

Optimasi Dosis Pupuk Kalsium dan Magnesium pada Bibit Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) di Pembibitan Utama

Dose Optimization of Calcium and Magnesium Fertilizer for Oil Palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) Seedling in Main Nursery

Eltis Panca Ningsih^{1,2}, Sudradjat^{3*}, dan Supijatno³

¹Program Studi Agronomi dan Hortikultura, Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor

²Jurusan Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa
Jl. Raya Jakarta KM. 04 Pakupatan, Serang 42124, Indonesia

³Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor
(Bogor Agricultural University), Jl. Meranti, Kampus IPB, Darmaga, Bogor 16680, Indonesia

Diterima 5 Mei 2014/Disetujui 1 September 2014

ABSTRACT

*Oil palm is one of the important plantation crops in the plantation sector. Increased oil palm plantation area causes the need for the availability of oil palm seedlings in large quantities. Good quality oil palm seedlings were obtained through intensive maintenance especially fertilization. Fertilizers needed for the growth of oil palm seedlings include calcium and magnesium fertilizers. The objective of this experiment was to determine the optimum rates of calcium and magnesium fertilizer for oil palm seedling (*Elaeis guineensis* Jacq.). This experiment was conducted at Cikabayan Experimental Station, IPB Darmaga, Bogor, from December 2011 to November 2012. The experimental design used was factorial randomized block design with three replications. The first factor was Ca fertilizer rates i.e., 0, 5, 10, and 20 g CaCO₃ plant⁻¹. The second factor was Mg fertilizer rates, i.e., 0, 24, 48, and 96 g MgSO₄ plant⁻¹. The results showed that calcium affected stomatal density, whereas magnesium fertilizer affected morphological and physiological variables (stomatal density and chlorophyll content) of oil palm seedling. Based on the plant height and stem diameter, the recommended rate of magnesium fertilizer for 8 months oil palm seedlings in the main nursery was 58 g plant⁻¹. This total rate should be applied at different amount every month from 1-8 month, at 2.0, 2.0, 8.0, 9.3, 8.8, 9.3, 9.4 and 9.3 g MgSO₄ plants⁻¹ respectively. The optimum rate of calcium fertilizer was not able to be determined in this research.*

Keywords: chlorophyll, leaf, morphology, physiology

ABSTRAK

*Kelapa sawit merupakan salah satu tanaman perkebunan yang penting di sektor perkebunan. Peningkatan luas areal perkebunan kelapa sawit menyebabkan diperlukannya ketersediaan bibit kelapa sawit dalam jumlah besar. Bibit kelapa sawit yang baik diperoleh melalui pemeliharaan yang intensif terutama pemupukan. Pupuk yang dibutuhkan bibit kelapa sawit antara lain adalah pupuk kalsium dan magnesium. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan dosis optimum pupuk kalsium dan magnesium pada bibit kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.). Penelitian dilaksanakan di Kebun Percobaan IPB Cikabayan, Darmaga, Bogor, mulai bulan Desember 2011 sampai dengan Nopember 2012. Percobaan ini menggunakan rancangan kelompok lengkap teracak faktorial dengan tiga ulangan. Faktor pertama adalah dosis pupuk Ca, terdiri atas 0, 5, 10, dan 20 g CaCO₃ per tanaman. Faktor ke dua adalah dosis pupuk Mg, terdiri atas 0, 24, 48, and 96 g MgSO₄ per tanaman. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian pupuk kalsium berpengaruh pada kerapatan stomata, sedangkan pupuk magnesium berpengaruh nyata terhadap peubah morfologi dan fisiologi bibit kelapa sawit yaitu pada peubah kerapatan stomata dan kandungan klorofil. Berdasarkan peubah tinggi tanaman dan diameter batang maka dosis optimum pupuk magnesium bibit kelapa sawit selama 8 bulan di pembibitan utama adalah 58 g per tanaman. Dosis pupuk Mg tersebut diaplikasikan setiap bulannya dalam jumlah yang berbeda pada umur 1-8 bulan, berturut-turut adalah 2.0, 2.0, 8.0, 9.3, 8.8, 9.3, 9.4, dan 9.3 g MgSO₄ per tanaman. Dosis optimum pupuk kalsium tidak dapat ditentukan pada penelitian ini.*

Kata kunci: daun, fisiologi, klorofil, morfologi

* Penulis untuk korespondensi. e-mail: sudradjat_ipb@yahoo.com

PENDAHULUAN

Kelapa sawit merupakan salah satu tanaman perkebunan yang menduduki posisi penting di sektor perkebunan. Perkebunan kelapa sawit dari tahun ke tahun mengalami peningkatan. Luas perkebunan kelapa sawit Indonesia pada tahun 2001 sebesar 4.16 juta ha dan pada tahun 2012 seluas 9.1 juta ha dengan rata-rata pertumbuhan sebesar 0.98% per tahun. Produksi CPO Indonesia sepanjang sepuluh tahun terakhir terus mengalami peningkatan sebesar 1.84% per tahun. Produksi CPO di Indonesia pada tahun 2000 mencapai 7 juta ton dan pada tahun 2012 telah meningkat menjadi 23.5 juta ton (Ditjenbun, 2013). Produktivitas minyak kelapa sawit yaitu CPO sebesar 4.08 ton ha⁻¹, sedangkan produktivitas minyak nabati dari kedelai, bunga matahari dan rapeseed masing-masing sebesar 0.38, 0.60 dan 0.75 ton ha⁻¹ (MPOB, 2011).

