

**RESPON EMPAT KLON HARAPAN UBIKAYU TERHADAP  
PUPUK ANORGANIK DI LAHAN KERING TANAH ALFISOL**

**THE RESPONSE OF FIVE PROMISING CASSAVA CLONES TO  
INORGANIC FERTILIZER IN UPLAND ALFISOL**

Anwar Ispandi dan Lawu Joko Santoso<sup>1</sup>

**ABSTRACT**

Four promising cassava clones had been evaluated in Alfisol upland in Gunungkidul, Yogyakarta from October 1997 up to August 2000 and in Malang East Java from October 1999 up to August 2000. The objective was to evaluate the adaptability and productivity of the clones grown in Alfisol upland and its response to N, P, K, and S fertilizers.

The 1997/1998 experiment used randomized complete block design with four replications. The treatments were five clones of cassava that managed with optimum inputs. The experiment in 1998/1999 laid in factorial randomized complete block design were replicated three times. There were twelve treatments of combinations of N, P, K and S fertilizer which applied to four promising clones (KTKN, OMM-90-2-66, OMM-90-3-76 and OMM-90-7-74) and a check variety ('Adira-1'). The experiment in 1999/2000 was arranged in factorial randomized complete block design with three replications. The treatments consist of five cassava clones and three dosages of ZA fertilizer (0, 50 and 100 kg ZA/ha). Plants were planted in double row system with plant spacing of (50, 160) cm x 100 cm. All plants were fertilized with 90 kg N/ha (from Urea and ZA) + 100 kg SP36/ha + 100 kg KCl/ha.

The results showed that clone OMM-90-7-74 was consistently produced high tuber's yield in Alfisol upland, and therefore this clone is considered adaptive as in Alfisol upland. Tuber's yield of OMM-90-7-74 was 68% higher than 'Adira-1' and prospective for substituting it. Tuber yields of OMM-90-3-76 and KTKN were lower than clone OMM-90-7-74 but were higher than 'Adira-1'. Clone OMM-90-7-74, OMM-90-3-76 and KTKN were responsive to NPS fertilization but did not respond to K fertilization. Application of farmyard manure for cassava in Alfisol upland was very demanded for producing optimum yield. Application of 100 kg ZA/ha in Alfisol in which soil pH more than 6.5 increased P and S nutrients uptake (16% and 85%, respectively) and increased the tuber's yield (45%). Alfisol soil with soil pH less than 6 will increase only S nutrient uptake (204%) and tuber yield (49%).

*Keywords: Cassava, production, inorganic fertilizer, Alfisol upland.*

**INTISARI**

Empat klon harapan ubikayu hasil persilangan telah dievaluasi di lahan kering bertanah Alfisol di Kabupaten Gunungkidul, D.I.Yogyakarta pada musim tanam 1997/1998, 1998/1999, dan 1999/2000 dan di Kabupaten Malang pada MT 1999/2000. Penelitian bertujuan untuk mendapatkan varietas ubikayu harapan dan adaptif di lahan kering tanah Alfisol serta efisien pemupukan. Percobaan MT 1997/1998 menggunakan empat klon harapan yang ditanam dalam rancangan acak kelompok dengan empat ulangan. Pembudidayaan dilakukan secara optimal termasuk dipupuk kandang 6 t/ha. Percobaan pada MT 1998/1999 menggunakan rancangan acak kelompok faktorial dengan tiga ulangan. Perlakuan berjumlah 12 yang merupakan kombinasi pupuk N, P, K dan S yang diberikan pada 4 klon (KTKN, OMM-90-2-66, OMM-90-3-76 dan OMM-90-7-74) dan varietas 'Adira-1'. Percobaan pada MT 1999/2000 menggunakan rancangan acak kelompok faktorial dengan tiga ulangan. Perlakuan berjumlah 15 yang merupakan kombinasi dari lima klon ubikayu dan tiga dosis pupuk ZA (0, 50 dan 100 kg ZA/ha). Luas petak perlakuan 5,2 m x 6 m. Ubikayu ditanam secara baris ganda dengan jarak tanam (50; 160) cm x 100 cm. Khusus percobaan MT 1999/2000, ubikayu dipupuk

<sup>1</sup> Balai Penelitian Kacang-kacangan dan Umbi-umbian, Malang.

lengkap NPK (90 kg N/ha dari Urea dan ZA, 100 kg SP36/ha dan 100 kg KCl/ha).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa klon OMM-90-7-74 konsisten memberikan hasil umbi segar tertinggi di lahan kering Alfisol yaitu antara 30 – 60 ton/ha sehingga dinilai adaptif di lahan tersebut. Klon tersebut memberikan hasil umbi 68% lebih tinggi daripada varietas 'Adira-1' sehingga prospektif menggantikan varietas 'Adira-1' di lahan kering Alfisol. Adaptabilitas dan keharapanan klon OMM-90-3-76 dan klon KTKN berada sedikit di bawah klon OMM-90-7-74 tetapi memberikan hasil umbi nyata lebih tinggi daripada varietas 'Adira-1'. Klon OMM-90-7-74, OMM-90-3-76 dan KTKN responsif terhadap pemupukan N, P dan S tetapi tidak respon terhadap pemupukan K. Pupuk kandang sangat diperlukan untuk memperoleh hasil umbi optimal. Pemupukan ZA dosis 100 kg/ha pada tanah Alfisol dengan pH netral sampai alkalis meningkatkan serapan hara P dan S masing-masing 16% dan 85% serta meningkatkan hasil umbi 45% dan pada tanah Alfisol pH di bawah 6 hanya meningkatkan serapan hara S 204% dan meningkatkan hasil umbi sekitar 49% tetapi tidak meningkatkan serapan hara P.

Kata kunci: ubikayu, produktivitas, pemupukan anorganik, lahan kering Alfisol.

