

EFEKTIVITAS PENEMPATAN DAN PENENTUAN TINGKAT EFISIENSI PUPUK P PADA TANAMAN KELAPA SAWIT MENGHASILKAN DENGAN ^{32}P

M. Lukman Fadli, Z. Poeloengan dan Elsy L. Sisworo¹

ABSTRAK

Sistem perakaran tanaman kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) mempunyai peranan penting terhadap serapan hara untuk mendukung pertumbuhan vegetatif dan produksi tanaman. Tingkat efisiensi pupuk P – SP36 yang ditempatkan 1,5 m dan 2,5 m dari pangkal pohon ditentukan menggunakan ^{32}P – TSP. Tingkat efisiensi serapan hara tanaman dari pupuk yang diberikan sangat tergantung pada pola penyebaran perakaran khususnya akar tersier dan kuarter. Efektivitas penempatan pupuk P dapat dilakukan dengan metode injeksi radio isotop (larutan $\text{KH}_2^{32}\text{PO}_4$) yang ditempatkan pada 20 lubang di sekeliling piringan tanaman kelapa sawit. Hasil percobaan menunjukkan bahwa 1) tingkat efisiensi pupuk P – SP36 yang ditempatkan 1,5 m lebih tinggi dibandingkan dengan yang ditempatkan 2,5 m dari pangkal pohon, 2) Pertambahan dosis pupuk SP36 dari 0,75 kg ke 2,25 kg SP36 per pohon akan mengurangi tingkat efisiensi pemupukan P baik pupuk yang ditempatkan 1,5 m maupun 2,5 m dari pangkal pohon, 3) kandungan ^{32}P pada daun pelepah ke-9 lebih tinggi dibandingkan pada daun pelepah ke-17, dan 4) kandungan P daun dari tanaman yang dipupuk ^{32}P pada jarak 1,5 m dengan kedalaman 5 cm lebih tinggi secara nyata dibandingkan tanaman yang dipupuk ^{32}P pada jarak 2,5 m dengan kedalaman 15 cm. Hasil percobaan tersebut menggambarkan bahwa sistem perakaran tanaman kelapa sawit menghasilkan khususnya akar tersier dan kuarter sebagian besar tersebar di sekeliling pohon dengan radius 1,5 m dari pangkal pohon.

Kata kunci: kelapa sawit, akar aktif, efektivitas, efisiensi, fosfor, isotop

PENDAHULUAN

Perkebunan kelapa sawit di Indonesia umumnya diusahakan pada lahan Ultisol dan Oxisol (1). Tanah demikian umumnya mempunyai unsur hara N dan P yang rendah, sehingga untuk memperoleh produksi kelapa sawit yang memadai dibutuhkan masukan unsur hara melalui pemupukan.

Biaya pemupukan pada kelapa sawit tergolong tinggi, berkisar 40-60 % dari biaya pemeliharaan (2,3). Pupuk yang

diaplikasikan diharapkan dapat digunakan seefisien mungkin oleh tanaman. Untuk hal tersebut diperlukan upaya tertentu guna meningkatkan efisien pupuk pada kelapa sawit. Upaya tersebut adalah tepat jenis, dosis, waktu, dan cara. Cara penempatan pupuk yang tepat erat hubungannya dengan tempat perakaran aktif. Jika pupuk ditempatkan pada tempat-tempat tersebut maka akar akan mampu menyerap dengan baik unsur hara dari pupuk.

¹ Staff Peneliti Badan Tenaga Atom Nasional (Batan)

Pupuk yang diberikan pada tanaman kelapa sawit cukup besar yaitu berkisar 6,5-7,5 kg per pohon tiap tahun yang terdiri dari pupuk urea, Rp. MOP, kiserit. Pelaksanaan pemberian pupuk pada tanaman kelapa sawit umumnya bervariasi dan pemberian pupuk cara menyebar (*broadcast*) adalah cara yang paling umum digunakan. Jika pupuk yang jumlahnya cukup besar tersebut diberikan pada tempat yang tidak tepat, maka tidak banyak unsur hara yang diserap oleh tanaman sehingga kerugian kehilangan pupuk akan cukup besar dan produksi tanaman menurun.

Efektivitas pemupukan yang tinggi tercapai jika unsur hara yang tersedia dari pupuk dapat diserap akar pupuk tanaman sebanyak mungkin. Penempatan pupuk yang tepat di sekitar akar aktif (*feeding root*) kuartal dan tersier tanaman kelapa sawit memungkinkan penyerapan hara yang baik (2). Penelitian tentang sistem perakaran di Ivory Coast dan Malaysia menunjukkan bahwa *feeding root* tanaman kelapa sawit pada umur 2 tahun menyebar sampai sejauh 2 m dari pohon, pada umur 4 tahun sejauh 4,5 m, dan pada umur 6 tahun ke atas menyebar merata di areal tanaman (3). Secara gradual, makin jauh perakaran terhadap pohon akan makin sedikit perakaran yang dijumpai. Menurut Tailliez (9) konsentrasi *feeding root* di gawangan yang terdapat tumpukan pelepah hasil penunasan lebih tinggi dibandingkan tempat lainnya di sekitar tanaman kelapa sawit.

Pada tanaman kelapa sawit berumur 11 tahun, serapan P oleh akar tanaman jika pupuk P diberikan di luar piringan akan lebih banyak dibandingkan jika pupuk P diberikan di dalam piringan (91). Pada tanaman muda, pemberian pupuk P cara benam tidak menunjukkan perbedaan pengaruh yang nyata diantara perlakuan penempatan pupuk (5,7).

Foster (2) menganjurkan agar cara pemberian pupuk yang optimal pada tanaman kelapa sawit dewasa dibedakan berdasarkan jenis pupuk dan jenis tanah. Pada tanah yang mengandung sesquioksida bebas yang tinggi maka P tersedia dari pupuk akan tinggi jika pupuk diberikan dalam jumlah banyak dengan penyebaran di daerah yang sempit.

Berdasarkan kenyataan tersebut bahwa masih beragamnya hasil penelitian tentang cara pemupukan yang tinggi untuk mencapai efektivitas pemupukan maka kajian penempatan pupuk P pada tanaman kelapa sawit dengan metode suntik isotop ³²P diharapkan memberikan kontribusi informasi yang lebih baik. Dalam makalah ini dipaparkan penggunaan TSP bertanda ³²P untuk mengukur efisiensi P-SP36 yang diletakkan pada jarak 1,5 m dan 2,5 m dari batang.