Peningkatan luas areal perkebunan kelapa sawit menyebabkan diperlukannya ketersediaan bibit kelapa sawit dalam jumlah besar. Bibit kelapa sawit yang baik diperoleh melalui pemeliharaan yang intensif terutama pemupukan. Pemupukan merupakan faktor penentu utama, khususnya keseimbangan dosis dan jenis pupuk yang digunakan dan bukan pada tingkat dosis yang tinggi (Wachjar dan Kadarisman, 2007). Percobaan pemupukan perlu dilakukan untuk memperoleh dosis pemupukan yang optimum karena biaya pupuk dalam pengelolaan perkebunan kelapa sawit secara intensif sekitar 50-70% dari biaya pemeliharaan dan 25% dari seluruh biaya produksi (Fairhurst *et al.*, 2006).

Kalsium dan magnesium merupakan hara makro sekunder. Kalsium berperan sebagai nutrisi tanaman yang diperlukan untuk pertumbuhan dan perkembangannya khususnya akar dan tunas (Tuteja dan Mahajan, 2007). Gejala tanaman yang kekurangan Ca yaitu terhambatnya pertumbuhan pucuk (titik tumbuh), kemudian pertumbuhan tanaman kerdil dan mati (Baker dan Pilbean, 2006). Magnesium dibutuhkan dalam aktivitas enzim-enzim dan sebagai atom pusat dari molekul klorofil. Magnesium mengaktifkan enzim ribulose-1,5-bisphosphate (RuBP) carboxylase yang penting dalam proses fotosintesis (Cakmak dan Yazici, 2010; Gransee dan Fuhrs, 2012; Yang *et al.*, 2012). Aplikasi nitrogen (N) dan potasium (K) dalam tanah tanpa pemberian Mg dapat menyebabkan defisiensi magnesium (klorosis). Gejala kahat Mg pada tanaman kelapa sawit disebut dengan istilah "orange frond" dan pada tingkat kekahatan berat klorosis diikuti oleh nekrosis (Oviasogie *et al.*, 2011).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemupukan kalsium, magnesium, interaksi antara pupuk kalsium dengan magnesium terhadap bibit kelapa sawit dan menentukan dosis optimum unsur kalsium dan magnesium pada bibit kelapa sawit.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di kebun percobaan IPB, Cikabayan, Darmaga, Bogor. Jenis tanah adalah Latosol dan terletak pada ketinggian 250 m di atas permukaan laut. Penelitian dilaksanakan mulai bulan Desember 2011 sampai dengan Nopember 2012.

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah bibit kelapa sawit Tenera Dami Mas (nomor persilangan 44 x 19.10) yang berumur 4 bulan, tanah lapisan atas (*top soil*), polybag berukuran 50 cm x 40 cm, kapur pertanian (CaCO₃), dan *Epsom salt* (MgSO₄·7H₂O).

Penelitian ini disusun menggunakan rancangan kelompok lengkap teracak faktorial. Faktor pertama adalah dosis pemupukan CaCO₃ dengan 4 taraf, yaitu 0 (kontrol), 5, 10, 20 g CaCO₃ per tanaman. Faktor kedua adalah dosis total pemupukan MgSO₄ dengan 4 taraf, yaitu 0 (kontrol), 24, 48, 96 g MgSO₄ per tanaman yang diaplikasikan dalam 3 tahap. Penetapan dosis pupuk magnesium dilakukan berdasarkan Uexkull (1992). Perlakuan pemupukan magnesium yang diberikan per bulan disajikan pada Tabel 1. Setiap kombinasi perlakuan diulang sebanyak 3 kali sehingga terdapat 48 satuan percobaan. Setiap satuan percobaan terdiri atas 5 tanaman, dengan demikian jumlah sampel seluruhnya adalah 240 tanaman.

