

PENGARUH DOSIS LOGAM BERAT TERHADAP PERTUMBUHAN DAN SERAPAN HARA BIBIT KELAPA SAWIT

Edy Sigit Sutarta dan Winarna

Abstrak Penelitian ini dimaksudkan untuk mempelajari pengaruh logam berat terhadap pertumbuhan dan serapan hara bibit kelapa sawit, serta menentukan ambang kritis logam berat yang berpengaruh terhadap pertumbuhan dan serapan hara bibit kelapa sawit. Perlakuan pemberian logam berat berupa Al, Fe, Cu, dan Ni pada penelitian ini terdiri dari 5 level dosis yang diaplikasikan yaitu 0, 250, 500, 750, dan 1000 ppm. Pengamatan pertumbuhan yang dilakukan meliputi tinggi tanaman, diameter batang, bobot kering bibit, dan serapan hara bibit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa logam berat menghambat pertumbuhan bibit pada dosis yang berbeda-beda. Ambang kritis keracunan Al pada bibit kelapa sawit adalah pada taraf dosis sekitar 300 ppm, sedangkan untuk Fe pada taraf dosis sekitar 600 ppm. Sementara ambang kritis keracunan untuk Cu dan Ni pada penelitian ini belum dapat diketahui secara pasti mengingat taraf dosis Cu dan Ni yang dicobakan terlalu tinggi. Pemberian dosis Al dan Fe pada taraf 250 ppm untuk Al dan 500 ppm untuk Fe meningkatkan serapan hara N, P, K, Ca, dan Mg pada bibit, namun penambahan dosis yang lebih tinggi menekan serapan hara bibit kelapa sawit secara nyata dibandingkan kontrol. Serapan hara bibit pada aplikasi logam Cu dan Ni mulai tertekan pada dosis 250 ppm dan berbeda nyata dibandingkan kontrol. Bibit kelapa sawit akan mengalami kematian pada aplikasi 750 ppm Ni.

Kata kunci: logam berat, ambang kritis, kelapa sawit

Penulis yang tidak disertai dengan catatan kaki instansi adalah peneliti pada Pusat Penelitian Kelapa Sawit

Edy Sigit Sutarta (✉)
Pusat Penelitian Kelapa Sawit
Jl. Brigjen Katamso No 51 Medan, Indonesia
email: edy_sigit@yahoo.com

Abstract This research has been conducted to evaluate the effect of heavy metals on oil palm seedling growth, to determine critical level of heavy metal concentration that affect seedling growth, and nutrient uptake of oil palm seedling. The treatments studied were 5 dosages, namely 0, 250, 500, 750, and 1000 ppm of Al, Fe, Cu, and Ni. Observation of seedling growth included plant height, bole diameter weight, dry matter, and nutrient uptake. The observation showed heavy metals rendered oil palm seedling growth at different dosages. Aluminium showed critical level at 300 ppm, while iron showed critical level at 600 ppm. Critical level of Cu and Ni dosages was not defined due to high level of Cu and Ni dosages applied in this trial. Increasing Al concentration up to 250 ppm and Fe concentration up to 500 ppm significantly increased absorption of macro nutrients (N, P, K, Ca, and Mg). Meanwhile, the concentration of Cu and Ni at 250 ppm already rendered seedling growth and nutrients absorption, even seedling will not survive at 750 ppm Ni concentration.

Keywords: heavy metal, critical level, oil palm

PENDAHULUAN

Tingginya permintaan terhadap minyak nabati dunia menyebabkan perkebunan kelapa sawit meningkat pesat, dimana menurut Direktorat Jendral Perkebunan (2008) luas areal perkebunan kelapa sawit di Indonesia pada tahun 2008 diperkirakan telah mencapai 7,01 juta ha. Areal pengembangan kelapa sawit yang dijumpai saat ini sangat beragam dari segi jenis dan kesuburan tanahnya, dimana sebagian besar termasuk pada lahan-lahan marginal dengan berbagai kendala bagi pertumbuhan tanaman, khususnya kesuburan tanahnya yang rendah. Areal dengan topografi bergelombang-berbukit maupun lahan gambut merupakan pilihan yang banyak dibuka untuk pengembangan kelapa sawit. Selain itu Rahutomo et al. (2006) juga melaporkan pengembangan perkebunan

kelapa sawit di lahan eks tambang di Bangka Belitung. Salah satu masalah pada lahan marginal adalah dijumpainya kandungan logam berat yang cukup tinggi pada beberapa areal sehingga menghambat pertumbuhan dan produksi tanaman. Poeloengan (1993) melaporkan adanya pertumbuhan tanaman kelapa sawit yang terhambat dan mengecil dengan buah yang tidak ada pada tanah berkadar Ni sebesar 5.700 ppm. Namun hal ini belum menjadi perhatian bagi peneliti dan pekebun khususnya yang bergerak pada komoditas kelapa sawit.