## PENDAHULUAN

Varietas 'Adira-1' merupakan varietas harapan ubikayu yang menjadi harapan di lahan kering Gunungkidul, Yogyakarta. Hasil umbi varietas Adira-1 di Gunungkidul berkisar antara 5 - 20 t/ha tergantung dari tingkat kesuburan tanah dan kualitas pengelolaan lahan dan tanaman. Produksi umbi tertinggi yang pernah di capai 'Adira-1' ialah 81 t/ha (Widodo dan Suherman, 1990).

Lahan kering tanah Alfisol dengan bahan induk dari batuan kapur, umumnya sangat miskin unsur hara N, P, K, S, Fe dan kaya akan Ca dan Mg (Brady, 1992). Tanah Alfisol di lahan kering Gunungkidul dan Malang (Jawa Timur) bersifat miskin hara N,P,K,S dan kaya akan hara Ca, Mg, dan Fe. Tanah tersebut kaya Fe karena berasosiasi dengan tanah Latosol yang bahan induknya dari batuan vulkan intermediat yang kaya Fe. Pada tanah Alfisol, pemupukan P dan K sering tidak efektif karena hara P berasal dari pupuk yang mudah terfiksasi oleh ion Ca menjadi senyawa kalsium fosfat yang sukar larut dan tidak dapat dimanfaatkan oleh tanaman. Kekurangan unsur P akan berakibat penyerapan hara-hara yang lain tidak efektif sehingga hasil tanaman tidak optimal. Pupuk ZA yang diberikan bersamaan dengan pupuk P dapat menghambat terfiksasinya hara P oleh ion  $Ca^{2+}$  dan meningkatkan serapan P oleh tanaman (Miler *et al.*, 1970). Di samping itu pupuk ZA juga dapat digunakan untuk menyediakan hara S di tanah Alfisol yang umumnya juga miskin hara ini. Untuk mendapatkan produksi ubikayu di lahan kering tanah Alfisol yang optimal diperlukan varietas harapan yang adaptif di lahan tersebut serta efisien dalam memanfaatkan unsur-unsur hara yang ada.

Tujuan penelitian ialah mempelajari adaptabili-

tas dan tanggapan empat klon harapan ubikayu terhadap pemupukan N-P-K-S di lahan kering tanah Alfisol.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan di lahan kering tanah Alfisol (Mediteran) di Kabupaten Gunungkidul, Daerah Istimewa Yogyakarta pada musim tanam (MT) 1997/1998, 1998/1999, dan 1999/2000 dan di Kabupaten Malang, Jawa Timur pada MT 1999/ 2000. Daerah tersebut termasuk iklim C3 (5 atau 6 bulan basah dan 5 atau 6 bulan kering).

Percobaan MT 1997/1998 menggunakan rancangan acak kelompok, empat ulangan. Perlakuan berupa lima klon unggul ubikayu (KTKN, OMM-90-7-74, OMM-9-6-72, OMM-90-3-76, dan OMM-2-66) ditambah dua varietas 'Faroka' dan 'Adira-1'. Semua perlakuan dipupuk N-P-K dosis optimal dan ditambah pupuk kandang 6 t/ha. Percobaan MT 1998/1999 menggunakan rancangan acak kelompok faktorial tiga ulangan. Perlakuan berjumlah 12 merupakan kombinasi antara pupuk N-P-K-S yang diperlakukan pada empat klon ubikayu (KTKN, OMM-90-2-66, OMM-90-3-76, OMM-90-7-74) dan varietas 'Adira-1'. Percobaan MT 1999/2000 menggunakan rancangan acak kelompok faktorial, tiga ulangan. Lima klon unggul harapan ubikayu dengan tiga dosis pemupukan ZA (0, 50, 100 kg/ha) sebagai perlakuan. Semua perlakuan dipupuk 90 kg N (dari Urea dan ZA) + 100 kg SP36 + 100 kg KCl/ha. Lima nomor ubikayu yang dievaluasi Gunungkidul ialah:

1. Klon KTKN, hasil persilangan antara varietas Ketan dan Kuning.
2. Klon OMM-9-6-72.
3. Klon OMM-90-3-76

Tabel 1. Status hara dalam tanah sebelum percobaan

Lokasi	pH H <sub>2</sub> O	C %	N %	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -----ppin-----	SO <sub>4</sub>	K -----me/100g-----	Ca	Mg	Fe	Cu	Zn
MT 1997/1998											
Gunung kidul	7,2 SR	0,8 R	0,10 SR	1,1 SR	9,4 R	0,3 ST	21 ST	14 S	6,5 S	1,5 R	1,8
MT 1999/2000											
Gunung kidul	6,2 R	1,4 S	0,25 R	4,6 SR	5,0 SR	0,2 ST	27 T	7,6 T	19 R	0,2 SR	0,4
Malang	5,6 S	2,1 S	0,3 S	13,4 S	103 S	0,5 T	14 T	5,0 ST	105 T	3,0 R	1,7

Keterangan: SR = sangat rendah, R = rendah, S = Sedang, T = Tinggi, ST = sangat tinggi.

#### 4. Klon OMM-90-7-74

#### 5. Varietas 'Adira-1'.

(OMM = Open Manihot esculenta Malang = persilangan bebas antara varietas lokal dengan tetua yang berproduksi tinggi)

Percobaan di Kabupaten Malang menggunakan medan yang sama dengan di Gunungkidul, kecuali klon OMM-9-6-72 dan 'Adira-1' diganti dengan klon PT-4 dan Klon PT-6 yang baru pertama kali di uji di lahan kering Alfisol. Ubikayu ditanam dalam sistem baris ganda dengan jarak tanam (50, 160) x 100 cm, artinya antar baris berjarak 50 cm dan 160 cm sedang antar tanaman berjarak 100 cm pada petak perlakuan 5,2 m x 6,0 m. Dengan jarak tanam tersebut populasi tanaman sama dengan populasi tanaman monokultur. Di antara baris tanaman ubikayu yang berjarak 160 cm ditanami kacang tanah tanpa perlakuan pemupukan.