BAHAN DAN METODE

Dua seri percobaan telah dilaksanakan pada tanaman kelapa sawit DP berumur 8 tahun yang ditanam dengan pola segitiga sama sisi berukuran 9,42 m x 9,42 m di kebun Sungai Pancur. Percobaan pertama menggunakan rancangan acak kelompok dengan 2 faktor yaitu jarak aplikasi pemupukan (1,5 m dan 2,5 m dari pangkal pohon), dan kedalaman penempatan pupuk dari permukaan tanah (5 cm dan 15 cm) dengan 3 ulangan. Percobaan kedua dilakukan dengan 2 faktor yaitu dosis pupuk SP36 dan penempatan pupuk (Tabel 1).

³²TSP atau senyawa ³²P yang digunakan pada percobaan pertama adalah larutan bebas ion $\text{KH}_2^{32}\text{PO}_4$ dengan total aktivitas 343 mCi. Sebanyak 20 lobang yang terletak sesuai dengan jarak dan ke-

dalam perlakuan masing-masing diberi 5 ml dengan aktivitas 24,5 mCi dengan cara disuntikan ke dalam tanah pada jarak dan kedalaman tertentu. Pada percobaan kedua digunakan 20 g senyawa ^{32}P -TSP per pohon yang setara dengan 4 g P beraktivitas 2,74 mCi per g TSP

Parameter yang diamati adalah kandungan ^{32}P daun ke-9 dan ke-17 yang dinyatakan dalam disintegrasi per menit (dpm) per gram contoh. Masing-masing pelepah daun ke-9 dan ke-17 tersebut dibagi 3 bagian dan beberapa anak daun tiap bagian pelepah tersebut diambil sebagai contoh daun bagian atas, tengah, dan bawah. Contoh daun diambil juga dari pohon sebelahnya yang tidak diberi perlakuan tanpa dibagi tiga untuk ditentukan kandungan ^{32}P yang menggambarkan pengaruh pupuk terhadap pohon di sebelahnya. Pada percobaan kedua, total P dan persentase ^{32}P - TSP berguna untuk menentukan tingkat efisiensi pemupukan P - SP36. Contoh daun diambil pada 4 minggu setelah perlakuan dan selanjutnya dilakukan analisis ^{32}P menurut metode standar (6).

Tabel 1. Perlakuan pemupukan pada tanaman kelapa sawit

No.	Dosis pupuk	Penempatan pupuk
1	0 SP-36 + 20 g ^{32}P -TSP	1,5 m dari pangkal
2	0 SP-36 + 20 g ^{32}P -TSP	2,5 m dari pangkal
3	0,75 kg SP-36 + 20 g ^{32}P -TSP	1,5 m dari pangkal
4	1,50 kg SP-36 + 20 g ^{32}P -TSP	1,5 m dari pangkal
5	2,25 kg SP-36 + 20 g ^{32}P -TSP	1,5 m dari pangkal
6	0,75 kg SP-36 + 20 g ^{32}P -TSP	2,5 m dari pangkal
7	1,50 kg SP-36 + 20 g ^{32}P -TSP	2,5 m dari pangkal
8	2,25 kg SP-36 + 20 g ^{32}P -TSP	2,5 m dari pangkal

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penempatan Fosfor

Setelah 4 minggu ^{32}P disuntikan ke dalam tanah, ^{32}P yang masuk ke dalam daun ke-9 kelapa sawit lebih tinggi dibandingkan yang masuk ke dalam daun ke-17 baik yang ada di posisi daun pelepah bagian atas, tengah, maupun bawah untuk perlakuan jarak penempatan maupun kedalaman penempatan pupuk (Tabel 2). Perbedaan kandungan ^{32}P tersebut erat kaitannya dengan aktivitas metabolime tanaman. Turner dan Gillbanks (10) melaporkan bahwa tanaman muda mempunyai aktivitas metabolisme tanaman seperti fotosintesis tanaman yang lebih tinggi dibandingkan tanaman tua. Untuk mendukung kegiatan metabolisme tersebut sebagian besar serapan hara akan didistribusikan ke daun muda.

Aplikasi suntikan ^{32}P dengan jarak 1,5 meter dari pohon berpengaruh nyata terhadap kandungan ^{32}P pada daun ke-9 dibandingkan aplikasi ^{32}P dengan jarak 2,5 meter. Rerata kandungan ^{32}P dalam daun pada perlakuan jarak pemberian ^{32}P 1,5 meter dan 2,5 meter dari pohon berturut-turut 349 dpm dan 244 dpm (Tabel 2 dan Gambar 1). Data tersebut menunjukkan bahwa akar aktif tanaman di sekitar 1,5 meter dari pohon lebih banyak dan efektif terhadap kemampuan serapan hara P setelah 4 minggu diaplikasikan ^{32}P . Sementara itu, kandungan ^{32}P di dalam daun ke-9 untuk posisi atas, tengah, dan bawah pelepah tergolong sama dan tidak dipengaruhi oleh perlakuan kedalaman pemupukan baik 5 cm maupun 15 cm.

Tabel 2. Kandungan hara daun dalam dpm (disintegrasi per menit) per gram contoh

Perlakuan	Daun no.9						Daun no.17					
	I	II	III	Ro.	Rerata		I	II	III	Ro.	Rerata	
A	a-1	490	355	375	406	A= 316	530	300	370	367	A= 295	
	-2	610	240	155	335	T= 298	435	160	215	270	T= 228	
						B= 275					B= 244	
	b-1	340	315	290	315		483	205	290	326		
	-2	165	210	255	210	a= 349	180	218	255	217	a= 265	
						b= 244					b= 247	
T	a-1	280	650	285	405		355	285	215	285		
	-2	460	295	190	315	1= 332	260	215	135	263	1= 292	
						2= 261					2= 229	
	b-1	410	140	240	263		295	210	260	255		
	-2	155	175	300	210		125	165	215	168		
B	a-1	305	330	320	318		170	330	220	240		
	-2	490	225	225	313		305	225	140	223		
	b-1	360	275	220	285		340	275	215	277		
	-2	145	170	235	183		260	238	215	237		
F hit												
Ulangan					2,147						5,264	
Posisi daun	(L)				0,399						2,706	
Jarak	(J)				7,486*						0,527	
Kedalaman	(K)				3,470						8,468*	
Interaksi	L/J				0,102						0,800	
	L/K				0,077						0,840	
	J/K				0,166						0,066	
	L/J/K				0,254						0,010	
KV(%)					38,60						28,81	
T calc. D-9 Vs D-17				0,797								