Bahaya keracunan logam berat dirasa semakin perlu diperhatikan sejalan dengan semakin maraknya penggunaan pupuk yang berasal dari bahan penambangan di dalam negeri. Hasil analisis terhadap beberapa pupuk magnesium yang dirangkum dari berbagai sumber oleh Anonim (1998) menunjukkan tingginya kandungan Ni pada 'kieserit hijau' yang dihasilkan dari pertambangan di daerah Aceh. Kekhawatiran terhadap logam berat muncul mengingat keracunan logam berat mempunyai pengaruh terhadap fotosintesis tanaman (Kabata-Pendias dan Pendias, 2001). Lebih lanjut beberapa logam berat dilaporkan mampu menurunkan kuantitas dan kualitas produksi tanaman atau bahkan meracun, di antaranya adalah Cd, Zn, Cu, Ni, Pb, Co, Cr, Mn, Mo, Zn, As, Cd, Hg, Tl, dan U (Kabata-Pendias dan Pendias, 2001; Dube *et al.*, 2001; dan Snyder dan Bruulsema, 2002). Logam berat juga dapat terakumulasi dalam produk yang dikonsumsi sehingga dikhawatirkan mengganggu kesehatan manusia. Hasil penelitian Hindersah *et al.* (2004) mewujudkan terjadinya peningkatan kadar Pb dan Cd dalam buah tomat yang diperlakukan dengan lumpur kering hasil pengolahan limbah domestik. Hal yang perlu diperhatikan bahwa setiap tanaman akan memiliki perbedaan sensitivitas terhadap logam berat dan setiap unsur logam berat akan memberikan gejala keracunan yang beda-beda terhadap berbagai jenis tanaman (Kabata-Pendias dan Pendias, 2001).

Penelitian awal telah dilakukan oleh Sutarta *et al.* (2002) untuk mengetahui ambang kritis beberapa logam berat bagi pertumbuhan kelapa sawit terutama di pembibitan awal. Namun penelitian tersebut dirasa belum tuntas mengingat baru pada tahap pembibitan awal. Berdasarkan hal tersebut maka penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui pengaruh dosis logam

berat terhadap pertumbuhan bibit kelapa sawit pada pembibitan utama, termasuk pengaruhnya terhadap serapan hara makro dalam jaringan tanaman, sekaligus menentukan ambang kritis logam berat yang berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman pada pembibitan utama. Hasil penelitian diharapkan dapat digunakan untuk menghindari pembukaan areal yang mengandung logam berat dengan kadar yang berpengaruh merugikan bagi pertumbuhan tanaman.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan di sub stasiun Aek Pancur – Sumatera Utara, sementara analisis tanah dan daun dilakukan di laboratorium tanah dan pupuk Pusat Penelitian Kelapa Sawit, Medan. Tanah yang digunakan sebagai media pembibitan berupa tanah *Typic Hapludult*, yang diambil di sekitar lokasi pembibitan sub stasiun Aek Pancur. Hasil analisis terhadap tanah yang digunakan untuk penelitian disajikan pada Tabel 1.

Penelitian disusun menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan perlakuan berupa 5 taraf dosis logam berat Fe, Ni, Cu, Al yaitu 0, 250, 500, 750, dan 1.000 ppm. Setiap perlakuan diulang tiga kali, dan setiap ulangan terdiri dari 3 polibeg; sehingga secara keseluruhan percobaan ini menggunakan 225 polibeg. Prosedur penelitian yang dilakukan adalah a) tanah dikering-udarkan dan diayak dengan ayakan 1,5 cm, kemudian diisikan pada polibeg untuk pembibitan utama (masing-masing ± 18 kg), b) kemudian dilakukan pencampuran logam berat hingga mencapai konsentrasi yang dikehendaki sesuai perlakuan, c) penanaman bibit dilakukan seminggu setelah perlakuan; d) pemeliharaan dilakukan secara rutin berupa penyiraman dan pemupukan standar. Pada akhir percobaan yaitu setelah bibit berumur 9 bulan, dilakukan pengamatan vegetatif tanaman berupa tinggi tanaman dan diameter batang. Selain itu juga dilakukan pengamatan bobot kering tanaman dan kadar hara daun.