Pengamatan dilakukan terhadap pertumbuhan

tanaman, serapan tanaman, hasil umbi dan komponen hasil. Hasil umbi diukur dari petak contoh 4,2 x 4 m (16 tanaman per perlakuan).

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil umbi klon-klon ubikayu yang dievaluasi pada MT 1997/1998 sangat beragam. Hasil umbi tertinggi dicapai oleh klon OMM-90-7-74 yaitu 60,50 t/ha, sedangkan hasil umbi varietas 'Adira-1' hanya 32,10 t/ha. Klon OMM-90-7-74 memiliki panjang dan diameter umbi melebihi panjang dan diameter umbi 'Adira-1' (Tabel 2). Hasil umbi klon OMM-90-7-74 sama dengan klon OMM-90-3-76. Klon OMM-90-3-76 memiliki panjang dan diameter umbi yang sama dengan klon OMM-7-74 namun ia memiliki jumlah umbi lebih banyak daripada klon OMM-90-7-74 (Tabel 2). Hasil umbi klon-klon ubikayu yang diuji nyata lebih tinggi dari

Tabel 2. Hasil umbi beberapa klon/varietas ubikayu di lahan kering Alfisol Gunungkidul, MT 1997/1998.

Klon/ Varietas	Hasil umbi(t/ha)	Jumlah umbi/tan	Panjang umbi(cm)	Diameter umbi(cm)	Jumlah cabang
KTKN	51,3 <sup>b</sup>	12,0 <sup>c</sup>	31,50 <sup>ab</sup>	6,20 <sup>a</sup>	12
OMM-9-6-72	40,9 <sup>c</sup>	12,6 <sup>bc</sup>	29,50 <sup>bc</sup>	5,40 <sup>ab</sup>	7
OMM-90-2-66	41,3 <sup>c</sup>	11,2 <sup>c</sup>	25,75 <sup>d</sup>	6,02 <sup>a</sup>	17
OMM-90-3-76	56,8 <sup>ab</sup>	15,7 <sup>a</sup>	31,50 <sup>ab</sup>	5,88 <sup>a</sup>	6
OMM-90-7-74	60,5 <sup>a</sup>	14,1 <sup>b</sup>	33,50 <sup>a</sup>	6,30 <sup>a</sup>	3
'Faroka'	20,7 <sup>c</sup>	13,7 <sup>b</sup>	30,50 <sup>b</sup>	3,40 <sup>d</sup>	1
'Adira 1'	32,1 <sup>d</sup>	8,6 <sup>d</sup>	27,50 <sup>cd</sup>	4,50 <sup>bc</sup>	26
BNT 5 %	6,7	1,50	2,70	0,90	
KK %	10,41	8,01	6,07	1,0	
Hasil pengamatan tanaman petani di sekitar percobaan					
Adira 1	14,0	6,30	22,50	3,50	27
Lokal	11,0	9,20	29,70	2,40	1

Keterangan: Panjang umbi = rata-rata 5 umbi terpanjang, Diameter umbi = rata-rata 5 umbi terbesar

Tabel 3. Hasil umbi beberapa klon ubikayu di lahan kering Alfisol Gunungkidul pada berbagai taraf pemupukan, MT 98/99.

No.	Perlakuan pemupukan	Berat umbi t/ha				
		Adira-1	KTKN	OMM-90-2-66	OMM-90-3-76	OMM-90-7-74
1	U2	16,2 <sup>bc</sup>	20,2 <sup>b</sup>	17,3 <sup>cd</sup>	31,0 <sup>ab</sup>	27,3 <sup>c</sup>
2	U1+ZA	14,0 <sup>c</sup>	16,0 <sup>b</sup>	16,2 <sup>d</sup>	29,2 <sup>bc</sup>	27,7 <sup>c</sup>
3	U2+P1	16,5 <sup>bc</sup>	25,2 <sup>a</sup>	19,0 <sup>bcd</sup>	31,3 <sup>ab</sup>	31,7 <sup>bc</sup>
4	U1+P1+ZA	24,8 <sup>a</sup>	27,2 <sup>a</sup>	22,5 <sup>abc</sup>	35,7 <sup>a</sup>	34,8 <sup>ab</sup>
5	U2+P2	22,3 <sup>a</sup>	25,3 <sup>a</sup>	20,5 <sup>abcd</sup>	24,8 <sup>c</sup>	31,7 <sup>bc</sup>
6	U1+P2+ZA	23,7 <sup>a</sup>	29,8 <sup>a</sup>	22,3 <sup>abc</sup>	34,2 <sup>ab</sup>	36,3 <sup>ab</sup>
7	U2+P1+K2	21,0 <sup>ab</sup>	27,8 <sup>a</sup>	17,0 <sup>cd</sup>	29,0 <sup>bc</sup>	34,0 <sup>ab</sup>
8	U1+P1+K2+ZA	25,7 <sup>a</sup>	26,3 <sup>a</sup>	22,5 <sup>abc</sup>	33,8 <sup>ab</sup>	36,3 <sup>ab</sup>
9	U2+P2+K2	23,3 <sup>a</sup>	26,3 <sup>a</sup>	20,5 <sup>abcd</sup>	30,5 <sup>ab</sup>	31,3 <sup>bc</sup>
10	U1+P2+K2+ZA	26,2 <sup>a</sup>	30,3 <sup>a</sup>	25,2 <sup>n</sup>	34,2 <sup>a</sup>	38,3 <sup>a</sup>
11	U1+P1+K1+ZA	24,3 <sup>a</sup>	26,7 <sup>a</sup>	23,7 <sup>ab</sup>	32,8 <sup>ab</sup>	33,5 <sup>ab</sup>
12	U1+P2+K1+ZA	26,0 <sup>a</sup>	27,0 <sup>a</sup>	21,3 <sup>abcd</sup>	34,3 <sup>ab</sup>	32,2 <sup>bc</sup>
Rata-rata		22,0	25,7	20,7	31,7	32,9
K K %		10,9				
BNT 5%:						
Pemupukan		4,7	4,7	4,7	4,7	4,7
Pupuk x Klon		t.n. t.n.	t.n.	t.n.	t.n.	