* : Berbeda nyata pada P<5%

A : Bagian atas pelepah

a = jarak 1,5 m

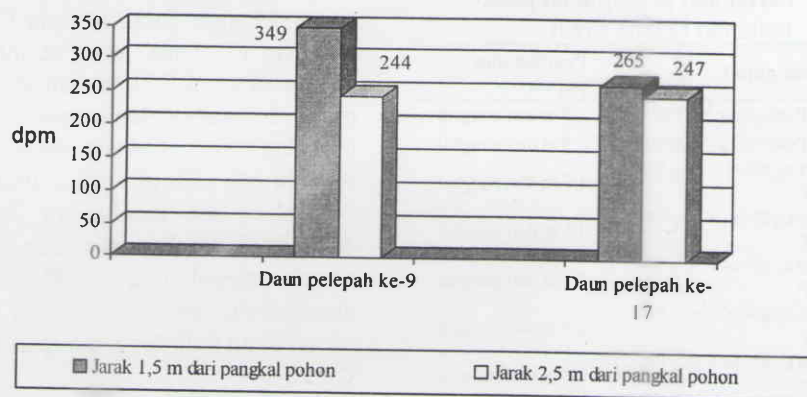
1 : Kedalaman 5 cm

T : Bagian tengah pelepah

b = Jarak 2,5 m

2 : Kedalaman 15 cm

B : Bagian bawah pelepah

Gambar 1. Rerata kandungan ^{32}P dalam daun pelepah ke-9 dan ke-17 berdasarkan jarak penempatan pupuk dari pangkal pohon

Kandungan ^{32}P dalam daun ke-17 lebih tinggi pada aplikasi dengan kedalaman 5 cm dibanding dengan kedalaman 15 cm. Rerata kandungan ^{32}P dalam daun ke-17 dengan aplikasi pupuk pada kedalaman 5 cm dan 15 cm berturut-turut 292 dpm dan 229 dpm. Berdasarkan data kandungan ^{32}P tersebut diduga bahwa posisi akar tersier maupun kuarter pada tanaman kelapa sawit berumur sekitar 8 tahun umumnya paling banyak berada pada kedalaman < 5 cm dari permukaan tanah. Pemberian pupuk cara sebar di piringan berdiameter 2,4 meter yang dilakukan secara rutin tiap semester diduga merangsang perkembangan akar ke arah permukaan untuk mendapatkan hara tersebut.

Intersepsi akar ke arah sumber hara merupakan salah satu cara tanaman memperoleh hara yang dibutuhkan dalam tanah untuk mempertahankan hidupnya (4).

Hasil analisis daun untuk pohon tetangga (*border tree*) dilakukan untuk mengetahui besarnya pengaruh pemberian pupuk pada pohon perlakuan yang berjarak 9,42 meter (Tabel 3). Kandungan ^{32}P dalam daun ke-9 dan daun ke-17 pada pohon perlakuan secara konsisten lebih tinggi dibandingkan kandungan ^{32}P untuk daun yang sama pada pohon tetangga (Tabel 2 dan 3). Pada pohon tetangga, kandungan ^{32}P dalam daun ke-9 lebih tinggi dibandingkan kandungan ^{32}P dalam daun ke-17 (Gambar 2).

Tabel 3. Kandungan hara P daun tanaman tetangga (dpm per g sampel).

Perlakuan	I	II	III	IV	V	VI	Ro.	
Pelepah no. 9								
a-1	170	175	140	185	165	190	170,8	a= 205
-2	160	200	325	285	210	255	239,2	b= 197
b-1	160	145	210	245	185	185	188,3	1= 180
-2	260	205	165	130	275	200	205,8	2= 222
Rerata							201,0	
Pelepah no- 17								
a-1	245	260	100	185	165	150	184,2	a= 176
-2	120	140	95	175	240	235	167,2	b= 185
b-1	300	205	220	180	140	205	208,3	1= 196
-2	185	155	170	125	155	180	161,7	2= 165
F hit.								
Ulangan		0,220						
Pelepah (P)		1,959						
Jarak (J)		0,002						
Kedalaman (K)		0,146						
Interaksi P/J		0,336						
P/K		6,402 *						
J/K		1,880						
P/J/K		0,125						
KV (%)		26,76						

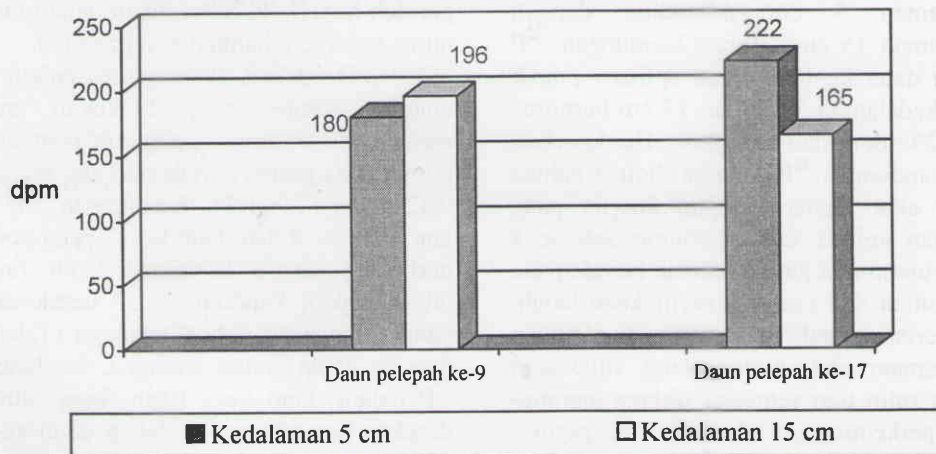
* : Berbeda nyata pada $P < 5\%$

a = Jarak 1,5 m

b = Jarak 2,5 m

1 : Kedalaman 5 cm

2 : Kedalaman 15 cm



Gambar 2. Rerata kandungan ^{32}P dalam daun pelepah ke-9 dan ke-17 pohon tetangga berdasarkan kedalaman penempatan pupuk

Aktivitas metabolisme yang tinggi dalam jaringan daun muda (daun ke-9) menyebabkan kandungan hara P yang lebih tinggi dibandingkan jaringan tua (daun ke-17). Berdasarkan Tabel 2, dapat diketahui bahwa pada tanaman kelapa sawit berumur 8 tahun telah memiliki jalinan perakaran mencapai paling sedikit sampai batas piringan pohon di sebelahnya. Dengan demikian pemberian pupuk di satu pohon akan memberikan kontribusi hara untuk pohon yang ada di sampingnya.

