Forum Pascasarjana (1991) 14 (1) : 25 - 34.

PENGARUH PEMUPUKAN FOSFOR DAN VARIETAS TERHADAP PERTUMBUHAN DAN PRODUKSI KEDELAI (*Glycine max* (L.) Merr) PADA BUDIDAYA JENUH AIR[1)]

The Effect of Phosphorus Fertilization and Variety on The Growth and Production of Soybean (*Glycine max* (L.) Merr) Under Saturated Soil Culture[1)]

Munif Ghulamahdi, Fred Rumawas, Joedojono Wiroatmodjo, dan Jajah Koswara[2)]

ABSTRACT

The objective of this experiment was to study the effect of phosphorus fertilization on the growth and production of Americana and Lokon under saturated soil culture. The experiment was conducted at the Cikarawang Experimental Station, IPB, on a Latosol, from November 1988 until April 1989.

Soybean yield did not respond to the phosphorus application, and maybe due to improved soil P availability under saturated condition. Leaf P concentrations at 9 weeks were sufficient (0.303 to 0.357%) for all levels of treatment.

Active nodule growth was longer under saturated soil culture than conventional irrigation. Maximum active nodule growth under conventional culture was reached at 6 weeks, but under saturated soil culture was still increasing between 6 to 9 weeks from 0.175 to 0.342 g/plant for Americana and from 0.162 to 0.260 g/plant for Lokon. Increase of active nodule dry weight was followed by increase of leaf N concentration between 6 to 9 weeks from 3.366 to 3.674% for Americana, and from 3.382 to 3.695% for Lokon.

Americana was more tolerant than Lokon to saturated soil culture. Number of filled pods, 100-seeds weight, and seed dry weight/plot of Americana were bigger than Lokon.

PENDAHULUAN

Peningkatan produksi kedelai dapat dicapai dengan perluasan areal penanaman dan peningkatan produksi tiap satuan luas. Budidaya jenuh air (BJA) sebagai alternatif telah memperbaiki pertumbuhan dan peningkatan produksi dibandingkan irigasi biasa pada beberapa varietas kedelai (Hunter *et al.*, 1980; Nathanson *et al.*, 1984; Troedson *et al.*, 1984; Sumarno, 1986).

[1)]Sebagian dari Tesis Magister Sains Jurusan Ilmu Tanaman penulis pertama, Fakultas Pascasarjana, IPB.

[2)]Berturut-turut Staf Pengajar Jurusan Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian, IPB.

Budidaya jenuh air merupakan penanaman dengan memberikan irigasi terus-menerus, dan membuat tinggi muka air tetap, sehingga lapisan di bawah perakaran jenuh air (Hunter *et al.*, 1980). Tinggi muka air tetap akan menghilangkan pengaruh negatif dari kelebihan air pada pertumbuhan tanaman, karena kedelai akan beraklimatisasi dan selanjutnya tanaman memperbaiki pertumbuhannya (Troedson *et al.*, 1983).

Penerapan BJA dapat dilakukan pada areal penanaman dengan irigasi cukup baik atau pada areal penanaman dengan drainase kurang baik. Indonesia mempunyai lebih dari 3 juta hektar lahan sawah yang sebagian dapat dimanfaatkan untuk penanaman kedelai setelah padi dipanen. Akan tetapi hanya 0.5 juta hektar dari lahan tersebut ditanami kedelai, karena masalah kelebihan air (Sumarno, 1986). Di Vietnam BJA telah diterapkan pada tanaman jagung untuk mengatasi drainase kurang baik pada musim hujan. Penerapan BJA untuk jagung di negara tersebut pada tahun 1983 seluas 50 ha, dan meningkat menjadi 200 000 ha pada tahun 1988 (Chomchalow, 1988).

Budidaya jenuh air meningkatkan bobot kering akar dan bintil akar serta aktifitas bakteri penambat N bila dibandingkan irigasi biasa (Troedson *et al.*, 1983). Perbaikan pertumbuhan tanaman tersebut perlu diimbangi dengan ketersediaan hara cukup untuk meningkatkan produksi kedelai. Pemberian fosfor sering menunjukkan pengaruh yang nyata pada tanaman kedelai dibandingkan nitrogen dan kalium.

Percobaan Chu *et al.* (1981) menunjukkan produksi kedelai tertinggi tercapai pada 39 ppm fosfor tersedia dalam tanah di lahan kering. Pada tanah yang mempunyai 7-13 ppm fosfor tersedia perlu dilakukan pemupukan. Pada umumnya Latosol mengandung fosfor tersedia rendah.