Uji sidik ragam digunakan untuk menguji ada tidaknya pengaruh perlakuan terhadap parameter pengamatan, dilanjutkan dengan uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) untuk mengetahui perlakuan yang menunjukkan beda nyata.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Logam Berat Terhadap Pertumbuhan Bibit di Pembibitan Utama

Tinggi dan diameter bibit kelapa sawit

Perlakuan beberapa dosis logam berat seperti Al, Fe, Cu dan Ni menunjukkan pengaruh terhadap tinggi dan diameter bibit kelapa sawit (Tabel 2). Logam berat yang menunjukkan pengaruh menghambat

pertumbuhan bibit secara nyata pada dosis rendah adalah Ni, dimana aplikasi 250 ppm Ni sudah sangat menghambat pertumbuhan bibit bahkan aplikasi hingga 750-1000 ppm menyebabkan kematian bibit. Gejala paling umum dari keracunan Ni adalah berupa klorosis, keracunan Ni ini akan menghambat proses penyerapan hara oleh akar, perkembangan akar, dan metabolisme tanaman (Kabata-Pendias dan Pendias, 2001).

Aplikasi logam lain seperti Fe hingga dosis 500 ppm justru mampu meningkatkan tinggi bibit, sedangkan pada dosis 750 dan 1000 ppm tidak menunjukkan perbedaan yang nyata dibanding kontrol. Logam Al pada dosis 250 ppm menaikkan pertumbuhan bibit walaupun tidak berbeda nyata dengan kontrol, sedangkan pada dosis 500 ppm mulai berpengaruh negatif terhadap tinggi dan diameter bibit yang berbeda nyata dibandingkan dengan kontrol. Hasil tersebut sejalan dengan pernyataan Marschner (1995), bahwa unsur logam Fe pada konsentrasi sekitar 150-500 ppm dalam daun menunjukkan perannya dalam pembentukan klorofil daun, sedangkan Al sebagai unsur *beneficial* memberikan pengaruh yang positif terhadap tanaman pada konsentrasi rendah. Marschner (1995) lebih lanjut mengemukakan pada konsentrasi yang cukup untuk tanaman, unsur Al memiliki peran dalam merangsang pertumbuhan perakaran. Al dilaporkan merupakan salah satu unsur penyusun jaringan semua jenis tanaman, dimana dalam jaringan tanaman tingkat tinggi konsentrasinya dapat mencapai nilai ratusan ppm (Kabata-Pendias dan Pendias, 2001).

Tabel 1. Hasil analisis tanah *Typic Hapludult* yang digunakan dalam penelitian.

Karakteristik	Satuan	Nilai/Status
pH	H ₂ O	5,2
C	(%)	0,39
N	(%)	0,09
P-Bray ₂	(ppm)	4
Kation tertukar		
-K	(me/100g)	1,78
-Na	(me/100g)	0,20
-Ca	(me/100g)	2,61
-Mg	(me/100g)	0,62
KTK	(me/100g)	17,38
Kejenuhan Basa	(%)	30
Al-dd	(me/100g)	1,09
B	(ppm)	tr
Cu	(ppm)	tr
Zn	(ppm)	21
Fe	(ppm)	2
Pb	(ppm)	tr

Tabel 2. Pengaruh beberapa dosis logam berat terhadap pertumbuhan bibit kelapa sawit di pembibitan utama (umur 9 bulan).

Dosis (ppm)	Tinggi bibit (cm)				Diameter bibit (cm)			
	Al	Fe	Cu	Ni	Al	Fe	Cu	Ni
0	84,4 a	82,0 b	84,7 a	81,4 a	3,7 ab	3,9 ab	4,0 a	4,2 a
250	84,9 a	93,8 a	83,7 a	27,6 b	4,1 a	4,0 a	3,6 a	1,5 b
500	67,8 b	91,9 a	36,7 b	3,6 b	3,2 b	4,3 a	1,8 a	0,2 b
750	66,0 b	84,0 b	16,2 b	Mati	3,0 b	4,0 b	0,8 b	mati
1000	63,7 b	84,5 b	13,1 b	Mati	3,0 b	3,7 b	0,6 b	mati
LSD 0.05	13,25	6,97	40,78	29,91	0,78	0,37	1,93	1,53

Keterangan : angka yang diikuti huruf yang sama adalah tidak berbeda nyata pada taraf α 5%

Pada aplikasi logam Cu pemberian dosis mulai pada 250 ppm sudah menurunkan tinggi dan diameter bibit walaupun tidak berbeda nyata dengan kontrol, sedangkan pemberian dosis hingga 500 ppm atau lebih sudah sangat menghambat pertumbuhan bibit dan berbeda sangat nyata dengan kontrol. Unsur Cu dan Ni memang tergolong sebagai unsur mikro esensial, namun pada konsentrasi yang cukup tinggi dalam tanah akan meracuni bagi tanaman (Marschner, 1995).