Efisiensi aplikasi pupuk fosfor

Tanaman kelapa sawit memperoleh hampir 99% P-tanah untuk perlakuan tanpa aplikasi pupuk SP36 (Table 4). Hara P_2O_5 yang diserap tanaman kelapa sawit berasal dari P-tersedia dalam tanah sebagai sumber P. Pada perlakuan aplikasi pupuk SP-36, tanaman kelapa sawit menyerap hara P_2O_5 tersebut baik yang berasal dari pupuk SP36

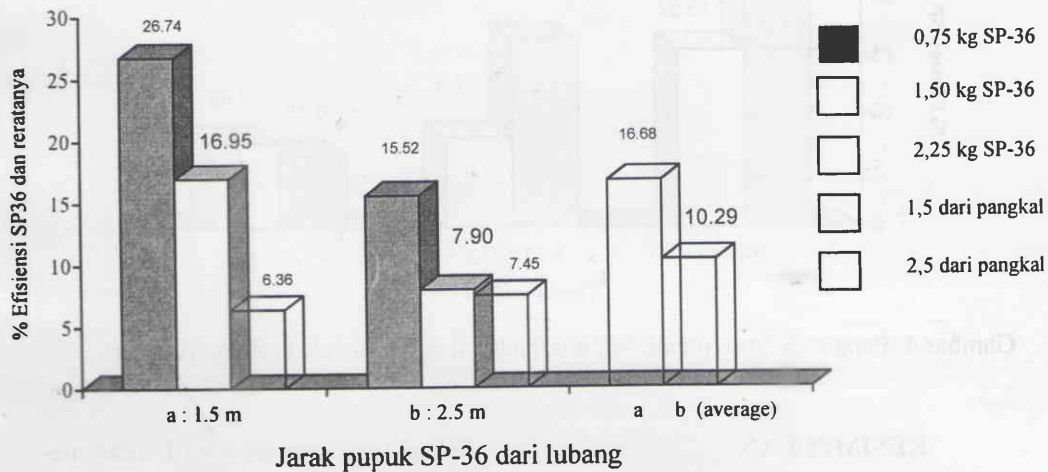
maupun P-tanah meskipun hara P_2O_5 (berat maupun persentase) yang diserap dari pupuk SP36 lebih rendah dibandingkan yang diserap dari P-tanah.

Berdasarkan penempatan aplikasi pupuk P di piringan pohon, tanaman kelapa sawit memperoleh hara P – SP36- yang ditempatkan pada jarak 1,5 m lebih tinggi dibandingkan yang ditempatkan pada jarak 2,5 m dari pangkal pohon (Gambar 3). Tingkat efisiensi rerata aplikasi pupuk SP36 pada jarak 1,5 m dan 2,5 m dari pangkal pohon berturut-turut 16,68 % and 10,29 %. Sejalan dengan percobaan pertama terlihat bahwa jumlah akar aktif (*feeding root*) pada jarak 1,5 m lebih banyak dibandingkan pada jarak 2,5 m dari pangkal pohon (7).

Selanjutnya untuk mengetahui tingkat efisiensi pupuk SP36 menurut dosis disajikan pada Tabel 4 dan Gambar 4. Serapan hara P akan meningkat sejalan dengan pertambahan dosis pupuk SP36 baik pada

jarak radius 1,5 m maupun 2,5 m dari pangkal pohon. Sebaliknya tingkat efisiensi pemupukan P-SP36 akan berkurang sejalan dengan pengurangan dosis pupuk SP36 (Gambar 4). Sebagai contoh, aplikasi

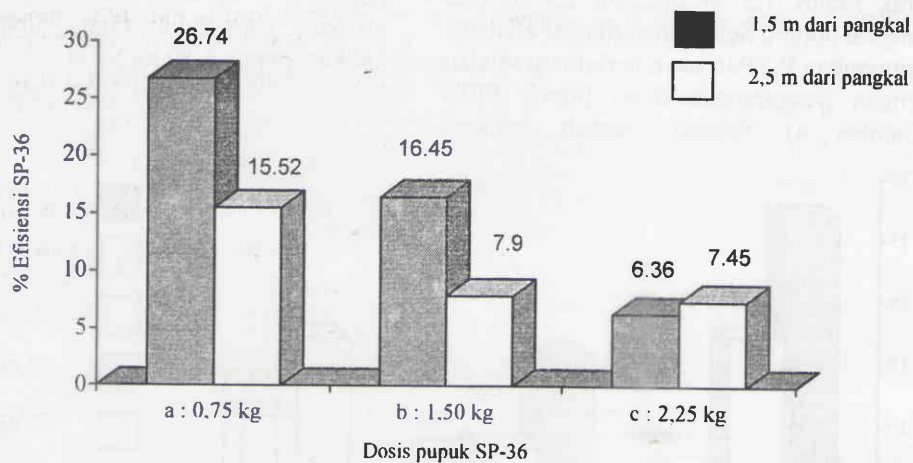
pupuk 0,75 kg SP36 mempunyai tingkat efisiensi yang lebih tinggi dibandingkan aplikasi pupuk 1,50 kg SP36.



Gambar 3. Pengaruh penempatan pupuk SP-36 terhadap tingkat efisiensi dan nilai reratanya .

Tabel 4. Serapan ^{32}P -TSP, P-tanah, P-SP36, dan efisiensi pupuk P-SP36 pada tanaman kelapa sawit

Perlakuan	^{32}P -TSP	P-tanah	P-SP36	Efisiensi SP36
1	0,2484 g 0,37 %	67,2861 g 99,63 %	-	-
2	0,2875 g 0,36 %	78,8774 g 99,64 %	-	-
3	0,1564 g 0,21 %	44,5298 g 56,98 %	31,0498 g 42,81 %	26,74 %
4	0,1451 g 0,18 %	41,8767 g 52,04 %	39,3603 g 47,81 %	16,95 %
5	0,1564 g 0,23 %	44,8602 g 66,79 %	22,1526 g 32,98 %	6,36 %
6	0,1894 g 0,25 %	55,0483 g 75,15 %	18,0161 g 24,60 %	15,52 %
7	0,1860 g 0,26 %	53,4076 g 74,23 %	18,3580 g 25,51 %	7,90 %
8	0,2101 g 0,24 %	57,9896 g 68,92 %	25,9516 g 30,84 %	7,45 %



Gambar 4. Pengaruh dosis pupuk SP36 terhadap tingkat efisiensi pemupukannya.