Peubah pertumbuhan bibit tanaman yang diamati adalah tinggi tanaman, diameter batang, dan jumlah daun yang dilakukan setiap bulan. Peubah tinggi tanaman diukur dengan menggunakan meteran dan diameter batang menggunakan jangka sorong digital. Peubah fisiologi yang diamati adalah kandungan klorofil (metode SPAD-502 *Plus chlorophyll meter*), kerapatan stomata, dan kadar hara Mg anak daun (daun kelima), pelepah dan akar pada seluruh perlakuan dosis pupuk Mg pada dosis pupuk kalsium 20 g per bibit di akhir percobaan. Analisis jaringan tanaman dilakukan pada tanaman dengan dosis pupuk Ca tertinggi yaitu 20 g per tanaman karena pupuk Ca tidak memberikan pengaruh nyata pada hampir sebagian besar peubah morfologi dan fisiologi bibit kelapa sawit. Gradasi warna daun kelapa sawit ditentukan dengan menggunakan

Tabel 1. Perlakuan pemupukan magnesium yang diberikan secara bertahap

Umur bibit (bulan)	Dosis pupuk MgSO ₄ (g per bibit)				Frekuensi pemupukan per bulan
	Kontrol	Perlakuan 1	Perlakuan 2	Perlakuan 3	
0-2	0	1	2	4	1
3	0	2	4	8	1
4-8	0	4	8	16	1
Total	0	24	48	96	8

color reader. Color reader mempunyai sistem notasi warna hunter (sistem warna L, a, dan b). Notasi L menunjukkan parameter kecerahan (*brighness*) dengan nilai 0 (hitam) sampai 100 (putih), notasi a dan b merupakan koordinat-koordinat kromatisitas, yaitu menunjukkan warna kromatik campuran merah hijau dengan nilai +a dari 0 sampai +60 untuk warna merah dan -a dari 0 sampai -60 untuk warna hijau. Nilai b menunjukkan warna kromatik campuran kuning biru dengan nilai +b dari 0 sampai +60 untuk warna kuning dan nilai -b dari 0 sampai -60 untuk warna biru. Sampel daun yang diamati adalah daun ke-5 yang dihitung dari atas (daun paling muda). Penghitungan dilakukan pada tiga titik (pangkal, tengah dan ujung) yang berjarak ± 0.5 cm dari tepi *leaflet*.

Penyusunan rekomendasi pemupukan Mg dihitung dari rata-rata dosis optimum yang diperoleh dari persamaan regresi peubah tinggi tanaman dan diameter batang dari hasil pengamatan setiap bulan. Dosis optimum diperoleh dengan cara menurunkan persamaan regresi yang diperoleh dari analisis statistik (Luthfyrahman dan Susila, 2013). Analisis data menggunakan analisis varian (sidik ragam). Jika hasil analisis berpengaruh nyata maka dilanjutkan dengan uji kontras polinomial dan uji regresi untuk menentukan dosis optimum. Perhitungan data dilakukan dengan menggunakan SAS (*Statistical Analysis System*).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tanggap Morfologi Tanaman

Pemberian pupuk Ca tidak memberikan pengaruh nyata pada peubah tinggi tanaman, jumlah daun dan diameter batang. Pemberian pupuk Mg menyebabkan respon linier saat umur 3 BSP (bulan setelah perlakuan) dan respon kuadratik saat umur 4-8 BSP pada peubah tinggi tanaman bibit kelapa sawit (Tabel 2). Pemberian pupuk Mg menyebabkan respon linier saat umur 5-6 BSP dan respon

kuadratik saat umur 4, 7 dan 8 BSP pada peubah jumlah daun (Tabel 3). Pemberian pupuk Mg menyebabkan respon linier pada 4 BSP dan respon kuadratik saat umur 3-8 BSP pada peubah diameter batang (Tabel 4).

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa tidak terdapat pengaruh interaksi antara pupuk kalsium dan magnesium terhadap peubah tanggap morfologi. Respon linier menunjukkan bahwa peubah yang diamati diduga masih akan meningkat seiring penambahan dosis pupuk yang diberikan. Respon kuadratik menunjukkan bahwa semakin tinggi dosis yang diberikan cenderung menurunkan pertumbuhan bibit kelapa sawit sehingga terbentuk pola parabola (kuadratik).

Pemberian pupuk Ca tidak berpengaruh terhadap pertumbuhan vegetatif bibit kelapa sawit. Hal ini disebabkan karena unsur hara Ca bersifat *slow release* dengan volume pelepasan mendekati kapasitas akar tanaman dalam menyerap unsur hara (Wigena *et al.*, 2006). Dengan demikian, respon tanaman terhadap Ca relatif lambat.

Pemberian pupuk Mg berpengaruh terhadap pertumbuhan vegetatif bibit kelapa sawit. Hasil tersebut sesuai dengan penelitian Ejraei (2010) yaitu pemberian pupuk dengan dosis 120 mg magnesium dan 80 mg sulfur meningkatkan pertumbuhan bibit kelapa sawit sebesar 15% dibandingkan dengan kontrol. Penelitian Kasno dan Nurjaya (2011) juga menunjukkan bahwa pemberian pupuk kiserit ($MgSO_4 \cdot 7H_2O$) nyata meningkatkan tinggi tanaman, diameter batang, dan bobot brangkasan basah dan kering bibit tanaman kelapa sawit pada tipe tanah Ultisol dan Oksisol. Penelitian tersebut juga menunjukkan bahwa dosis optimum pupuk kiserit untuk meningkatkan bobot kering bibit umur 6.5 bulan pada tanah tersebut adalah 0.8 g per tanaman.