Hasil umbi tanaman petani = 9,31 ton/ha

Keterangan: U1=150 kg Urea/ha U2=200 kg Urea/ha P1=75 kg SP36/ha

P2 = 150 kg SP36/ha, K1=50 kg KCl/ha, K2=100 kg KCl/ha, ZA = 100 kg/ha

KK % = 10,9 BNT 5 % = 4,7.

Notasi yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf BNT 5 % untuk masing-masing klon/varietas.

hasil umbi varietas 'Adira-1' dan varietas lokal (Tabel 2). Varietas 'Faroka' yang ditanam di lahan sawah dengan pengelolaan dan pemupukan yang optimal, mampu menghasilkan lebih dari 60 ton umbi segar/ha, tetapi dalam percobaan tersebut hanya menghasilkan 20,7 t/ha dengan diameter umbi rata-rata hanya sekitar 3,4 cm (Tabel 2). Hal ini menunjukkan bahwa varietas 'Faroka' kurang adaptif di lahan kering tanah Alfisol yang miskin hara. Oleh karena itu pemilihan varietas atau klon ubikayu yang adaptif di lahan kering sangat penting untuk menunjang peningkatan produksi ubikayu di lahan kering. Hasil umbi klon/varietas ubikayu pada Tabel 2 di capai pada dosis pemupukan 200 kg Urea + 100 kg TSP + 100 kg KCl + 6 t pupuk kandang/ha.

#### Respon ubikayu terhadap pemupukan N-P-K.

Respon masing-masing klon terhadap pemupukan N-P-K bagus tetapi tidak ada interaksi antara klon dengan pemupukan. Klon OMM-90-7-74, OMM-90-3-76 dan OMM-90-2-66 responsif terha-

dap pemupukan. Bagi klon OMM-90-2-66, penambahan pupuk P, P+ZA, atau P+K+ZA selalu diikuti dengan peningkatan hasil umbi. Meskipun demikian pemberian pupuk lengkap (NPK + ZA) pada klon tersebut hanya menghasilkan umbi tertinggi 25,2 ton/ha, nyata lebih rendah dari pada hasil umbi klon OMM-90-7-74 (Tabel 3). Klon OMM-90-7-74 dan OMM-90-3-76 hasil tertinggi dicapai bila dipupuk Urea + SP36 + ZA. Dengan penambahan pupuk ZA (100 kg/ha) dan pengurangan pupuk Urea menjadi hanya 150 kg/ha mampu meningkatkan hasil umbi sekitar 14 % untuk klon OMM-90-7-74 dan 38 % untuk klon OMM-90-3-76 daripada yang hanya dipupuk Urea + SP36 (200 kg dan 150 kg/ha) (Tabel 3). Bila hanya dipupuk Urea + ZA tanpa pupuk P, hasilnya sangat rendah tidak jauh berbeda dengan yang hanya dipupuk Urea atau sekitar 26 % lebih rendah daripada yang dipupuk Urea + SP36 + ZA. Dari data tersebut terlihat bahwa ada tiga jenis pupuk yang sangat berperan dalam meningkatkan hasil umbi yaitu Urea, SP36 dan ZA. Pemupukan dengan KCl tidak menun-

Tabel 4. Hasil umbi 5 klon/varietas ubikayu dengan berbagai dosis pemupukan ZA di lahan kering tanah Alfisol Gunungkidul, Yogyakarta, MT 1999/2000