Tanggap varietas kedelai terhadap keadaan jenuh air berbeda-beda. Kedelai yang berumur lebih panjang biasanya mempunyai tanggap positif pada pertumbuhan dan produksinya daripada kedelai berumur pendek (CSIRO, 1983). Pada lahan kering varietas Americana berumur 93-97 hari dan mempunyai potensi produksi 2.00 ton/ha biji kering (Rumawas, 1974). Sedangkan varietas Lokon berumur 68-75 hari dan mempunyai potensi produksi 1.75 ton/ha biji kering (Sang Hyang Seri, tanpa tahun).

Percobaan bertujuan mengetahui pengaruh pemupukan fosfor terhadap pertumbuhan dan produksi varietas Americana dan Lokon pada budidaya jenuh air.

METODOLOGI

Percobaan dilaksanakan di Kebun Percobaan IPB, Cikarawang, Bogor, dari bulan November 1988 sampai dengan April 1989. Jenis tanahnya Latosol.

Percobaan menggunakan Rancangan Petak Terpisah dengan 10 perlakuan dan 4 ulangan. Petak utamanya 5 taraf pemupukan fosfor, yaitu: 0, 100, 200, 300, 400 kg P_2O_5/ha, dan anak petaknya dua varietas kedelai, yaitu: Americana dan Lokon. Petak utama berukuran 2 m × 10 m, dan anak petak 2 m × 5 m. Setiap petak utama dikelilingi oleh saluran air dengan kedalaman 20 cm dan lebar 30 cm.

Pengapuran diberikan dua minggu sebelum tanam yang dicampur secara merata sedalam lapisan olah. Kalium sebagai pupuk dasar diberikan sebanyak 100 kg K_2O/ha, dan dicampur dengan pupuk fosfor. Pupuk diberikan secara sebar ke permukaan tanah dan dicampur sedalam 5 cm pada saat tanam.

Benih kedelai sebelum ditanam dicampur dengan inokulan Rhizobin-A sebanyak 5 g/kg benih. Benih yang telah diberi Marshal ditanam dengan jarak tanam 50 cm × 5 cm, satu biji tiap titik.

Pengairan yang terus menerus dilakukan sejak tanaman berumur dua minggu sampai polong berwarna coklat. Tinggi air disaluran dipertahankan 5 cm di bawah permukaan tanah untuk membuat petak penanaman jenuh air.

Pengendalian gulma dilakukan pada umur 3 dan 6 minggu sedangkan pengendalian hama dan penyakit setiap 2 minggu sejak tanaman berumur 2 minggu.

Pengamatan pertumbuhan meliputi:

1. Tinggi tanaman dan jumlah daun trifoliate dilakukan mulai umur 4 minggu setiap dua minggu sekali sampai panen.
2. Umur tanaman, saat 75% berbunga.
3. Bobot kering tajuk, akar, dan bobot kering serta jumlah bintil akar aktif dan tidak aktif pada umur 3, 6, 9 minggu.
4. Analisis tumbuh dihitung berdasarkan rumus yang dikemukakan oleh Radford (1967) yang meliputi laju assimilasi bersih, laju tumbuh relatif dan nisbah luas daun. Pengamatan dilakukan pada umur 3, 6, 9 minggu.
5. Analisis daun pada umur 6 dan 9 minggu.

Pengamatan saat panen meliputi:

1. Jumlah cabang tiap tanaman.
2. Jumlah polong isi tiap tanaman.
3. Jumlah polong hampa tiap tanaman.
4. Bobot biji kering tiap petak.
5. Bobot 100 biji.
6. Analisis biji.