KESIMPULAN

Perkembangan akar tanaman kelapa sawit berumur 8 tahun saling menjalin hingga mencapai piringan pohon antara satu dengan pohon lainnya. Pupuk yang diberikan pada satu pohon akan diserap oleh tanaman kelapa sawit di sampingnya. Serapan hara ^{32}P dari pupuk SP36 yang diberikan pada kedalaman 5 cm dan jarak 1,5 m dari pangkal pohon lebih efektif dibandingkan dengan pupuk SP36 yang diberikan pada kedalaman 15 cm dan jarak 2,5 m dari pangkal pohon. Perkembangan akar aktif pada piringan pohon berjarak 1,5 m dari pangkal pohon lebih banyak (rapat) dan efektif dibandingkan perkembangan akar aktif pada piringan pohon berjarak 2,5 m dari pangkal pohon. Pemberian pupuk secara terus menerus di piringan, sejak tanaman belum menghasilkan sampai tanaman menghasilkan menciptakan perkembangan akar aktif yang paling banyak di dalam piringan karena kemampuan intersepsi akar mengejar hara di permukaan tanah piringan.

Selanjutnya serapan hara P akan meningkat sejalan dengan pertambahan dosis pupuk SP36 baik pada jarak radius 1,5 m maupun 2,5 m dari pangkal pohon. Pernyataan tersebut menunjukkan bahwa tingkat efisiensi pupuk SP36 pada jarak radius 1,5 m lebih tinggi dibandingkan P-SP36 yang diaplikasikan 2,5 m dari pangkal pohon. Sebaliknya tingkat efisiensi pemupukan P - SP36 akan berkurang sejalan dengan pengurangan dosis pupuk SP36.

DAFTAR PUSTAKA

1. BROESHART, H. 1959. The application of radio isotopic techniques to fertilizer placement studies in oil palm cultivations. *Neth. J. Agric. Sci.*, 7:95-109.
2. FADLI, M.L., K. MARTOYO, and E.L. SISWORO. 1998. The effectivity of phosphorus placement on mature oil palm by using radio isotope of ^{32}P injection. *Jurnal Penelitian Kelapa Sawit* 6(3): 191-201.
3. FOSTER, H.L. 1976. Factors affecting fertilizer recovery, and some aspects of tissue analysis. In Corley, R.H.V., J.J. Hardon, and B.J. Wood (eds). *Oil palm Research Elsevier Scientific Publishing Comp.* pp215-233.

4. GRAY, B.S. 1969. A study of the influence of genetic, agronomic and environmental factors on the growth, flowering and bunch production of the oil palm on the west coast of Malaysia.
5. HARDJOWIGENO, S. 1995. Tanah. Jurusan Tanah. Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
6. HEW, C.K., and TAM, T.K. 1971. Agronomic annual report for 1970. Harrison and Crosfield Oil Palm Research Station, Banting, Malaysia, 174 p.
7. L'ANNUNZIATA, F.M. 1979. Radiotracers in agricultural chemistry. Academic Press.
8. OLLAGNIER, M., R. OCHS, and G. MARTIN. 1970. The manuring the oil palm in the world. *Fertilite*, 36:3-63.
9. TAILLIEZ, B. 1971. The root system of the oil palm on the San Alberto plantation in Columbia. *Oleagineux*, 26:435-447.
10. TURNER P.D., and R.A. GILLBANKS. 1987. Oil palm cultivation and management. pp301-305

P-fertilizer placement effectivity and determination of P-fertilizer efficiency on mature oil palm by using ^{32}P

M. Lukman Fadli, Z. Poeloengan, and Elsy L. Sisworo

Abstract

Oil palm (Elaeis guineensis Jacq) roots have very important roles on nutrient uptake to support plant growth and development. The P-efficiency of SP-36 fertilizer placed at 1.5 m and 2.5 m distance from the oil palm bole was determined by ^{32}P -TSP. The effectivity of nutrient uptake from fertilization depend mostly on roots distribution pattern, especially tertiary and quaternary roots. The effectivity of P placement was determined by injection method of radiotracer ($\text{KH}_2^{32}\text{PO}_4$ solution) on 20 hole around weeded area of mature oil palm. The results showed that 1) P-efficiency of SP-36 was higher when it was placed at 1.5 m distance from the bole compared to when it was placed at a 2.5 m distance, 2) Increasing the rate of SP36 from 0.75 kg SP36 to 2.25 kg SP36 per palm decreased the P efficiency either when placement of SP36 was at 1.5 m or 2.5 m from the bole, 3) ^{32}P content on young plant leaf (leaf no. 9) was higher than that of old plant leaf (leaf no. 17), and 4) Leaf of the plant applied by ^{32}P at 1.5 m distance and 5 cm depth contained significantly higher P than those applied by ^{32}P at 2.5 m distance and 15 cm depth. This result indicated that mature oil palm roots, especially tertiary and quaternary roots were distributed mostly on the radius 1.5 m from the bole.

Key words: oil palm, active roots, effectivity, efficiency, phosphorus, radiotracer

Introduction

Oil palm plantation in Indonesia generally was planted in Ultisol and Oxisol which low contain of N and P. These soils required nutrient input as fertilizer to reach the high production. Fertilizer cost for oil palm was very high about 40-60 % of maintenance cost. Oil palm required large amount of fertilizers, about 6.5-7.5 kg/tree/yr especially urea, Rock Phosphate (RP), Muriate of Potassium (MOP), and kieserite. The most common method of fertilizer application is broadcast. Unappropriate fertilizer application, especially place of application will result in significant loss because oil palm might not be able to uptake fertilizer applied. An effective fertilization and its efficiency can be obtained if fertilizers are applied precisely around feeding roots of oil palm that will enable oil palm roots to absorb nutrients (2). Oil palm roots develop as oil palm age increases.

Study on oil palm roots distribution in Ivory Coast and Malaysia showed that two years after planting, the feeding roots of the oil palm spreaded out up to two meters from the bole. Those roots distribution reach 4.5 m and all over the plantation when oil palm age reaches 4 and 6 yr respectively (3). In general, roots distribution decreases gradually as distance from the oil palm bole increases (3). On the contrary, Tailliez (9) reported that feeding roots are concentrated more in interrow than those on other areas. As a result, phosphorus uptake of 11 year oil palm is when phosphorus applied on interrow or outside of weeded area is more than when phosphorus applied in weeded area (1).

On young oil palm, the fertilizer application by using buried method did not show an increase on P uptake significantly

compared to broadcast method. In addition, different fertilizer placements did not show significant effect on mature palm productivity (5 and 8). In this case, in order to get optimum result, Foster (2) suggested that method of fertilizer application on mature palm should be based on the type of fertilizer and soils. For example, the availability of phosphorus will increase if phosphorus fertilizer on soil having high amount of free sesquioxide is applied in high amount on narrow band of soil.