Tanggap Fisiologi Tanaman

Perlakuan pupuk Ca dan Mg berpengaruh terhadap kerapatan stomata daun pada 8 BSP (Tabel 5). Pupuk Ca

Tabel 2. Tinggi tanaman (cm) bibit kelapa sawit pada setiap taraf dosis pupuk kalsium dan magnesium pada 0-8 BSP

Dosis pupuk	Taraf	BSP								
		0	1	2	3	4	5	6	7	8
CaCO ₃ (g per tanaman)	0	44.04	45.22	48.89	61.13	74.12	89.87	109.89	120.44	147.84
	5	45.94	45.99	50.23	62.87	78.48	90.17	110.86	120.20	148.93
	10	44.71	45.47	49.20	61.58	74.09	88.93	107.85	118.19	144.43
	20	43.99	44.66	48.5	61.90	73.88	87.55	104.96	118.34	140.55
Respon		tn	tn	tn	tn	tn	tn	tn	tn	tn
MgSO ₄ ·7H ₂ O (g per tanaman)	0	45.64	47.04	49.62	57.75	67.45	86.81	104.55	113.58	136.51
	24	44.60	44.93	48.45	61.65	76.76	88.25	106.93	118.32	145.85
	48	44.77	44.99	49.05	64.22	79.12	94.11	114.44	126.02	156.82
	96	43.67	44.39	49.69	63.86	77.24	87.34	107.64	119.26	142.55
Peluang				0.001	0.041	0.023	0.025	0.016	0.000	
Respon		tn	tn	tn	L**	Q*	Q*	Q*	Q*	Q**

Keterangan: *,** = berpengaruh nyata pada taraf 5% dan 1%; tn = tidak berpengaruh nyata; L = Linier; Q = Kuadratik

Tabel 3. Jumlah daun (helai) bibit kelapa sawit pada setiap taraf dosis pupuk kalsium dan magnesium pada 0-8 BSP

Dosis pupuk	Taraf	BSP								
		0	1	2	3	4	5	6	7	8
CaCO ₃ (g per tanaman)	0	6.8	7.7	8.9	10.2	11.7	13.3	14.3	15.3	16.6
	5	6.7	7.7	9.2	10.3	11.8	13.7	14.5	15.1	16.8
	10	6.6	7.7	8.8	9.9	11.7	13.3	14.3	15.1	16.8
	20	6.7	7.7	8.9	10.3	11.8	13.5	14	15.0	16.7
Respon		tn	tn	tn	tn	tn	tn	tn	tn	tn
MgSO ₄ ·7H ₂ O (g per tanaman)	0	6.8	7.7	8.9	10.2	11.2	13.1	13.7	14.1	15.9
	24	6.7	7.6	8.9	10.1	11.8	13.2	14.0	15.2	16.7
	48	6.7	7.8	9.0	10.1	11.8	14.0	15.1	15.7	17.5
	96	6.6	7.7	8.9	10.3	12.2	13.4	14.4	15.4	16.9
Respon		tn	tn	tn	tn	Q*	L**	L**	Q**	Q**

Keterangan: *,** = berpengaruh nyata pada taraf 5% dan 1%; tn = tidak berpengaruh nyata; L = Linier; Q = Kuadratik; BSP = bulan setelah perlakuan

Tabel 4. Diameter batang (cm) bibit kelapa sawit pada setiap taraf dosis pupuk kalsium dan magnesium pada 0-8 BSP

Dosis pupuk	Taraf	BSP								
		0	1	2	3	4	5	6	7	8
CaCO ₃ (g per tanaman)	0	1.34	1.64	2.31	3.15	4.74	5.91	6.86	7.79	8.6
	5	1.37	1.75	2.46	3.37	5.01	5.94	6.95	7.78	8.83
	10	1.41	1.74	2.47	3.3	4.74	5.77	6.9	7.78	8.69
	20	1.35	1.72	2.44	3.39	5.08	5.84	6.89	7.75	8.85
Respon		tn	tn	tn	tn	tn	tn	tn	tn	tn
MgSO ₄ ·7H ₂ O (g per tanaman)	0	1.39	1.75	2.45	2.85	4.37	5.64	6.53	7.35	8.13
	24	1.37	1.65	2.32	3.42	5.1	5.73	6.79	7.56	8.64
	48	1.34	1.72	2.5	3.52	5.11	6.36	7.5	8.57	9.49
	96	1.36	1.73	2.41	3.41	4.99	5.74	6.78	7.63	8.72
Respon		tn	tn	tn	Q**	L**	Q**	Q**	Q**	Q**