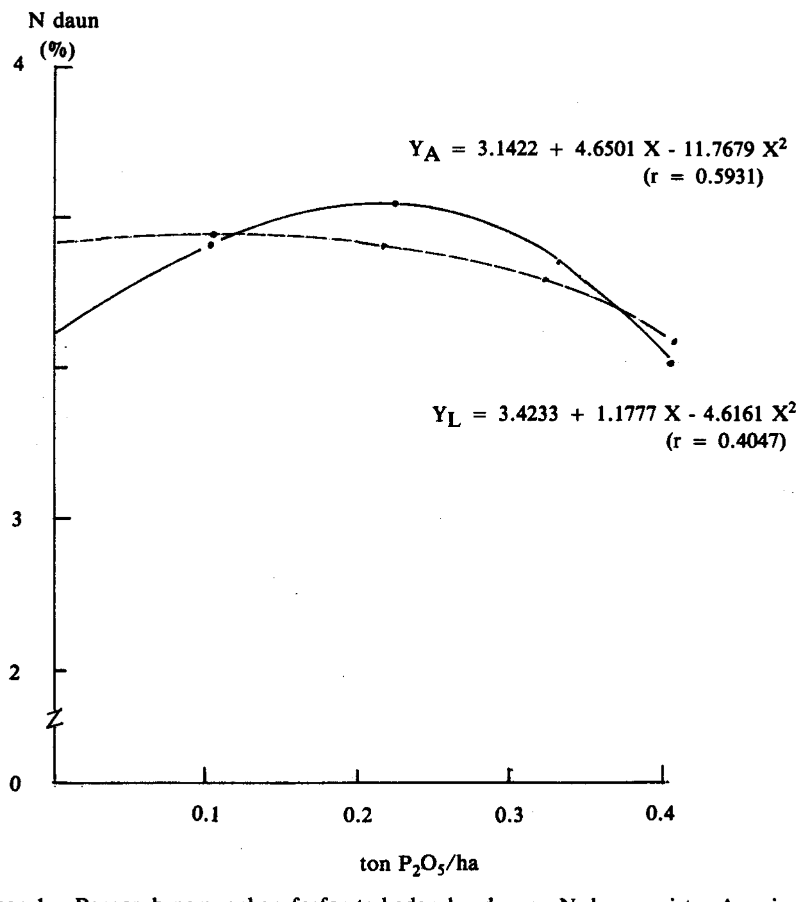
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemupukan fosfor nyata meningkatkan tinggi tanaman, mempercepat waktu 75% berbunga, menambah bobot kering tajuk pada umur 3 dan 6 minggu, menambah jumlah dan bobot kering bintil akar aktif pada umur 6 minggu, dan meningkatkan kadar N daun pada umur 6 minggu (Tabel 1). Terhadap pengamatan yang lain pemupukan fosfor tidak berpengaruh.

Tabel 1. Pengaruh pemupukan fosfor terhadap pertumbuhan kedelai.
Table 1. The effect of phosphorus fertilization on the growth of soybean.

Peubah **Variable**	Umur tanaman **Plant age** Minggu/Weeks	Pupuk fosfor **Phosphorus fertilizer** (kg P_2O_5/ha) 0	100	200	300	400	BNT 0.05 **LSD 0.05**
Tinggi tanaman **Plant height** (cm)	4	21.0^{ab}	20.8^{a}	22.1^{bc}	22.0^{bc}	22.4^{c}	1.1
	6	47.0^{a}	47.3^{ab}	49.6^{bc}	50.5^{cd}	52.5^{d}	2.3
	8	67.9^{ab}	66.7^{a}	68.9^{b}	69.8^{b}	72.3^{c}	2.1
	10	70.2^{ab}	69.8^{a}	72.1^{bc}	73.1^{cd}	74.3^{d}	2.1
	Panen/**Harvest**	72.0^{a}	71.9^{a}	73.8^{ab}	76.0^{b}	76.2^{b}	2.6
Waktu 75% berbunga (hari) **Time of 75% flowering (days)**		37.8^{b}	36.7^{a}	37.1^{a}	37.0^{a}	37.0^{a}	0.4
Bobot kering tajuk **Shoot dry weight (g)**	3	0.340^{a}	0.343^{a}	0.386^{b}	0.378^{ab}	0.395^{b}	0.041
	6	3.378^{a}	3.261^{a}	3.652^{a}	3.740^{a}	4.405^{b}	0.557
Jumlah bintil aktif/tanaman **Number of active nodules/plant**	6	35.2^{a}	40.9^{ab}	41.3^{ab}	44.8^{bc}	52.6^{c}	8.1
Bobot kering bintil aktif/tanaman **Active nodule dry weight/plant (g)**	6	0.142^{a}	0.146^{a}	0.161^{a}	0.190^{b}	0.204^{b}	0.022
Kadar N daun **Leaf N concentration (%)**	6	3.347^{a}	3.301^{a}	3.728^{b}	3.358^{a}	3.137^{a}	0.248