Klon/ Varietas	Dosis ZA kg/ha	Hasil umbi t/ha	Jumlah umbi/tan	Panjang umbi(cm)	Besar umbi(cm)
KTKN	0	23,78 <sup>ef</sup>	7,3 <sup>def</sup>	24,2 <sup>fg</sup>	5,5 <sup>b</sup>
	50	27,33 <sup>def</sup>	9,3 <sup>c</sup>	27,8 <sup>def</sup>	5,9 <sup>ab</sup>
	100	36,56 <sup>a</sup>	10,7 <sup>b</sup>	34,5 <sup>ab</sup>	5,8 <sup>ab</sup>
<b>Rata-rata</b>		<b>29,22</b>	<b>9,1</b>	<b>28,8</b>	<b>5,73</b>
OMM-90-7-74	0	22,56 <sup>fg</sup>	6,8 <sup>fg</sup>	28,3 <sup>cde</sup>	5,3 <sup>bc</sup>
	50	28,11 <sup>cde</sup>	7,9 <sup>dc</sup>	32,0 <sup>bc</sup>	5,9 <sup>ab</sup>
	100	33,89 <sup>ab</sup>	8,4 <sup>cd</sup>	37,0 <sup>a</sup>	6,0 <sup>ab</sup>
<b>Rata-rata</b>		<b>28,19</b>	<b>7,7</b>	<b>32,4</b>	<b>5,73</b>
OMM-90-3-76	0	24,78 <sup>def</sup>	7,9 <sup>dc</sup>	26,2 <sup>def</sup>	5,3 <sup>bc</sup>
	50	29,22 <sup>bcd</sup>	9,0 <sup>c</sup>	32,1 <sup>bc</sup>	6,0 <sup>ab</sup>
	100	32,89 <sup>abc</sup>	14,2 <sup>a</sup>	35,9 <sup>ab</sup>	6,4 <sup>a</sup>
<b>Rata-rata</b>		<b>28,96</b>	<b>10,4</b>	<b>31,4</b>	<b>5,90</b>
OMM-9-6-72	0	24,11 <sup>ef</sup>	6,5 <sup>fg</sup>	25,5 <sup>ef</sup>	4,7 <sup>c</sup>
	50	27,33 <sup>def</sup>	9,1 <sup>c</sup>	29,6 <sup>cd</sup>	5,5 <sup>b</sup>
	100	32,22 <sup>abc</sup>	10,7 <sup>b</sup>	36,2 <sup>a</sup>	6,4 <sup>a</sup>
<b>Rata-rata</b>		<b>27,8</b>	<b>8,77</b>	<b>30,4</b>	<b>5,53</b>
Adira-1	0	18,89 <sup>b</sup>	6,0 <sup>b</sup>	21,5 <sup>b</sup>	5,3 <sup>bc</sup>
	50	23,53 <sup>efg</sup>	7,2 <sup>ef</sup>	24,0 <sup>fg</sup>	5,7 <sup>ab</sup>
	100	26,55 <sup>def</sup>	7,9 <sup>dc</sup>	24,9 <sup>efg</sup>	5,7 <sup>ab</sup>
<b>Rata-rata</b>		<b>22,89</b>	<b>7,03</b>	<b>23,5</b>	<b>5,57</b>
BNT 5 %		11,85	8,80	11,65	7,76
KK %		4,88	1,03	2,99	0,74

Dosis pemupukan: N = 90 kg N/ha dari Urea dan ZA, P = 100 kg SP36/ha, K = 100 kg KCl/ha

jukkan pengaruh nyata terhadap hasil umbi, baik untuk klon OMM-90-7-74 maupun klon OMM-90-3-76. Bila dikaitkan dengan status hara K dalam tanah, yang hanya berharkat "rendah" (Tabel 1), maka tidak efektifnya pemupukan K tersebut perlu mendapat perhatian lebih lanjut mengingat unsur K merupakan salah satu hara makro yang sangat diperlukan dalam proses transportasi hara dari akar ke daun dan translokasi asimilat dari daun ke seluruh jaringan tanaman (Howeler, 1981).

Pemupukan 200 kg Urea/ha pada klon OMM-90-7-74 menghasilkan 27,3 ton umbi segar/ha sedangkan varietas 'Adira-1' hanya menghasilkan 16,2 t/ha (Tabel 3). Hal ini menunjukkan bahwa dengan penggantian Adira-1 dengan klon OMM-90-7-74 mampu meningkatkan hasil umbi 68% dan efisiensi pupuk mencapai 100%. Namun demikian, untuk mendapatkan hasil umbi yang optimal dari klon OMM-90-7-74 masih diperlukan tambahan 100 kg SP36 dan 100 kg ZA/ha.

Tanpa pupuk kandang, hasil ubikayu di lahan kering Gunungkidul berkisar dari 23 ton - 36 ton/ha

untuk keempat klon yang diuji dan satu sama lain tidak jauh berbeda, dan hasil umbi keempat tersebut masing-masing lebih tinggi dibanding hasil umbi varietas 'Adira-1' (Tabel 4). Hasil umbi dari keempat klon tersebut tidak jauh berbeda dengan hasil umbi pada percobaan MT 1998/1999. Oleh karena itu, keempat klon tersebut (klon OMM-90-7-74, OMM-90-3-76, OMM-9-6-72 dan KTKN) berpeluang besar sebagai calon pengganti varietas 'Adira-1' yang saat ini sudah menjadi varietas harapan di lahan kering Alfisol Gunungkidul.

Hasil percobaan di lahan kering tanah Alfisol Malang, Jawa Timur, menunjukkan bahwa klon OMM-90-7-74 menduduki peringkat pertama dalam memproduksi umbi yaitu 58,9 t/ha, kemudian diikuti oleh klon OMM-90-3-76 dan KTKN (Tabel 5). Klon OMM-9-6-72 dan 'Adira-1' tidak ikut diuji di lahan kering Malang tetapi diganti klon baru PT-4 dan PT-6. Klon PT-4 dan PT-6 baru pertama kali diikuti dalam evaluasi klon-klon harapan di lahan kering Alfisol. Hasil umbi dari klon PT-4 dan PT-6 masih lebih rendah daripada

Tabel 5. Hasil umbi dari 5 klon ubikayu dengan berbagai dosis pemupukan ZA di lahan kering tanah Alfisol Malang Jawa Timur, MT 1999/2000