Keterangan: *,** = berpengaruh nyata pada taraf 5% dan 1%; tn = tidak berpengaruh nyata; L = Linier; Q = Kuadratik; BSP = bulan setelah perlakuan

menyebabkan respon linier dan pupuk Mg menyebabkan respon kuadratik. Hal ini terkait dengan fungsi kalsium sebagai *second messenger* di dalam tanaman, meregulasi ion dalam *channel*, khususnya regulasi K⁺ dalam *channel*, sehingga stomata menutup dan menghambat pembukaan stomata (Dodd *et al.*, 2010; Webb dan Robertson, 2011; Laanemets *et al.*, 2013). Pembukaan dan penutupan stomata berpengaruh pada laju fotosintesis (Palit, 2008; Khazaei *et al.*, 2010).

Pemberian pupuk Ca tidak memberikan pengaruh nyata pada peubah kandungan klorofil daun. Pemberian pupuk Mg menyebabkan respon linier saat umur 4-6 BSP dan respon kuadratik saat umur 7-8 BSP pada peubah kandungan klorofil daun (Tabel 5). Hal ini berkaitan dengan fungsi hara Mg sebagai pusat penyusun klorofil

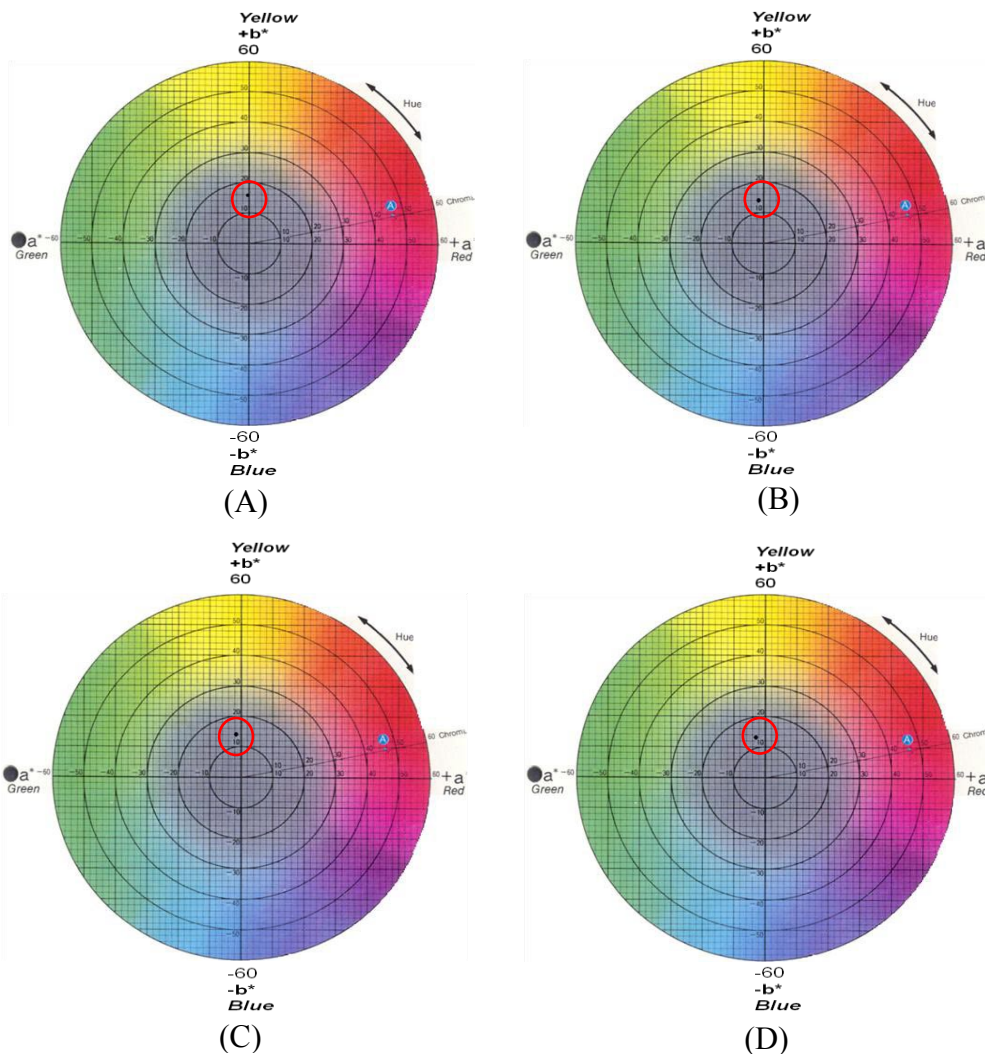
(Cakmak dan Kirkby, 2008), sehingga Mg dikaitkan dengan perkembangan klorofil daun (Hermans *et al.*, 2006). Penurunan kadar klorofil akan berpengaruh pada kuantitas dan kualitas fotosintat yang diproduksi oleh tanaman kelapa sawit (Otitoju dan Onwurah, 2010).