Peningkatan jumlah dan bobot kering bintil akar aktif karena pemupukan fosfor diikuti juga oleh peningkatan kadar N daun pada umur 6 minggu. Kadar N daun maksimum pada varietas Americana sebesar 3.60% pada dosis 197.6 kg P_2O_5/ha, dan pada Lokon sebesar 3.50% pada dosis 127.6 kg P_2O_5/ha (Gambar 1). Menurut Small dan Ohlrogge (1973), kandungan N daun normal antara 4.26-5.50%. Hasil analisis daun menunjukkan bahwa pemupukan fosfor hanya mempengaruhi kandungan N daun pada umur 6 minggu, dan tidak mempengaruhi kandungan hara daun lainnya (P, K, Ca, Mg, Fe, Mn) pada umur 6 dan 9 minggu. Oleh karena itu peningkatan N daun saja yang masih dalam batas kurang mencukupi menyebabkan pemupukan fosfor tidak mempengaruhi jumlah polong hampa, jumlah polong isi, bobot biji kering tiap petak dan bobot 100 biji.



Gambar 1. Pengaruh pemupukan fosfor terhadap kandungan N daun varietas Americana dan Lokon pada umur 6 minggu.

Figure 1. The effect of phosphorus fertilization on the leaf N concentration of Americana and Lokon at 6 weeks.

Pemupukan fosfor hanya cenderung meningkatkan kadar P daun, dan kandungannya tergolong cukup, antara 0.303 sampai 0.357% pada berbagai taraf pemupukan fosfor. Hal ini disebabkan oleh tersedianya lebih banyak P yang berhubungan dengan nilai potensial redoks. Nilai potensial redoks pada petak percobaan sebesar 180 mV, pada tanah kering 270 mV, dan pada lumpur di saluran sebesar - 200 mV. Menurut De Datta (1981) penurunan nilai potensial redoks akan meningkatkan kelarutan fosfor.

Varietas Americana tumbuh lebih tinggi, mempunyai jumlah daun lebih sedikit, berbunga lebih cepat, mempunyai jumlah dan bobot kering bintil akar aktif, jumlah polong isi, bobot 100 biji dan bobot biji kering tiap petak lebih besar daripada varietas Lokon (Tabel 2).

Laju Assimilasi Bersih (LAB) varietas Americana lebih cepat menurun daripada varietas Lokon, bila dibandingkan LAB pada umur 3-6 minggu dan LAB pada umur 6-9 minggu. Keadaan ini menggambarkan pertumbuhan dari varietas Americana yang lebih cepat rimbun (pada budidaya jenuh air). Populasi tanaman yang dicobakan 400 000 tanaman/ha. Dengan demikian populasi 400 000 tanaman/ha untuk varietas Americana sudah cukup tinggi pada budidaya jenuh air. Menurut Rumawas (1974) populasi 400 000 tanaman/ha merupakan populasi yang optimum untuk pertumbuhan varietas Americana pada lahan kering.

Pada umur 7 minggu varietas Lokon rebah dan varietas Americana tetap tegar sampai panen. Keadaan ini erat hubungannya dengan nisbah bobot kering tajuk/akar. Pada umur 3 minggu nisbah bobot kering tajuk/akar varietas Americana lebih besar daripada Lokon, akan tetapi pada umur 6 dan 9 minggu nisbah bobot kering tajuk/akar varietas Americana menjadi lebih kecil daripada Lokon.

Jumlah dan bobot kering bintil akar aktif varietas Americana lebih besar daripada Lokon. Bobot kering bintil akar aktif tertinggi tercapai pada umur 9 minggu. Dengan demikian pertumbuhan bintil akar pada budidaya jenuh air lebih baik daripada budidaya biasa. Pada lahan kering biasanya bintil akar aktif mencapai puncaknya pada umur 6 minggu (Prasastyawati, 1979). Menurut CSIRO (1983) pembentukan bintil akar baru yang aktif pada budidaya jenuh air akan berlangsung terus selama pengisian polong daripada irigasi biasa. Pada percobaan ini bobot kering bintil akar aktif meningkat antara umur 6 dan 9 minggu dari 0.175 sampai 0.342 g/tanaman pada varietas Americana, dan dari 0.162 sampai 0.260 g/tanaman pada varietas Lokon. Peningkatan bobot kering bintil akar aktif diikuti juga oleh peningkatan kadar N daun kedua varietas tersebut.

Kadar N daun meningkat antara umur 6 dan 9 minggu dari 3.37 sampai 3.67% pada varietas Americana, dan dari 3.38 sampai 3.69% pada varietas Lokon. Kadar P dan K daun juga meningkat antara umur 6 dan 9 minggu dari 0.30 sampai 0.31% P, dan 2.54 sampai 2.81% K pada varietas Americana, serta 0.30 sampai 0.32% P dan 2.58 sampai 2.97% K pada varietas Lokon (Tabel 3).