Klon/ Varietas	Dosis ZA kg/ha	Hasil umbi t/ha	Jumlah umbi/tan	Panjang umbi(cm)	Besar umbi(cm)
KTKN	0	33,99 <sup>defg</sup>	10,8 <sup>bcd</sup>	30,2 <sup>f</sup>	5,7 <sup>e</sup>
	50	41,22 <sup>cdefg</sup>	12,2 <sup>b</sup>	30,5 <sup>ef</sup>	6,3 <sup>bcd</sup>
	100	47,11 <sup>abcd</sup>	12,3 <sup>b</sup>	37,2 <sup>cde</sup>	6,1 <sup>d</sup>
<b>Rata-rata</b>		<b>40,77</b>	<b>11,8</b>	<b>32,6</b>	<b>6,0</b>
OMM-90-7-74	0	42,56 <sup>cdef</sup>	10,3 <sup>bcd</sup>	31,0 <sup>ef</sup>	6,7 <sup>abc</sup>
	50	43,67 <sup>bcd</sup>	11,5 <sup>bc</sup>	36,0 <sup>def</sup>	6,7 <sup>abc</sup>
	100	58,89 <sup>a</sup>	11,9 <sup>bc</sup>	39,3 <sup>bcd</sup>	7,0 <sup>a</sup>
<b>Rata-rata</b>		<b>48,37</b>	<b>11,2</b>	<b>35,4</b>	<b>6,8</b>
OMM-90-3-76	0	32,78 <sup>efg</sup>	11,4 <sup>c</sup>	35,4 <sup>def</sup>	7,0 <sup>a</sup>
	50	44,22 <sup>bcd</sup>	12,2 <sup>b</sup>	44,7 <sup>ab</sup>	6,2 <sup>cd</sup>
	100	56,11 <sup>ab</sup>	15,7 <sup>a</sup>	43,5 <sup>abc</sup>	6,7 <sup>ab</sup>
<b>Rata-rata</b>		<b>44,37</b>	<b>13,1</b>	<b>41,2</b>	<b>6,6</b>
PT-4	0	47,33 <sup>abc</sup>	10,9 <sup>bcd</sup>	48,9 <sup>a</sup>	6,3 <sup>bcd</sup>
	50	31,55 <sup>efg</sup>	7,7 <sup>f</sup>	46,0 <sup>ab</sup>	6,4 <sup>bcd</sup>
	100	28,89 <sup>b</sup>	8,2 <sup>ef</sup>	39,0 <sup>bcd</sup>	6,0 <sup>dc</sup>
<b>Rata-rata</b>		<b>35,92</b>	<b>8,93</b>	<b>44,6</b>	<b>6,2</b>
PT-6	0	36,11 <sup>cdefg</sup>	9,9 <sup>cde</sup>	45,6 <sup>ab</sup>	6,2 <sup>d</sup>
	50	30,32 <sup>fg</sup>	8,9 <sup>def</sup>	40,1 <sup>bcd</sup>	6,3 <sup>bcd</sup>
	100	24,67 <sup>fg</sup>	7,8 <sup>f</sup>	35,0 <sup>def</sup>	6,2 <sup>d</sup>
<b>Rata-rata</b>		<b>30,36</b>	<b>8,87</b>	<b>40,2</b>	<b>6,2</b>
BNT 5 %		13,26	2,1	7,0	0,4
KK %		23,6	13,0	11,1	4,6

Dosis pemupukan: N = 90 kg N/ha dari Urea dan ZA, P = 100 kg SP36/ha, K = 100 kg KCl/ha

ketiga klon yang lain dan belum dapat disejajarkan dengan ketiganya.

Bila dibandingkan antara hasil umbi OMM-90-7-74, OMM-90-3-76 dan KTKN yang di Malang nyata lebih tinggi daripada yang di Gunungkidul dan hasil umbi yang di Malang sudah mendekati potensinya. Hal ini disebabkan, kadar humus dalam tanah di Malang jauh lebih tinggi daripada yang di Gunungkidul. Tabel 1 menunjukkan bahwa kadar C organik dalam tanah sebelum percobaan, di Malang berharkat "sedang" dan di Gunungkidul "rendah". Hasil umbi yang dicapai ketiga klon OMM-90-7-74, OMM-90-3-76 dan KTKN percobaan di Malang (Tabel 5) tidak jauh berbeda dengan hasil percobaan di Gunungkidul pada MT 1997/1998 yang menggunakan pupuk kandang (Tabel 2). Tercapainya hasil umbi yang cukup tinggi tersebut menunjukkan bahwa C organik atau humus dalam tanah sangat penting dalam meningkatkan hasil ubikayu di lahan kering tanah Alfisol.

Selama kadar humus dalam tanah masih berharkat "rendah" sampai "sangat rendah" akan sulit

dicapai hasil usaha tani yang maksimal, khususnya untuk ubikayu. Oleh karena itu setiap budidaya tanaman pangan di lahan kering tanah Alfisol, khususnya ubikayu, harus selalu memperhatikan konservasi humus dalam tanah di samping untuk mendapatkan hasil usahatani yang maksimal.

Tingginya hasil ubikayu di lahan kering Malang sangat ditunjang oleh jumlah umbi dan panjang umbi dan untuk Klon No.13 ditunjang juga oleh besar umbi (Tabel 5). Komponen hasil yang menunjang hasil umbi di Gunungkidul terutama juga jumlah umbi dan panjang umbi. Besar umbi masing-masing klon ubikayu baik di Gunungkidul maupun di Malang satu sama lain tidak jauh berbeda.

Hasil percobaan MT 1999/2000 menunjukkan bahwa pemupukan 100 kg ZA/ha nyata meningkatkan hasil umbi untuk klon OMM-90-7-74, OMM-90-3-76, dan KTKN masing-masing 50%, 33%, dan 54% di Gunungkidul dan 38%, 71%, dan 39% di Malang. Khusus di Malang, pemupukan ZA tidak meningkatkan hasil umbi klon PT-4 dan PT-6

Tabel 6. Status hara dalam daun beberapa klon ubikayu di lahan kering tanah Alfisol, MT 1998/1999

No. Klon Ubikayu	P	K	Ca	Mg	Fe	Zn
	----- % -----			----- ppm -----		
1 'Adira-1'	0,32	1,25	1,64	1,05	114	89
	C	R	C	R	C	C
2 KTKN	0,39	1,39	2,40	1,23	119	129
	T	R	C	C	C	T
3 OMM-90-2-66	0,39	1,19	2,12	1,23	136	117
	T	R	C	C	C	T
4 OMM-90-3-76	0,36	1,36	2,98	1,47	114	102
	T	R	T	C	C	T
5 OMM-90-7-74	0,38	1,46	2,72	1,45	266	143
	T	R	T	C	T	T
6 Petani	0,19	1,05	6,40	1,20	102	100
	R	R	ST	C	C	T

Keterangan: Tanaman dipupuk 200 kg Urea + 100 kg SP36 + 100 KCl.