Gambar 1 menyajikan hubungan nilai tingkat kecerahan (L), a (absis) dan b (ordinat) yang menggambarkan kandungan klorofil. Nilai L (tingkat kecerahan) berdasarkan dosis pupuk magnesium 0, 24, 48, dan 96 g per tanaman berturut-turut adalah 34.76, 35.74, 35.98 dan 36.37. Warna daun dengan pemberian pupuk magnesium menunjukkan nilai L lebih tinggi dibandingkan dengan kontrol. Nilai L semakin meningkat sesuai dengan dosis pupuk magnesium yang diberikan. Nilai a (absis) dan b (ordinat) berdasarkan dosis pupuk Mg 0, 24, 48, dan 96 g per tanaman berturut-

Tabel 5. Kandungan klorofil dan kerapatan stomata daun bibit kelapa sawit pada setiap taraf dosis pupuk kalsium dan magnesium pada 3-8 BSP

Dosis pupuk	Taraf	Kandungan klorofil (mg cm ⁻²)						Kerapatan stomata (mm ²)					
		3 BSP	4 BSP	5 BSP	6 BSP	7 BSP	8 BSP	8 BSP					
CaCO ₃ (g per tanaman)	0	0.039	0.040	0.042	0.040	0.040	0.037	114.65					
	5	0.039	0.039	0.041	0.040	0.039	0.037	95.12					
	10	0.038	0.039	0.041	0.039	0.041	0.035	100.00					
	20	0.039	0.038	0.041	0.039	0.038	0.037	90.87					
Peluang								0.004					
Respon							tn	L**					
MgSO ₄ ·7H ₂ O (g per tanaman)	0	0.039	0.036	0.038	0.037	0.036	0.033	87.26					
	24	0.038	0.039	0.042	0.039	0.039	0.036	99.58					
	48	0.040	0.040	0.043	0.042	0.040	0.038	111.89					
	96	0.038	0.039	0.042	0.040	0.042	0.039	101.91					
Peluang							0.000	0.001	0.001	0.022	0.019	0.035	
Respon							tn	L**	L**	L**	Q*	Q*	Q*

Keterangan: *,** = berpengaruh nyata pada taraf 5% dan 1%; tn = tidak berpengaruh nyata; L = Linier; Q = Kuadratik; BSP = bulan setelah perlakuan



Gambar 1. Diagram warna daun bibit kelapa sawit pada berbagai perlakuan dosis magnesium: (A) 0; (B) 24; (C) 48; dan (D) 96 g MgSO₄ per tanaman

turut adalah -1.36,14.78; -1.93,13.15; -1.91,13.40 dan -2.33,12.73. Nilai a semakin rendah dengan banyaknya pupuk magnesium yang diberikan. Hal ini menunjukkan jika nilai a semakin rendah maka warna daun tanaman semakin hijau. Nilai b semakin tinggi dengan perlakuan tanpa pemberian pupuk magnesium. Hal ini menunjukkan jika nilai b semakin tinggi maka daun akan berwarna kekuningan yang memberi indikasi gejala klorosis.

Pemberian unsur Mg berpengaruh nyata secara kuadratik terhadap kandungan Mg dalam jaringan tanaman.

Berdasarkan data tersebut dapat diketahui bahwa kandungan hara magnesium pada jaringan vegetatif dengan pemberian pupuk magnesium lebih tinggi dibandingkan dengan kontrol. Rata-rata kandungan Ca dan Mg pada jaringan tanaman dengan dosis 0 g per tanaman sebesar 0.33% dan 0.15% dan pada dosis 96 g per tanaman sebesar 0.28% dan 0.24% (Tabel 6). Kandungan Ca dan Mg dalam jaringan tanaman bibit kelapa sawit pada percobaan ini berada pada zona cukup. Kadar Ca pada tanaman kelapa sawit berkisar sebesar 0.14% pada bibit dan 0.25% pada tanaman dewasa.

Tabel 6. Kadar hara Ca dan Mg pada jaringan akar, pelepah dan daun bibit kelapa sawit saat umur 8 bulan setelah perlakuan dengan berbagai dosis pupuk magnesium pada dosis kalsium 20 g per bibit

Dosis pupuk	Taraf	Kadar hara akar (%)		Kadar hara pelepah (%)		Kadar hara daun (%)		Kadar Ca dalam jaringan tanaman (%)	Kadar Mg dalam jaringan tanaman (%)
		Ca	Mg	Ca	Mg	Ca	Mg		
MgSO ₄ ·7H ₂ O (g per tanaman)	0	0.21	0.08	0.21	0.12	0.59	0.26	0.33	0.15
	24	0.13	0.11	0.22	0.21	0.54	0.30	0.30	0.21
	48	0.09	0.12	0.22	0.22	0.56	0.33	0.29	0.22
	96	0.13	0.16	0.18	0.21	0.52	0.35	0.28	0.24
Peluang		0.041		0.023		0.045			
Respon		tn	Q*	tn	Q*	tn	Q*		