Tabel 2. Pengaruh varietas terhadap pertumbuhan dan produksi kedelai.
Table 2. The effect of variety on the growth and production of soybean.

Peubah **Variable**	Umur tanaman **Plant age** Minggu/**Weeks**	Americana	Lokon	BNT 0.05 **LSD 0.05**
Tinggi tanaman	4	22.7[b]	20.6[a]	0.8
Plant height	6	50.0[b]	48.7[a]	1.0
(cm)	8	72.7[b]	65.6[a]	1.8
	10	76.5[b]	67.3[a]	1.8
	Panen/**harvest**	80.7[b]	67.3[a]	2.3
Jumlah daun/tanaman	4	4.4[a]	4.7[b]	0.2
Number of leaves/plant	6	8.6[a]	10.5[b]	0.5
	8	11.7[a]	19.1[b]	1.1
	10	11.3[a]	16.7[b]	0.9
Laju assimilasi bersih				
(mg/cm^2/hari)	3-6	0.456	0.438	tn/ns
Net assimilation rate				
(mg/cm^2/day)	6-9	0.357[a]	0.426[b]	0.053
Waktu 75% berbunga (hari) **Time of 75% flowering (days)**		35.0[a]	39.2[b]	0.2
Nisbah bobot kering	3	2.951[b]	2.547[a]	0.225
tajuk/akar				
Shoot-root dry weight	6	5.112[a]	5.495[b]	0.337
ratio	9	6.125[a]	12.067[b]	1.033
Jumlah bintil aktif/ta-	3	19.9[b]	15.2[a]	2.5
naman	6	51.6[b]	34.3[a]	5.8
Number of active nodules/				
plant	9	45.0[b]	26.6[a]	7.1
Bobot kering bintil aktif/	3	0.027	0.023	tn/**ns**
tanaman (g)	6	0.175	0.162	tn/**ns**
Active nodule dry weight/				
plant (g)	9	0.342[b]	0.260[a]	0.036
Jumlah polong isi/tanaman **Number of filled pods/plant**		39.6[b]	30.3[a]	3.5
Bobot kering biji/4 m^2 (g) **Seed dry weight/4 m^2 (g)**		861.0[b]	512.6[a]	63.7
Bobot 100 biji (g) **100-seed weight (g)**		16.2[b]	10.3[a]	0.6

tn/**ns** = tidak nyata/**not significant.**

Tabel 3. Pengaruh varietas terhadap kandungan hara daun pada umur 6 dan 9 minggu.
Table 3. The effect of variety on the leaf nutrient concentrations at 6 and 9 weeks.

Umur tanaman **Plant age** Minggu/**Weeks**	Varietas **Varieties**	Kandungan hara daun **Leaf nutrient concentration**						
		N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn
		------------------	---------	%	---------	------------------	----- ppm	-----
6	Americana	3.366	0.304	2.540	0.667	0.326^{b}	504	320^{a}
	Lokon	3.382	0.303	2.578	0.703	0.307^{a}	478	358^{b}
	BNT 0.05 **LSD 0.05**	—	—	—	—	0.018	—	3.055
9	Americana	3.674	0.314	2.811	0.620^{a}	0.313^{a}	373	283
	Lokon	3.695	0.324	2.977	0.684^{b}	0.283^{b}	460	309
	BNT 0.05 **LSD 0.05**	—	—	—	0.045	0.019	—	—

Tabel 4. Serapan hara daun varietas Americana dan Lokon.
Table 4. Leaf nutrient uptake of Americana and Lokon.

Umur tanaman **Plant age** Minggu/**Weeks**	Varietas **Varieties**	Serapan hara daun **Leaf nutrient uptake**						
		N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn
		mg/tanaman **mg/plant**						
6	Americana	66.38	6.00	50.09	13.15	6.43	0.99	0.63
	Lokon	48.53	4.35	36.99	10.09	4.41	0.69	0.51
9	Americana	160.63	13.73	122.90	27.11	13.68	1.63	1.24
	Lokon	120.46	10.56	97.05	22.30	9.23	1.50	1.01

Tabel 3. Pengaruh varietas terhadap kandungan hara daun pada umur 6 dan 9 minggu.
Table 3. The effect of variety on the leaf nutrient concentrations at 6 and 9 weeks.