Hasil pengamatan pada pembibitan utama ini berbeda dengan hasil percobaan pada pembibitan awal yang dilaporkan sebelumnya oleh Sutarta *et al.* (2002), dimana keberadaan beberapa unsur seperti Ni, Cu, dan Pb hingga kadar 400 ppm tidak berpengaruh negatif, bahkan cenderung mendorong tinggi bibit di tahap pembibitan awal, walaupun peningkatan kadar logam berat lebih lanjut akan menekan tinggi bibit. Hal ini diduga berkaitan erat dengan perakaran bibit *main nursery* yang jauh lebih besar sehingga mampu menyerap unsur secara lebih banyak sehingga bibit tersebut memiliki kepekaan yang lebih tinggi dibanding bibit pada pembibitan awal dengan perakaran yang masih terbatas.

Pada beberapa kasus, unsur Ni misalnya, yang sangat kecil kandungannya di dalam tanah, selama ini dikenal sebagai unsur yang sering menyebabkan keracunan tanaman, namun belakangan semakin disadari peranannya dan dianggap sebagai hara penting bagi tanaman (Malavolta dan Moraes, 2007). Beberapa penelitian di Inggris menunjukkan bahwa aplikasi Ni dapat meningkatkan produksi berbagai tanaman, seperti kentang dan kacang-kacangan. Dilaporkan juga bahwa Ni merupakan unsur esensial bagi enzim urease dan berperan pada pembentukan nodul pada legum (Kabata-Pendias dan Pendias, 2001).

Bobot kering bibit kelapa sawit

Sejalan dengan hasil tinggi dan diameter bibit di atas, aplikasi Fe dan Al berturut-turut pada dosis 500 ppm dan 250 ppm justru berpengaruh terhadap peningkatan bobot kering bibit. Peningkatan dosis Fe dan Al lebih lanjut mulai menekan bobot kering tanaman secara nyata dibandingkan kontrol. Sementara logam Cu dan Ni pada dosis terendah (250 ppm) sudah menunjukkan pengaruh menurunkan bobot kering tanaman (Tabel 3).



Gambar 1. Keragaan bibit kelapa sawit di pembibitan utama pada berbagai dosis Cu dan Ni.

Ambang Kritis Keracunan Logam Berat di Pembibitan Utama

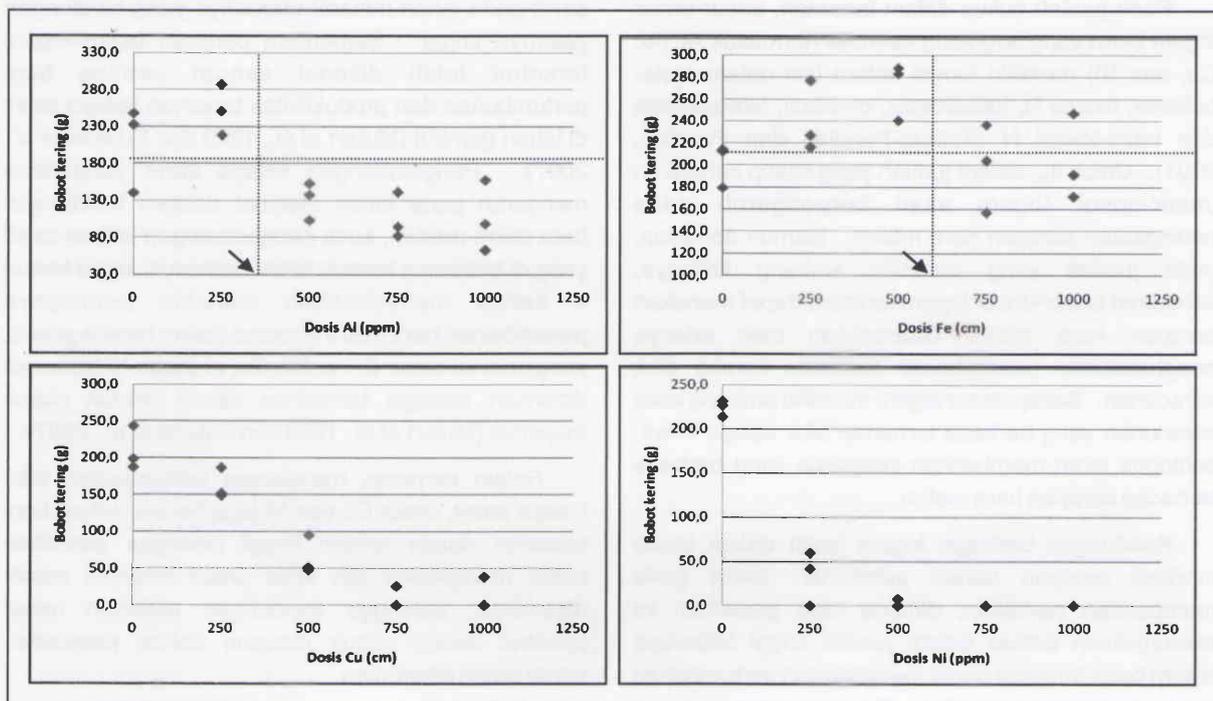
Penentuan ambang kritis keracunan beberapa logam berat (Al, Fe, Cu, dan Ni) dilakukan berdasarkan hasil bobot kering bibit kelapa sawit umur 9 bulan di pembibitan utama (Gambar 2). Ambang kritis keracunan logam Al pada taraf dosis sekitar 300 ppm, sedangkan untuk logam Fe pada taraf dosis sekitar 600 ppm. Hasil ini sejalan dengan hasil yang dilaporkan oleh Marschner (1995) pada padi sawah, bahwa pada konsentrasi >500 ppm Fe dalam daun akan meracuni tanaman. Ambang kritis untuk logam Fe dan Al untuk bibit kelapa sawit tersebut tergolong cukup tinggi, salah satu penyebabnya adalah toleransi tanaman kelapa sawit yang cukup tinggi terhadap logam tersebut (Marschner, 1995 dan Sindhu *et al.*, 2005).