High variability on root distribution and its interpretation, especially in term of fertilization shows that several factors should be considered on the study of nutrient uptake. One method used to study nutrient uptake accurately including its efficiency is radiotracer method. Two series research using ^{32}P are conducted to study the effectivity and to determine the efficiency of fertilizer placement on phosphorus uptake on oil palm plantation by radiotracer of ^{32}P .

Materials and Methods

Two series experiments were conducted on 8 year old of DP planted with 9.42 triangle pattern in Sungai Pancur estate. First experiment was arranged by using randomized complete design with 2 factors (fertilizer application distance of 1.5 m and 2.5 m from the bole, and fertilizer placement of 5 cm and 15 cm depth) with 3 replications. The second experiment with 2 factors i.e. dosage of SP-36 and fertilizer placement (Table 1).

^{32}TSP or ^{32}P compound used in the first experiment was $\text{KH}_2^{32}\text{PO}_4$ solution with no ion, which has total activity of 343 mCi. Five ml of 24.5 mCi total activity was injected into the soil with certain distance and depth. The second experiment

Tabel 1. Fertilizer treatments on oil palm mature

No.	Dosage	Fertilizer Placement
1	0 SP-36 + 20 g ^{32}P -TSP	1.5 m from the bole
2	0 SP-36 + 20 g ^{32}P -TSP	2.5 m from the bole
3	0,75 kg SP-36 + 20 g ^{32}P -TSP	1.5 m from the bole
4	1,50 kg SP-36 + 20 g ^{32}P -TSP	1.5 m from the bole
5	2,25 kg SP-36 + 20 g ^{32}P -TSP	1.5 m from the bole
6	0,75 kg SP-36 + 20 g ^{32}P -TSP	2.5 m from the bole
7	1,50 kg SP-36 + 20 g ^{32}P -TSP	2.5 m from the bole
8	2,25 kg SP-36 + 20 g ^{32}P -TSP	2.5 m from the bole

used 20 g compound of ^{32}P -TSP/palm that equivalent to 4 g P with 2.74Ci/g TSP type activity. Parameters used were ^{32}P content on leaf 9 and 17 which would be presented as desintegration per minute (dpm) per g of sample. Each leaves number 9 and 17 was divided into 3 parts. The leaflets from each part, i.e. top, middle, and bottom were collected (leaf analysis) 4 weeks after treatment for the first experiment and 3 months after treatment for the second experiment.

As comparison, leaf sampling also was conducted for neighboring palm that did not receive treatment. ^{32}P content of this palm indicates how far fertilization affect another palm in the first experiment. P-total and ^{32}P -TSP percentage were used to determine P efficiency of SP-36 for the second experiment. ^{32}P analysis was based on standard method as reported by L'annunziata (6).

Results and Discussions

Phosphorus Placement

Four weeks after ^{32}P injection to the soil, leaf no. 9 contained higher ^{32}P than

that of leaf no. 17 for all treatments and leaf positions (Table 2). It was suspected that these differences related to plant metabolism activity. Young leaf has higher metabolism activity such as plant photosynthesis as reported by Turner dan Gillbanks (10). To support this activity, most of the nutrient uptake will be distributed to the young leaf.

^{32}P injection application on the radius 1.5 m from the bole significantly affect the ^{32}P content of leaf no. 9 compared to ^{32}P injection application on the radius 2.5 m. The average of ^{32}P content on 1.5 m and 2.5 m distance application from the bole are 349 dpm and 244 dpm respectively (Table 2 and Figure 1). The data indicated that feeding root at 1.5 m distance from the bole are higher than at distance 2.5 m from the bole. Meanwhile, ^{32}P content of leaf no. 9 for all position are not significantly affected by both 5 cm and 15 cm depth treatments.

^{32}P content on leaf no. 17 at 5 cm depth is higher than leaf no. 9 at 15 cm depth. The ^{32}P content on leaf no. 17 of 5 and 15 cm depth treatments are 292 dpm and 229 dpm, respectively. Based on the data, tertiary and quaternary roots position of 8 years old of oil palm at 5 cm depth were predicted more dense than 15 cm depth.

Broadcasting technique of fertilizer application on oil palm circle at the radius of 2,4 m that is continuously used each semester for 8 year stimulate the root development to soil surface to reach the nutrient of applied fertilizer. Root interception that directed to nutrient is one of plant technique to reach the nutrient resource mainly applied fertilizer to fullfil nutrient requirement and to survive (4).

To know the affect of ^{32}P on border tree at 9.42 cm distance, some leaf no. 9 and 17 samples were analysed in the same

Table 2. Phosphorus leaf content of fertilizer treated-palm reported as dpm per g sample

Treatment	Leaf no. 9						Leaf no. 17					
	I	II	III	Ro.	Average		I	II	III	Ro.	Average	
A	a-1	490	355	375	406	A= 316	530	300	370	367	A= 295	
	-2	610	240	155	335	T= 298	435	160	215	270	T= 228	
						B= 275					B= 244	
	b-1	340	315	290	315		483	205	290	326		
	-2	165	210	255	210	a= 349	180	218	255	217	a= 265	
						b= 244					b= 247	
T	a-1	280	650	285	405		355	285	215	285		
	-2	460	295	190	315	1= 332	260	215	135	263	1= 292	
						2= 261					2= 229	
	b-1	410	140	240	263		295	210	260	255		
	-2	155	175	300	210		125	165	215	168		
B	a-1	305	330	320	318		170	330	220	240		
	-2	490	225	225	313		305	225	140	223		
	b-1	360	275	220	285		340	275	215	277		
	-2	145	170	235	183		260	238	215	237		
F calc												
Replication					2,147						5,264	
Leaf position	(L)				0,399						2,706	
Distance	(J)				7,486*						0,527	
Depth	(K)				3,470						8,468*	
Interaction	L/J				0,102						0,800	
	L/K				0,077						0,840	
	J/K				0,166						0,066	
	L/J/K				0,254						0,010	
KV(%)					38,60						28,81	
T calc. D-9 Vs D-17					0,797							