Keterangan: *,** = berpengaruh nyata pada taraf 5% dan 1%; tn = tidak berpengaruh nyata; Q = Kuadratik

Tabel 7. Penentuan dosis optimum magnesium (Mg) pada bibit kelapa sawit di pembibitan utama berdasarkan peubah tinggi tanaman dan diameter batang

Peubah	Umur (BSP)	Persamaan regresi	R ²	Dosis optimum (g per bibit)
Tinggi tanaman	1	Dosis rekomendasi	-	2.0*
	2	Dosis rekomendasi	-	2.0*
	3	$y = 0.355x + 59.38$	0.66	4.0*
	4	$y = -0.116x^2 + 2.435x + 67.84$	0.97	10.5
	5	$y = -0.087x^2 + 1.502x + 85.95$	0.73	8.6
	6	$y = -0.103x^2 + 1.939x + 103.5$	0.76	9.4
	7	$y = -0.127x^2 + 2.470x + 112.7$	0.88	9.7
	8	$y = -0.231x^2 + 4.165x + 135.5$	0.92	9.0
Total				55.3
Diameter batang	1	Dosis rekomendasi	-	2.0*
	2	Dosis rekomendasi	-	2.0*
	3	$y = -0.006x^2 + 0.142x + 2.884$	0.96	11.8
	4	$y = 0.004x + 4.686$	0.32	8.0*
	5	$y = -0.08x^2 + 1.421x + 55.47$	0.66	8.9
	6	$y = -0.107x^2 + 1.952x + 64.37$	0.78	9.1
	7	$y = -0.130x^2 + 2.375x + 72.10$	0.70	9.1
	8	$y = -0.140x^2 + 2.692x + 80.43$	0.88	9.6
Total				60.5
Rata-rata				58.0

Keterangan: * Dosis tersebut ditentukan respon linier; BSP = bulan setelah perlakuan

Kadar Mg pada tanaman kelapa sawit berkisar 0.22% pada bibit dan 0.16% pada tanaman dewasa (Ng *et al.*, 1968).

Penentuan Kebutuhan Pupuk dan Rekomendasi

Penyusunan rekomendasi pemupukan Mg dihitung dari rata-rata dosis optimum yang diperoleh dari persamaan regresi peubah tinggi tanaman dan diameter batang dari hasil pengamatan setiap bulan. Peubah morfologi menunjukkan bahwa dosis optimum pupuk Mg saat umur 1 dan 2 BSP (bulan setelah perlakuan) tidak tercapai sehingga dosis yang digunakan adalah dosis rekomendasi Uexkull (1992). Pemberian pupuk Mg baru terlihat saat umur 3 BSP pada peubah tinggi tanaman dan diameter batang. Saat tanaman berumur 3 BSP, pupuk Mg berpengaruh pada peubah tinggi tanaman secara linier dengan persamaan regresi $y = 0.355x + 59.38$. Persamaan linier tidak memiliki titik optimum sehingga dosis optimum pupuk Mg adalah dosis tertinggi yaitu 4 g per tanaman. Saat tanaman berumur 4 BSP pada peubah tinggi tanaman pupuk Mg menunjukkan respon kuadratik sehingga terbentuk pola parabola (kuadratik) sehingga dosis optimum diturunkan dari persamaan regresi. Saat tanaman berumur 4 BSP, persamaan regresinya adalah $y = -0.116x^2 + 2.435x + 67.84$. Dari model regresi tersebut dosis optimum pupuk Mg adalah 10.5 g per tanaman. Penentuan dosis optimum magnesium (Mg) pada bibit kelapa sawit di pembibitan utama berdasarkan peubah tinggi tanaman dan diameter batang dilihat pada Tabel 7.

KESIMPULAN

Pemberian pupuk kalsium berpengaruh pada kerapatan stomata. Pemberian pupuk magnesium berpengaruh nyata terhadap peubah vegetatif dan fisiologi bibit kelapa sawit yaitu kerapatan stomata dan kandungan klorofil. Tidak terdapat interaksi antara perlakuan pupuk kalsium dan magnesium pada bibit kelapa sawit. Berdasarkan peubah tinggi tanaman dan diameter batang maka dosis optimum pupuk magnesium bibit kelapa sawit selama 8 bulan di pembibitan utama adalah 58 g per tanaman. Dosis pupuk Mg tersebut diaplikasikan setiap bulannya dalam jumlah yang berbeda pada umur 1-8 bulan, berturut-turut adalah 2.0, 2.0, 8.0, 9.3, 8.8, 9.3, 9.4 dan 9.3 g $MgSO_4$ per tanaman. Dosis optimum pupuk kalsium tidak dapat ditentukan pada penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

Baker, A.V., D.J. Pilbeam. 2006. Hunger Sign in Crops. In Handbook of Plants Nutrition 117. CRC Pr, Florida, USA.