Ambang kritis keracunan untuk logam Cu dan Ni pada penelitian ini belum dapat diketahui secara pasti mengingat berbagai taraf dosis Cu dan Ni yang dicobakan terlalu tinggi, sehingga dengan taraf dosis terendah (250 ppm) bibit sudah sangat tertekan pertumbuhannya. Untuk mendapatkan ambang kritis keracunan logam Cu dan Ni, maka kisaran dosis yang disarankan pada taraf kurang dari 250 ppm. Hasil ini sejalan dengan hasil penelitian Kabata-Pandias dan Pendias (2001) maupun Podlesakova *et al.* (2002) yang menunjukkan bahwa kadar ambang kritis logam Cu dan Ni untuk tanaman yang cukup toleran

Tabel 3. Pengaruh beberapa logam berat terhadap bobot kering bibit di pembibitan utama (umur 9 bulan).

Dosis (ppm)	Bobot Kering (g)							
	Al		Fe		Cu		Ni	
	Akar	Bagian atas	Akar	Bagian atas	Akar	Bagian atas	Akar	Bagian atas
0	35,8 a	171,2 a	31,7 a	170,0 b	29,9 a	180,0 a	32,8 a	190,7 a
250	40,3 a	211,5 ab	40,9 a	198,9 ab	23,8 a	138,6 b	4,1 b	30,9 b
500	24,7 ab	106,5 bc	36,8 a	234,1 a	9,2 b	55,5 c	2,7 b	1,7 c
750	18,7 b	87,2 c	35,1 a	164 b	4,5 b	7,1 d	mati	mati
1000	17,0 b	89,3 c	30,8 a	172,3 b	6,2 b	10,8 d	mati	mati
LSD 0.05	16,77	66,66	18,17	59,66	10	38,61	7,07	27,94

Keterangan : angka yang diikuti huruf yang sama adalah tidak berbeda nyata pada taraf α 5%



Gambar 2. Ambang kritis keracunan logam Al, Fe, Cu, dan Ni di pembibitan utama kelapa sawit.

umumnya berkisar 15-20 ppm Cu dan 20-30 ppm Ni. Selain itu Sindhu *et al.* (2005) juga melaporkan bahwa tanaman kelapa sawit lebih peka terhadap keracunan Cu dibandingkan terhadap Zn dan Fe.

Pengaruh Logam Berat Terhadap Serapan Hara Bibit di Pembibitan Utama

Serapan hara oleh bibit kelapa sawit pada berbagai dosis logam Al, Fe, Cu, dan Ni cukup beragam, namun secara umum polanya hampir sama dengan pengaruh berbagai dosis logam tersebut

terhadap pertumbuhan bibit yang telah diuraikan sebelumnya. Serapan bibit kelapa sawit ini dihitung dari hasil analisis tanaman bibit kelapa sawit yang tumbuh pada berbagai dosis logam berat dan selanjutnya di kalikan dengan bobot kering tanaman. Hasil analisis tanaman bibit kelapa sawit di sajikan dalam Lampiran 1.

