dengan konsentrasi Cu dalam air irigasi

Peubah	Y = f(X)	R ²
Tinggi tanaman (cm)	Y = - 0.0247 X + 95.555	0.9810
Jumlah daun	Y = 110.94 e - 0.001X	0.9663
Jumlah anakan produktif	Y = 34.862 e - 0.001X	0.9104
Bobot kering tanaman (g)	Y = 48.052 e - 0.002X	0.9844
Bobot gabah kering giling (g)	Y = 54.805 e -0.002X	0.9843

Keterangan: X = konsentrasi Cu dalam air irigasi (mg L⁻¹)

Tabel 4. Konsentrasi Cu yang menyebabkan RD₁₀, RD₃₀ dan RD₅₀ pada tanaman padi

Peubah	RD ₁₀ (mg L ⁻¹)	RD ₃₀ (mg L ⁻¹)	RD ₅₀ (mg L ⁻¹)
Tinggi tanaman (cm)	386	1,160	1,934
Jumlah daun	105	356	693
Jumlah anakan produktif	105	356	693
Bobot kering tanaman (g)	55	178	346
Bobot gabah kering giling (g)	53	178	346

KESIMPULAN

Peningkatan konsentrasi Cu pada air irigasi mempengaruhi pertumbuhan tanaman dan produksi padi. Pada konsentrasi Cu 300 mg L⁻¹ sudah mulai menyebabkan penurunan tinggi tanaman, jumlah anakan, jumlah daun, panjang malai, jumlah gabah per malai, bobot gabah hampa,

bobot 100 biji, bobot gabah kering giling dan bobot kering tanaman. Implikasi untuk agronomi adalah perbaikan kualitas air harus dilakukan jika konsentrasi Cu dalam air irigasi telah mencapai 300 mg L⁻¹. Implikasi untuk program pemuliaan adalah kandungan Cu 300 mg L⁻¹ dalam air irigasi dapat digunakan sebagai titik kritis untuk seleksi padi toleran Cu.

DAFTAR PUSTAKA

- Andarani, P., D. Roosmini. 2010. Profil pencemaran logam berat (Cu, Cr, dan Zn) pada air permukaan dan sedimen di sekitar industri tekstil PT X (Sungai Cikijing). Laporan Penelitian. Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan, Institut Teknologi Bandung.
- Chen, C.T., T.H. Chen, K.F. Lo, C.Y. Chiu. 2004. Effects of proline on copper transport in rice seedlings under excess copper stress. *Plant Sci.* 166:103-111.
- Chung, B.Y., C.H. Song, B.J. Park, J.Y. Cho. 2011. Heavy metals in brown rice (*Oryza sativa* L.) and soil after long-term irrigation of wastewater discharged from domestic sewage treatment plants. *Pedosphere* 21:621-627.
- Dobermann, A., T. Fairhurst. 2000. Rice Nutrient Disorder and Nutrient Management. Oxford Graphic Printers Pte Ltd., Canada.
- Dunand, F.V., D. Epron, B.A. Sossé, P.M. Badot. 2002. Effects of copper on growth and on photosynthesis of mature and expanding leaves in cucumber plants. *Plant Sci.* 163:53-58.
- Fang, W.C., C.H. Kao. 2000. Enhanced peroxidase activity in rice leaves in response to excess iron, copper and zinc. *Plant Sci.* 158:2011-2025.
- Filotheou, H.P., A.M. Bosabalidis. 2004. Root structural aspects associated with copper toxicity in oregano (*Origanum vulgare* subsp. *hirtum*). *Plant Sci.* 166:1497-1504.
- Kepova, K.D., L.S. Stoilova, Z. Stoyanova, R. Hölzer, U. Feller. 2004. Biochemical changes in barley plants after excessive supply of copper and manganese. *Environ. Exp. Bot.* 52:253-266.
- Lidon, L.C., F.S. Henriques. 1998. Role of rice shoot vacuoles in copper toxicity regulation. *Environ. Exp. Bot.* 39:1998-2009.
- Sossé, B.A., P. Genet, F.V. Dunand, M.L. Toussaint, D. Epron, P.M. Badot. 2004. Effect of copper on growth in cucumber plants (*Cucumis sativus*) and its relationships with carbohydrate accumulation and changes in ion contents. *Plant Sci.* 166:1213-1218.
- Xu, J., L. Yang, Z. Wang, G. Dong, J. Huang, Y. Wang. 2006. Toxicity of copper on rice growth and accumulation of copper in rice grain in copper contaminated soil. *Chemosphere* 62:635-646.
- Yan, Y.P., J.Y. He, C. Zhu, C. Cheng, X.B. Pan, Z.Y. Sun. 2006. Accumulation of copper in brown rice and effect of copper on rice growth and grain yield in different rice cultivars. *Chemosphere* 65:1690-1696.