Cakmak, J., E.A. Kirkby. 2008. Role of magnesium in carbon partitioning and alleviating photo oxidative damage. Plant Physiol. 133:692-704.

Cakmak, I., A. Yazici. 2010. Magnesium: A forgotten element in crop production. Better Crops 94:23-25.

[Ditjenbun] Direktorat Jendral Perkebunan. 2013. Produksi, luas areal dan produktivitas perkebunan di Indonesia. Indonesia.

Dodd, A.N., J. Kudla, D. Sanders . 2010. The language of calcium signaling. Ann. Rev. Plant Biol. 61:593-620.

Ejraei, A. 2010. Interaction of sulfur and magnesium on palm oil seed. ISHS Acta Horticulturae 882(85):IV International Date Palm Conference. <http://www.actahort.org> [28 Pebruari 2013].

Fairhurst, T.H., J.P. Caliman, R. Härdter, C. WITT. 2006. Kelapa sawit: kelainan hara dan pengelolaannya. Potash and Phosphate Institute (PPI), Potash and Phosphate Institute of Canada (PPIC), International Potash Institute (IPI), French Agricultural Research Centre for International Development (CIRAD).

Gransee, A., A. Fuhrs. 2012. Magnesium mobility in soils as a challenge for soil and plant analysis, magnesium fertilization and root uptake under adverse growth conditions. Plant Soil 368:5-21.

Hermans, C., J.P. Hammond, P.J. White, N. Verbruggen. 2006. How do plants respond to nutrient shortage by biomass allocation?. Trends Plant Sci. 11:610-617.

Kasno, A., Nurjaya. 2011. Pengaruh pupuk kiserit terhadap pertumbuhan kelapa sawit dan produktivitas tanah. J. Litri 17:133-139.

Khazaei, H., P. Monneveux, S. Hongbo, S. Mohammady. 2010. Variation for stomatal characteristics and water use efficiency among diploid, tetraploid and hexaploid Iranian wheat landraces. Genet. Resour. Crop Evol. 57:307-314.

Laanemets, K., B. Brandt, J. Li, E. Merilo. 2013. Calcium-dependent and -independent stomatal signaling network and compensatory feedback control of stomatal opening via Ca^{2+} sensitivity priming. Plant Physiol. 163:504-513.

Luthfyrahman, H., A.D. Susila. 2013. Optimasi dosis pupuk anorganik dan pupuk kandang ayam pada budidaya tomat hibrida (*Lycopersicon esculentum* Mill. L.). Bul. Agrohorti 1:119-126.

MPOB (Malaysian Palm Oil Board). 2011. Malaysian palm oil industry. <http://www.palmoilworld.org> [22 Juli 2013].

Ng, S.K., S. Thamboo, P. de Souza. 1968. Nutrient contents of oil palms in Malaya. Malaysian Agric. J. 46:332-391.

- Otitoju, O., I.N.E. Onwurah. 2010. Chlorophyll contents of oil palm (*Elaeis Guineensis*) leaves harvested from crude oil polluted soil: a shift in productivity dynamic. *Annals Biol. Res.* 1:20-27.
- Oviasogie, P.O., A.E. Aghimien, M.O. Ekebafé. 2011. Chemical fractionation of magnesium in soil cultivated to the oil palm. *Nig. J. Life Sci.* 1:53-57.
- Palit, J.J. 2008. Teknik penghitungan jumlah stomata beberapa kultivar kelapa. *Bul. Teknik Pertanian* 13:9-11.
- Tuteja, N., S. Mahajan. 2007. Further characterization of calcineurin B-like protein and its interacting partner CBL-interacting protein kinase from *Pisum sativum*. *Plant Signal Behav.* 2:358-361.
- Uexkull, H.R. 1992. Oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.). International Potash Institute, Singapura.
- Wachjar, A., L. Kadarisman. 2007. Pengaruh kombinasi pupuk organik cair dan pupuk anorganik serta frekuensinya terhadap pertumbuhan tanaman kakao (*Theobroma cacao* L.) belum menghasilkan. *Bul. Agron.* 35:212-216.
- Webb, A.A.R., F.C. Robertson. 2011. Calcium signals in the control of stomatal movements. *Signaling Comm. Plants* 642:63-77.
- Wigena, I.G.P., J. Purnomo, E. Tuberkih, A. Saleh. 2006. Pengaruh pupuk "Slow Release" majemuk padat terhadap pertumbuhan dan produksi kelapa sawit muda pada Xanthic Hapludox di Merangin, Jambi. *J. Tanah Iklim* 24:10-19.
- Yang, G.H., L.T. Yang, H.X. Jiang. 2012. Physiological impacts of magnesium-deficiency in Citrus seedlings: photosynthesis, antioxidant system and carbohydrates. *Trees* 26:1237-1250.