Serapan hara N, P, K, Ca, dan Mg pada dosis Al 250 ppm meningkat dibanding kontrol, selanjutnya penambahan dosis yang lebih tinggi menekan serapan hara bibit kelapa sawit secara nyata dibandingkan

kontrol. Pada aplikasi logam Fe, serapan hara N, P, K, Ca, dan Mg pada dosis Fe hingga 500 ppm meningkat dibanding kontrol, selanjutnya penambahan dosis yang lebih tinggi menekan serapan hara bibit walaupun tidak berbeda nyata dibandingkan kontrol (Tabel 4). Berbeda dengan serapan hara bibit pada aplikasi logam Al dan Fe, pada aplikasi logam Cu dan Ni serapan hara bibit mulai tertekan pada dosis 250 ppm dan umumnya berbeda nyata dibandingkan kontrol (Tabel 5). Penambahan dosis Cu dan Ni yang lebih tinggi semakin menghambat serapan hara bibit, bahkan pada aplikasi logam Ni hingga 750 atau lebih menyebabkan tanaman mati.

Pada jumlah cukup dalam tanaman, unsur-unsur logam berat yang tergolong esensial (termasuk Al, Fe, Cu, dan Ni) memiliki fungsi antara lain dalam metabolisme, fiksasi N, fotosintesis, oksidasi, hidrogenase dan trans-lokasi N (Kabata-Pendias dan Pendias, 2001). Untuk itu, dalam jumlah yang cukup kehadiran unsur-unsur logam akan berpengaruh pada peningkatan serapan hara makro. Namun demikian, pada jumlah yang melebihi ambang kritisnya, kehadiran unsur-unsur logam tersebut dapat menekan serapan hara makro dikarenakan oleh adanya penghambatan pertumbuhan tanaman karena efek keracunan. Setiap unsur logam memiliki ambang kritis keracunan yang berbeda terhadap bibit kelapa sawit, sehingga akan memberikan pengaruh yang berbeda terhadap serapan hara makro.

Kandungan berbagai logam berat dalam tanah marginal maupun bahan pembenah tanah perlu memperoleh perhatian, dimana hasil penelitian ini menunjukkan bahwa dalam jumlah tinggi beberapa logam berat tersebut dapat menghambat pertumbuhan maupun serapan hara bibit. Aluminium maupun besi terbukti mampu meningkatkan pertumbuhan bibit

kelapa sawit, dalam dosis tertentu. Sementara Cu dan Ni walaupun belum diketahui dosis optimumnya, namun dengan merujuk hasil penelitian pada pembibitan awal (Sutarta *et al.*, 2002), diperkirakan juga mampu meningkatkan pertumbuhan bibit jika konsentrasinya rendah.

Hasil ini menunjukkan bahwa selain boron yang selama ini dipandang sebagai unsur hara mikro utama yang diperlukan tanaman (Snyder dan Bruulsema, 2002), beberapa unsur seperti Fe, Cu maupun Ni semakin disadari peranannya bagi tanaman mengingat mulai banyaknya gejala defisiensi hara mikro tersebut yang dijumpai pada tanaman kelapa sawit pada lahan mineral utamanya yang kandungan pasirnya tinggi. Sementara peranan logam-logam tersebut telah dikenal sangat penting bagi pertumbuhan dan produktivitas tanaman kelapa sawit di lahan gambut (Mutert *et al.*, 1999 dan Sutarta *et al.*, 2007). Pengembangan kelapa sawit yang telah mengarah pada lahan marginal dengan kandungan hara mikro rendah, serta pengembangan kelapa sawit yang di beberapa tempat telah memasuki siklus kedua – ketiga menyebabkan semakin pentingnya penambahan hara mikro tersebut dalam bentuk pupuk, yang saat ini unsur B, Fe, Cu, Zn, maupun Ni biasanya diberikan sebagai tambahan dalam bentuk pupuk majemuk (Mutert *et al.*, 1999 dan Sutarta *et al.*, 2007).

Selain berperan mendorong pertumbuhan bibit kelapa sawit, unsur Cu dan Ni juga bersifat toksik bagi tanaman dalam jumlah tinggi sehingga penelitian untuk mengetahui titik kritis unsur tersebut masih diperlukan, sehingga kandungan optimum unsur tersebut dalam pupuk maupun bahan pembenah tanah dapat ditentukan.