Umur tanaman **Plant age** Minggu/**Weeks**	Varietas **Varieties**	Kandungan hara daun **Leaf nutrient concentration**						
		N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn
		%					ppm	
6	Americana	3.366	0.304	2.540	0.667	0.326[b]	504	320[a]
	Lokon	3.382	0.303	2.578	0.703	0.307[a]	478	358[b]
	BNT 0.05 **LSD 0.05**	—	—	—	—	0.018	—	3.055
9	Americana	3.674	0.314	2.811	0.620[a]	0.313[a]	373	283
	Lokon	3.695	0.324	2.977	0.684[b]	0.283[b]	460	309
	BNT 0.05 **LSD 0.05**	—	—	—	0.045	0.019	—	—

Tabel 4. Serapan hara daun varietas Americana dan Lokon.
Table 4. Leaf nutrient uptake of Americana and Lokon.

Umur tanaman **Plant age** Minggu/**Weeks**	Varietas **Varieties**	Serapan hara daun **Leaf nutrient uptake**						
		N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn
		mg/tanaman **mg/plant**						
6	Americana	66.38	6.00	50.09	13.15	6.43	0.99	0.63
	Lokon	48.53	4.35	36.99	10.09	4.41	0.69	0.51
9	Americana	160.63	13.73	122.90	27.11	13.68	1.63	1.24
	Lokon	120.46	10.56	97.05	22.30	9.23	1.50	1.01

Kadar hara daun varietas Americana dan Lokon dalam, batas mencukupi, kecuali untuk N dan Fe serta Mn. Kadar N daun kurang cukup sedangkan Fe dan Mn berlebih. Menurut Small dan Ohlrogge (1973) kandungan hara daun yang mencukupi untuk pertumbuhan kedelai adalah: 4.26-5.50% N, 0.26-0.50% P, 1.71-2.50% K, 0.36-2.00% Ca, 0.26-1.00% Mg, 21-100 ppm Mn, dan 51-350 ppm Fe.

Kadar hara N daun dapat ditingkatkan dengan memberikan tambahan pemupukan. Pada percobaan ini kadar N daun terutama berasal dari aktifitas rhizobium. Banyaknya perakaran baru yang mulai terbentuk ± 2 minggu setelah irigasi akan semakin meningkatkan serapan N jika semakin banyak N tersedia di dalam tanah. Menurut Troedson *et al.* (1984) pemberian N setiap minggu dalam bentuk larutan NH_4NO_3 dapat meningkatkan produksi kedelai.

Nilai serapan hara daun varietas Americana lebih besar daripada Lokon (Tabel 4). Keadaan ini membuat pertumbuhan varietas Americana lebih baik, serta adanya ketahanan terhadap kerebahan menyebabkan jumlah polong isi, bobot 100 biji dan bobot biji kering tiap petak lebih besar daripada Lokon. Bobot biji kering varietas Americana tercapai 2.152 ton/ha dan varietas Lokon 1.282 ton/ha (Tabel 2).

Interaksi antara pemupukan fosfor dan varietas hanya mempengaruhi kandungan Mn daun pada umur 6 minggu. Pemupukan fosfor menurunkan kandungan Mn daun pada varietas Americana dan meningkatkan kandungan Mn daun pada varietas Lokon. Hal ini berarti pemupukan fosfor menurunkan tingkat keracunan Mn pada varietas Americana, dan meningkatkan keracunan Mn pada varietas Lokon.

KESIMPULAN

Tanaman kedelai kurang tanggap terhadap pemupukan fosfor pada budidaya jenuh air, meskipun ketersediaan P dalam tanah sebelum penanaman tergolong rendah (2.00 ppm). Kelihatannya BJA membuat P tanah lebih tersedia bagi kedelai. Pemupukan fosfor mempengaruhi beberapa komponen vegetatif, tetapi tidak mempengaruhi komponen produksi dan produksinya.

Pertumbuhan bintil akar aktif pada budidaya jenuh air berlangsung lebih lama daripada budidaya biasa. Pada budidaya biasa pertumbuhan bintil akar aktif mencapai maksimum pada umur 6 minggu, sedangkan pada budidaya jenuh air masih tetap meningkat sampai umur 9 minggu.

Varietas Americana tumbuh lebih baik dan lebih tahan rebah daripada varietas Lokon pada budidaya jenuh air. Produksi varietas Americana tercapai 2.152 ton/ha, dan varietas Lokon 1.282 ton/ha. Bila dibandingkan dengan potensi produksi pada budidaya biasa, maka budidaya jenuh air belum meningkatkan produksi pada varietas Americana dan menurunkan produksi pada varietas Lokon. Hal ini disebabkan N daun varietas Americana tergolong