Tanaman petani tidak jelas dipupuk tidaknya.

Harkat: R = rendah C = cukup T = tinggi

Contoh daun diamati pada saat tanaman umur lima bulan.

tetapi justru menurunkan hasil umbi. Hal ini membuktikan bahwa respon masing-masing varietas/klon ubikayu terhadap jenis pupuk yang diberikan tidak sama.

#### Serapan hara oleh tanaman.

Percobaan MT 1998/1999 menunjukkan bahwa masing-masing klon/varietas ubikayu mempunyai kemampuan yang berbeda dalam menyerap hara dari dalam tanah. Kadar P dalam daun klon OMM-90-7-74, OMM-90-3-76, KTKN dan OMM-90-266 semuanya berharkat "tinggi", sedang untuk 'Adira-1' hanya berharkat "cukup" dan bahkan untuk tanaman petani berharkat "rendah" (Tabel 6). Dari data tersebut terlihat adanya korelasi antara kadar P dalam daun dengan hasil umbi. Untuk klon OMM-90-7-74, OMM-90-3-76, dan KTKN yang kadar P nya berharkat "tinggi" ternyata hasil umbinya juga tinggi. Varietas 'Adira-1' yang kandungan P-nya berharkat "cukup", hasil umbinya juga lebih rendah. Tanaman petani yang kadar P-nya berharkat "rendah" maka hasil umbinya juga sangat rendah. Kadar hara P dalam tanaman akan sangat menentukan berlangsungnya proses metabolisme dalam sel dan hasil umbi yang diperoleh (Fitter dan Hay, 1991). Kandungan K dalam daun untuk semua klon berharkat "rendah" (Tabel 6). Kemungkinan rendahnya serapan hara K ini yang menyebabkan semua klon/varietas tidak mampu memproduksi umbi

sampai maksimal dan masih jauh dibawah potensinya.

Dalam tanaman ubikayu, disamping sangat penting dalam proses metabolisme dan translokasi fotosintat dari daun ke akar, unsur K juga penting untuk meningkatkan kandungan pati dan menurunkan kadar HCN dalam umbi (Howeler, 1981). Meskipun demikian, dalam Tabel 6 terlihat bahwa kandungan K tertinggi dicapai oleh klon OMM-90-7-74 kemudian baru diikuti oleh klon KTKN, OMM-90-3-76 dan 'Adira-1' dan yang paling rendah ialah tanaman petani. Susunan peringkat tersebut menunjukkan adanya korelasi positif antara kandungan K dalam daun dengan hasil umbi (Tabel 3).

Kadar Ca dalam tanaman klon OMM-90-7-74 dan OMM-90-3-76 berharkat "tinggi" sedang yang lain berharkat "cukup" (Tabel 6). Hal ini sangat sesuai dengan hasil umbi, yaitu bila tanaman mampu menyerap unsur Ca sampai berharkat "tinggi" maka akan diperoleh hasil umbi yang tinggi. Bila serapan unsur Ca hanya mencapai harkat "cukup" maka hasilnya juga rendah yaitu kurang dari 50 % terhadap potensinya. Sedangkan untuk varietas petani, serapan Ca justru sangat berlebihan. Serapan Ca yang sangat tinggi dapat berakibat menekan serapan hara-hara yang lain seperti K (Burstom 1968 *cit.* Fitter dan Hay, 1991). Rendahnya serapan K pada tanaman petani diduga juga sebagai akibat tingginya serapan unsur Ca. Tingginya hasil umbi

Tabel 7. Status hara dalam daun beberapa klon ubikayu di lahan kering Alfisol Gunungkidul, MT 1999/2000.

No. Klon	ZA	P	K	SO <sub>4</sub>	Ca	Mg	Fe
	kg/ha	-----%-----					ppm
1 KTKN	0	0,33	1,12	0,32	2,28	0,59	204
2	50	0,38	1,42	0,33	1,69	0,53	215
3	100	0,43	1,94	0,54	1,63	0,57	245
<b>Rata-rata</b>		<b>0,38</b>	<b>1,49</b>	<b>0,40</b>	<b>1,87</b>	<b>0,56</b>	<b>221</b>
4 OMM-90-7-74	0	0,35	1,05	0,35	2,10	0,67	136
5	50	0,40	1,35	0,49	2,07	0,60	642
6	100	0,42	1,70	0,57	2,07	0,59	463
<b>Rata-rata</b>		<b>0,39</b>	<b>1,37</b>	<b>0,47</b>	<b>2,08</b>	<b>0,62</b>	<b>414</b>
7 OMM-90-3-76	0	0,38	0,92	0,39	2,10	0,62	165
8	50	0,41	1,87	0,51	2,09	0,61	237
9	100	0,44	1,96	0,61	2,00	0,61	469
<b>Rata-rata</b>		<b>0,41</b>	<b>1,58</b>	<b>0,50</b>	<b>2,06</b>	<b>0,61</b>	<b>290</b>
10 OMM-9-6-72	0	0,34	1,64	0,32	2,12	0,66	172
11	50	0,38	1,76	0,52	2,07	0,59	208
12	100	0,38	1,82	0,72	1,76	0,55	385
<b>Rata-rata</b>		<b>0,37</b>	<b>1,74</b>	<b>0,52</b>	<b>1,98</b>	<b>0,60</b>	<b>255</b>
13 Adira-1	0	0,36	1,35	0,26	2,42	0,60	249
14	50	0,39	1,53	0,49	2,04	0,55	299
15	100	0,42	1,70	0,55	1,86	0,56	679
<b>Rata-rata</b>		<b>0,39</b>	<b>1,53</b>	<b>0,43</b>	<b>2,11</b>	<b>0,57</b>	<b>409</b>