KESIMPULAN

Tabel 4. Pengaruh Al dan Fe terhadap serapan hara di pembibitan utama.

Dosis (ppm)	Aplikasi logam Al					Aplikasi logam Fe				
	N	P	K	Ca	Mg	N	P	K	Ca	Mg
	(mg/polibeg)									
0	1802,5 ab	73,80 a	1324,3 ab	182,03 a	150,01 ab	1909,4 b	69,89 b	1294,7 a	180,42 a	167,83 a
250	2218,9 a	85,83 a	1718,6 a	210,26 a	182,19 a	2057,4 ab	74,05 ab	1381,6 a	148,18 ab	145,77 ab
500	1247,1 bc	36,01 b	844,5 bc	78,02 b	87,98 bc	2652,2 a	92,86 a	1581,1 a	201,24 a	165,36 a
750	1070,4 bc	27,00 b	824,8 bc	49,52 b	62,11 c	1622,3 b	59,67 b	1298,5 a	97,31 b	112,16 b
1000	998,3 c	36,46 b	704,9 c	88,46 b	84,00 c	1612,8 b	64,53 b	1330,0 a	102,54 b	103,48 b
LSD 0.05	753,01	26,38	534,72	67,89	62,63	672,03	21,16	445,55	60,52	45,38

Keterangan : angka yang diikuti huruf yang sama adalah tidak berbeda nyata pada taraf α 5%

Tabel 5. Pengaruh Cu dan Ni terhadap serapan hara di pembibitan utama.

Dosis (ppm)	Aplikasi logam Cu					Aplikasi logam Ni				
	N	P	K	Ca	Mg	N	P	K	Ca	Mg
	(mg/polibeg)									
0	1679,9 a	76,73 a	1405,3 a	210,18 a	178,58 a	1630,4 a	77,46 a	1476,0 a	215,93 a	164,28 a
250	1296,3 a	46,10 b	1054,7 b	115,09 b	111,55 b	318,3 b	15,29 b	284,7 b	44,50 b	34,19 b
500	501,8 b	19,02 c	452,8 c	77,34 b	53,02 c	15,5 b	0,57 bc	12,3 bc	2,89 bc	1,36 b
750	57,3 c	2,37 c	61,5 d	6,39 c	5,21 d	mati	mati	mati	mati	mati
1000	83,9 bc	4,54 c	99,0 d	11,16 c	7,56 d	mati	mati	mati	mati	mati
LSD 0,05	422,46	21,06	319,46	57,23	34,21	414,23	14,82	276,51	42,12	48,81

Keterangan : angka yang diikuti huruf yang sama adalah tidak berbeda nyata pada taraf α 5%

Aplikasi logam berat secara umum dapat menghambat pertumbuhan bibit di pembibitan utama pada dosis yang berbeda-beda. Dosis Al sebesar 250 ppm dan Fe sebesar 500 ppm cenderung meningkatkan pertumbuhan bibit (tinggi bibit, diameter bibit, dan bobot kering bibit) di pembibitan utama, sedangkan penambahan dosis pada taraf yang lebih tinggi mulai menghambat pertumbuhan bibit. Sementara logam Cu dan Ni pada dosis terendah (250 ppm) sudah menekan pertumbuhan bibit.

Ambang kritis keracunan logam Al pada bibit kelapa sawit di pembibitan utama adalah pada taraf dosis sekitar 300 ppm, sedangkan untuk logam Fe pada taraf dosis sekitar 600 ppm. Sementara ambang kritis keracunan untuk logam Cu dan Ni pada penelitian ini belum dapat diketahui secara pasti mengingat berbagai taraf dosis Cu dan Ni yang dicobakan terlalu tinggi, sedangkan pada taraf dosis terendah (250 ppm) sudah menekan pertumbuhan bibit.