* : Significant difference at P<5%

A : top of leaf

T : middle of leaf

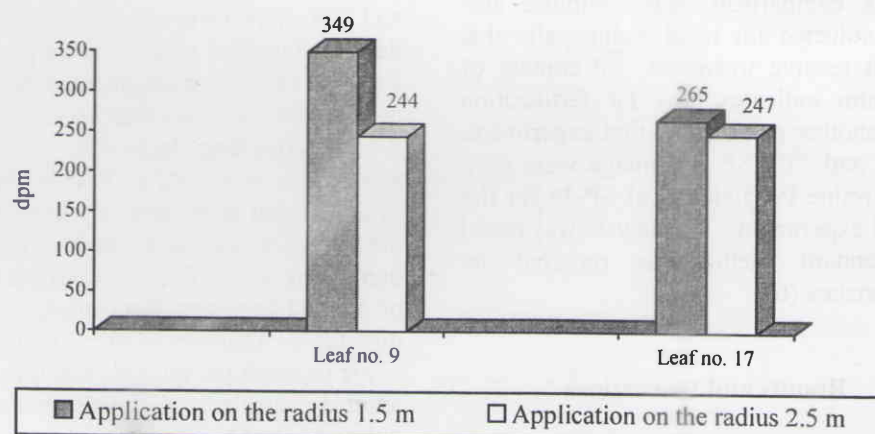
B : bottom of leaf

a = 1.5 m distance

b = 2.5 m distance

1 : 5 cm depth

2 : 15 cm depth

Figure 1. The average of ³²P content of leaf no. 9 and no. 17 based on injection application on the radius 2.5 m

time of treated oil palm. Leaf no. 9 and 17 of border tree consistently contained ^{32}P higher than treated oil palm (Table 2 and 3). The leaf no 9 contained ^{32}P

higher than leaf no. 17 of border tree due to high metabolism activity in young leaf (Figure 2). Data on table 2 showed that root development of oil palm with 8 year

Table 3. Phosphorus leaf content of border palm reported as dpm per g sample

Treatment	I	II	III	IV	V	VI	Ro.	
Leaf no. 9								
a-1	170	175	140	185	165	190	170.8	a= 205
-2	160	200	325	285	210	255	239.2	b= 197
b-1	160	145	210	245	185	185	188.3	l= 180
-2	260	205	165	130	275	200	205.8	2= 222
Rerata							201.0	
Leaf no- 17								
a-1	245	260	100	185	165	150	184.2	a= 176
-2	120	140	95	175	240	235	167.2	b= 185
b-1	300	205	220	180	140	205	208.3	l= 196
-2	185	155	170	125	155	180	161.7	2= 165
F hit.								
Replication		0.220						
Leaf (P)		1.959						
Distance (J)		0.002						
Depth (K)		0.146						
Interaction P/J		0.336						
P/K		6.402 *						
J/K		1.880						
P/J/K		0.125						
KV (%)		26.76						

* : Significantly difference at $P < 5\%$

a = Distance 1.5 m 1 : Depth 5 cm
b = Distance 2.5 m 2 : Depth 15 cm

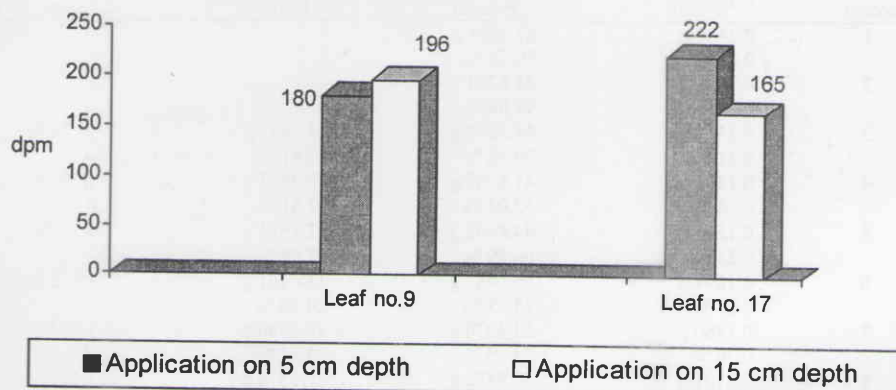


Figure 2. The average of ^{32}P content of leaf no. 9 and no. 17 based on injection application on 5 cm and 15 cm depth

old reaches another trees' circle. Fertilizer application on oil palm will contribute its fertilizer to border oil palm.

Efficiency of P-fertilizer Application

Oil palm absorb almost 99 % of P-soil for the treatment without SP36 application (Table 4). Nutrition of P_2O_5 absorbed by oil palm was from P-soil available as phosphorus resource. On SP-36 application treatment, oil palm absorbed the P_2O_5 nutrition either from SP-36 or from p-soil although its P_2O_5 contents (weight or percentage) absorbed from SP-36 was lower than from P-soil. Based on different placement of P-fertilizer on the circle weeded, oil palm utilized p nutrition of SP-36 placed on radius 1.5 m from the bole higher than SP-36 placed on radius 2.5 m from the bole (Figure 3). The average of SP-36 efficiency on 1.5 m and 2.5 m distance application from the bole are 16.68 % and 10.29 % respectively. This result was in line with first experiment that indicated the feeding root at 1.5 m distance

from the bole are higher than at distance 2.5 m from the bole (7).

Furthermore, to know the efficiency of SP-36 fertilizer according to the dosage levels, some research prospective data could be seen on Table 4 and Figure 4. The absorption of P nutrition increased in line with the increasing of SP-36 fertilizer dosage either on radius 1.5 m or 2.5 m from the bole. On the contrary, the efficiency of P-SP36 applied decreased gradually in line with increasing of SP-36 dosage (Figure 4). For example, fertilizer application of 0,75 kg SP-36 have higher % efficiency compared to fertilizer application of 1.50 kg SP-36.

Conclusions

At the age of 8 years, the oil palm root development was overlap among oil palm trees. Applied fertilizer will contribute the nutrient to the border oil palm.

Table 4. ^{32}P -TSP absorption, P-soil, P-SP36, and utilization efficiency of SP36 in oil palm

Perlakuan	^{32}P -TSP	P-tanah	P-SP36	Efisiensi SP36
1	0.2484 g 0.37 %	67.2861 g 99.63 %	-	-
2	0.2875 g 0.36 %	78.8774 g 99.64 %	-	-
3	0.1564 g 0.21 %	44.5298 g 56.98 %	31.0498 g 42.81 %	26.74 % -
4	0.1451 g 0.18 %	41.8767 g 52.04 %	39.3603 g 47.81 %	16.95 % -
5	0.1564 g 0.23 %	44.8602 g 66.79 %	22.1526 g 32.98 %	6.36 % -
6	0.1894 g 0.25 %	55.0483 g 75.15 %	18.0161 g 24.60 %	15.52 % -
7	0.1860 g 0.26 %	53.4076 g 74.23 %	18.3580 g 25.51 %	7.90 % -
8	0.2101 g 0.24 %	57.9896 g 68.92 %	25.9516 g 30.84 %	7.45 % -