Pemberian dosis Al dan Fe pada taraf 250 ppm untuk Al dan 500 ppm untuk Fe meningkatkan serapan hara N, P, K, Ca, dan Mg pada bibit, namun penambahan dosis yang lebih tinggi menekan serapan hara bibit kelapa sawit secara nyata dibandingkan kontrol. Serapan hara bibit pada aplikasi Cu dan Ni mulai tertekan pada dosis 250 ppm dan berbeda nyata dibandingkan kontrol. Penambahan dosis Cu dan Ni yang lebih tinggi semakin menghambat serapan hara bibit, bahkan pada aplikasi logam Ni hingga 750 atau lebih menyebabkan tanaman mati.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 1998. Comparison study of four magnesium fertilizers on oil palm. Agriculture Research PT SMART Corporation. One Day Seminar : The Application of Dolomite as Substitution to Kieserite in Oil Palm. PORIM Malaysia, 27 November 1998.
- Direktorat Jendral Perkebunan. 2008. Statistik Perkebunan Indonesia 2007 - 2009. Direktorat Jenderal Perkebunan - Departemen Pertanian.
- Dube, A., R. Zbytniewski, T. Kowalkowski, E. Cukrowska, and B. Buszewski. 2001. Adsorption and migration of heavy metals in soil. Polish Journal of Environmental Studies, 10 (1): 1-10.
- Hindersah, Reginawanti, A. Marthin Kalay, and B.S. Muntalif. 2004. Akumulasi Pb dan Cd pada buah tomat yang ditanam di tanah mengandung lumpur kering dan instalasi pengolahan air limbah domestik. Seminar Nasional dan Kongres Perhimpunan Ahli Teknologi Pangan Indonesia. ISBN : 979-99965-0-3. Jakarta, 17-18 Desember 2004. P:142-145.
- Kabata-Pendias, A. and H. Pendias. 2001. Trace Elements in Soils and Plants. Third Edition. CRC Press LLC. Boca Raton - Florida. 331p.
- Malavolta, E. and M.F. Moraes. 2007. Nickel - from toxic to essential nutrient. Better Crops, 91 (3): 26 - 27.

- Marschner, H. 1995. Mineral nutrition of higher plants. Academic Press.
- Mutert, E., T.H. Fairhurst, and H.R. von Uexküll. 1999. Agronomic management of oil palms on deep peat. *Better Crops International*, 13 (1): 22 – 27.
- Podlesakova, E., J. Nemecek, and R. Vacha. 2002. Critical values of trace elements in soils from the viewpoint of the transfer pathway soil – plant. *Rostlinna Vyroba*, 48 (5): 193 – 202.
- Poeloengan, Z. 1993. Oil palm growth on high Ni soils. In 1993 Porim International Palm Oil Congress. Kuala Lumpur, 20-25 September 1993.
- Rahutomo, S., E.S. Sutarta, dan Sugiyono. 2006. Menambang minyak sawit di lahan bekas tambang. *Warta Pusat Penelitian Kelapa Sawit*, 14 (2): 1-27.
- Sindhu, M., Z. Sinuraya, A. Hasyim, and M. Kurniawan. 2005. Copper toxicity in oil palm growth and FFB production. *The Planter*, 81(952): 419- 431.
- Snyder, C.S. and T.W. Bruulsema. 2002. Nutrients and environmental quality. *Better Crops*, 86 (2): 15-17.
- Sutarta, E.S, Winarna, and W. Darmosarkoro. 2002. Heavy metal toxicity on oil palm: preliminary report on oil palm seedling. *Proceeding on 2002 International Oil Palm Conference. Nusa Dua – Bali, July 8 – 12, 2002.* 455-462.
- Sutarta, E.S, E.N. Ginting, and S. Rahutomo. 2007. Sustainability of oil palm plantation on peat soil in Indonesia. *Indonesian Oil Palm Research Institute.* 14p.

Lampiran 1. Hasil analisis jaringan tanaman bibit kelapa sawit di pembibitan utama.

Dosis (ppm)	Aplikasi logam Al					Aplikasi logam Fe				
	N	P	K	Ca	Mg	N	P	K	Ca	Mg
0	3,16	0,13	2,34	0,32	0,26	3,36	0,12	2,30	0,31	0,29
250	3,13	0,12	2,45	0,31	0,27	3,09	0,11	2,10	0,22	0,22
500	3,53	0,10	2,37	0,23	0,25	3,41	0,12	2,02	0,26	0,21
750	3,71	0,09	2,82	0,17	0,22	3,04	0,11	2,37	0,19	0,22
1000	3,36	0,12	2,30	0,31	0,29	2,81	0,11	2,32	0,18	0,18

Lampiran 1. (lanjutan).

Dosis (ppm)	Aplikasi logam Cu					Aplikasi logam Ni				
	N	P	K	Ca	Mg	N	P	K	Ca	Mg
0	2,79	0,13	2,34	0,35	0,30	2,55	0,12	2,32	0,34	0,26
250	2,79	0,10	2,28	0,25	0,24	3,01	0,15	2,74	0,45	0,33
500	2,68	0,10	2,48	0,42	0,29	2,73	0,10	2,17	0,51	0,24
750	2,42	0,10	2,60	0,27	0,22	mati	mati	mati	mati	mati
1000	2,33	0,13	2,75	0,31	0,21	mati	mati	mati	mati	mati