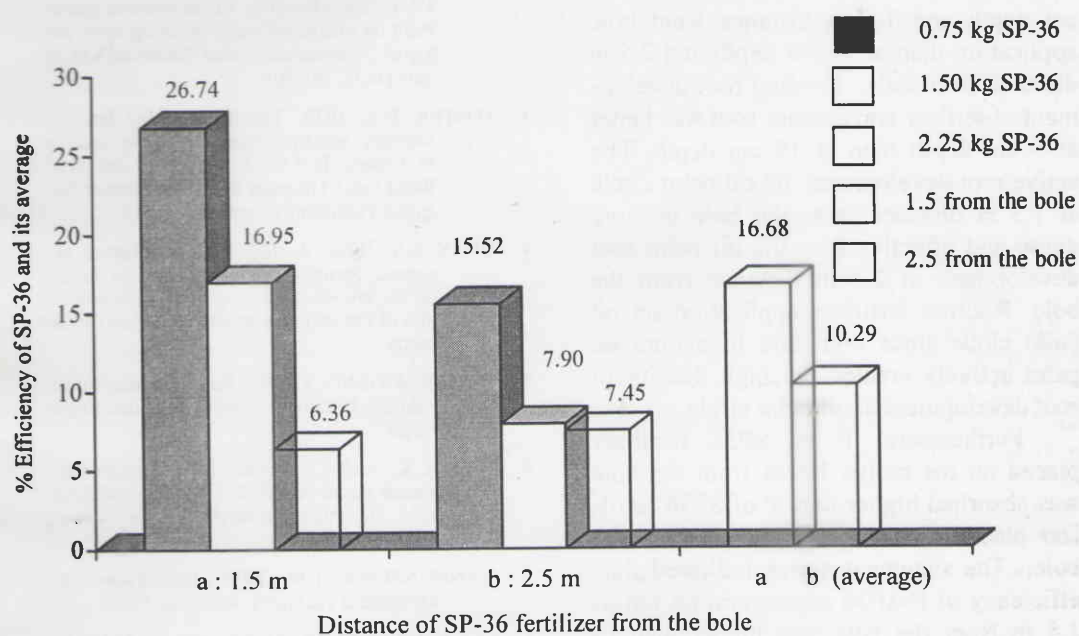


Figure 3. The effect of SP-36 application placement to the efficiency percentage and its average

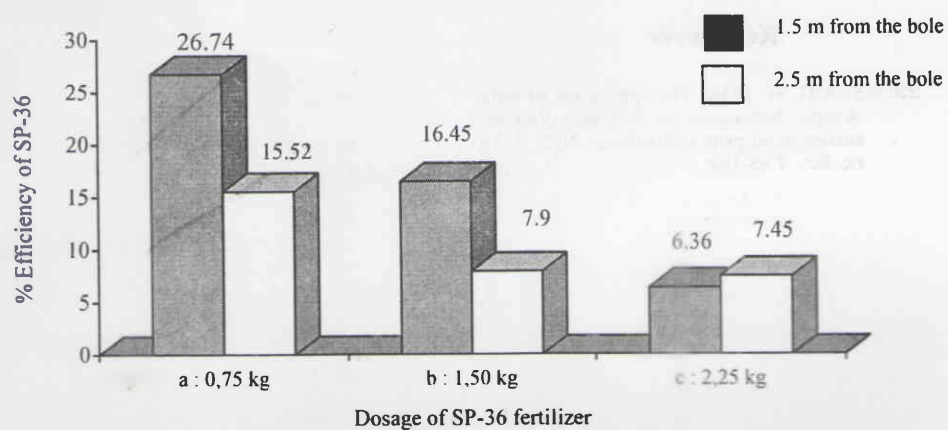


Figure 4. The effect of SP-36 fertilizer dosage to the efficiency percentage

Absorbtion of ^{32}P is more effective at 5 cm depth and 1.5 m distance from bole application than at 15 cm depth and 2.5 m distance from bole. Feeding root development of tertiary and quaternary root was better at 5 cm depth than at 15 cm depth. The active root development on oil palm circle at 1.5 m distance from the bole is more dense and effective than the oil palm root development at 2.5 m distance from the bole. Routine fertilizer application on oil palm circle since immature to mature oil palm actively created the high density of root development at oil palm circle.

Furthermore, P of SP36 fertilizer placed on the radius 1.5 m from the bole was absorbed higher than P of SP36 fertilizer placed on the radius 2.5 m from the bole. The statement above indicated that efficiency of P-SP36 application on radius 1.5 m from the bole was higher than P-SP36 application on the radius 2.5 m from the bole. Meanwhile, the efficiency of P-SP36 fertilizer will be gradually decreased in line with increasing its fertilizer dosage either on radius 1.5 m or 2.5 m from the bole.

References

1. BROESHART, H. 1959. The application of radio isotopic techniques to fertilizer placement studies in oil palm cultivations. *Neth. J. Agric. Sci.*, 7:95-109.
2. FADLI, M.L., K. MARTOYO, and E.L. SISWORO. 1998. The effectivity of phosphorus placement on mature oil palm by using radio isotope of ^{32}P injection. *Jurnal Penelitian Kelapa Sawit* 6(3): 191-201.
3. FOSTER, H.L. 1976. Factors affecting fertilizer recovery, and some aspects of tissue analysis. In Corley, R.H.V., J.J. Hardon, and B.J. Wood (eds) *Oil palm Research*. Elsevier Scientific Publishing Comp. pp215-233.
4. GRAY, B.S. 1969. A study of the influence of genetic, agronomic and environmental factors on the growth, flowering and bunch production of the oil palm on the west coast of Malaysia.
5. HARDJOWIGENO, S. 1995. Tanah. Jurusan Tanah. Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor.
6. HEW, C.K., and T.K. TAM, 1971. Agronomic annual report for 1970, Harrisons and Crossfield Oil Palm Research Station, Banting, Malaysia, 174 p.
7. L'ANNUNZIATA, F.M. 1979. Radiotracers in agricultural chemistry, Academic Press.
8. OLLAGNIER, M., R. OCHS, and G. MARTIN. 1970. The manuring the oil palm in the world. *Fertilite*, 36:3-63.
9. TAILLIEZ, B. 1971. The root system of the oil palm on the San Alberto plantation in Columbia. *Oleagineux*, 26:435-447.
10. TURNER, P.D., and R.A. GILLBANKS. 1987. Oil palm cultivation and management. p. 301-305.

ooOoo