Harkat:	Kahat	Rendah	Cukup	Tinggi	Berlebihan
P % :	<0,1	0,11-0,20	0,21-0,35	0,36-0,49	>0,5
K % :	<1	1,1 -1,5	1,6 -2,2	2,3 -2,9	>3
SO <sub>4</sub> %:	<0,3	?	?	?	?
Ca % :	<0,4	0,41-1,5	1,51-2,5	2,6 -3,4	>3,5
Mg % :	<0,26	0,27-1,07	1,08-1,87	1,88-2,4	>2,5
Fe ppm:	<10	10-20	21-250	251-350	>350

Sumber pengharkatan: Howeler (1981) dan Jones (1967) dalam Reynolds (1971).

klon OMM-90-7-74 juga didukung oleh serapan hara Fe dan Zn yang juga berharkat "tinggi".

Percobaan MT 1999/2000 di lahan kering Gunungkidul menunjukkan rata-rata kadar K dan Mg dalam daun untuk semua klon/varietas ubikayu berharkat "rendah", sedang kadar P dan Ca mencapai harkat "tinggi" dan hasil serapan hara Fe "sangat tinggi" atau berlebihan (Tabel 7).

Rendahnya serapan hara K, Mg, dan tingginya serapan unsur Fe, diduga sebagai penyebab rendahnya hasil umbi di lahan kering Gunungkidul dan masih jauh di bawah potensinya. Dalam percobaan ini dosis pemupukan K sudah dibuat optimal namun ternyata hasil serapan hara K masih rendah, sehingga memerlukan kajian lebih lanjut. Bila status hara dalam daun Adira-1 dibandingkan dengan OMM-90-7-74 terlihat bahwa status hara P, K, Ca,

dan Mg pada klon OMM-90-7-74, masing-masing 19%, 17%, 66% dan 38%, lebih tinggi dari pada 'Adira-1' (Tabel 6). Hal ini menunjukkan adanya perbedaan efisiensi, baik dalam pemupukan maupun dalam serapan hara oleh tanaman, pada varietas atau klon-klon yang berbeda.

Percobaan MT 1999/2000 di lahan kering Malang menunjukkan bahwa serapan hara N, P, K, Fe berharkat "tinggi" dan serapan hara Ca dan Mg berharkat "rendah". Serapan Ca yang hanya berharkat "cukup" dan Mg berharkat "rendah" diduga sebagai akibat rendahnya pH tanah (5,6) dan selanjutnya berakibat belum tercapainya hasil umbi yang maksimal. Hasil serapan hara oleh tanaman ubikayu di Gunungkidul dan di Malang sangat berbeda sebagai akibat pH tanah dan kadar humus dalam tanah sangat berbeda (Tabel 2).



Tabel 8. Status hara dalam daun ubikayu di lahan kering tanah Alfisol Malang, MT 1999/2000.

No. Klon .u.k.	ZA kg/ha	P	K	SO <sub>4</sub> %	Ca	Mg	Fe ppm
1 KTKN	0	0,57	2,54	0,17	1,08	0,35	308
2	50	0,49	2,23	0,20	0,92	0,34	294
3	100	0,50	2,72	0,41	1,31	0,36	359
<b>Rata-rata</b>		<b>0,52</b>	<b>2,50</b>	<b>0,26</b>	<b>1,10</b>	<b>0,35</b>	<b>320</b>
4 OMM-90-7-74	0	0,65	4,43	0,09	1,38	0,38	288
5	50	0,51	3,30	0,27	1,13	0,36	271
6	100	0,63	2,58	0,39	1,20	0,36	366
<b>Rata-rata</b>		<b>0,60</b>	<b>3,43</b>	<b>0,25</b>	<b>1,24</b>	<b>0,37</b>	<b>308</b>
7 OMM-90-3-76	0	0,58	4,14	0,20	1,10	0,36	315
8	50	0,60	3,59	0,32	1,33	0,40	253
9	100	0,57	2,03	0,43	1,12	0,69	192
<b>Rata-rata</b>		<b>0,58</b>	<b>3,25</b>	<b>0,32</b>	<b>1,18</b>	<b>0,48</b>	<b>253</b>
10 PT-4	0	0,66	2,92	0,13	1,45	0,40	285
11	50	0,59	2,70	0,31	1,52	0,40	276
12	100	0,66	2,19	0,48	1,37	0,36	160
<b>Rata-rata</b>		<b>0,64</b>	<b>2,60</b>	<b>0,31</b>	<b>1,45</b>	<b>0,39</b>	<b>240</b>
13 PT-6	0	0,58	4,20	0,13	1,32	0,39	325
14	50	0,69	1,89	0,32	1,37	0,41	264
15	100	0,60	1,70	0,47	1,36	0,41	155
<b>Rata-rata</b>		<b>0,62</b>	<b>2,59</b>	<b>0,31</b>	<b>1,35</b>	<b>0,40</b>	<b>248</b>

Keterangan:

Harkat:

	Kahat	Rendah	Cukup	Tinggi	Berlebihan
P %:	<0,1	0,11-0,20	0,21-0,35	0,36-0,49	>0,5
K %:	<1	1,1 -1,5	1,6 -2,2	2,3 -2,9	>3
SO <sub>4</sub> %:	<0,3	?	?	?	?
Ca %:	<0,4	0,41-1,5	1,51-2,5	2,6 -3,4	>3,5
Mg %:	<0,26	0,27-1,07	1,08-1,87	1,88-2,4	>2,5
Fe ppm:	<10	10-20	21-250	251-350	>350

Sumber: Howeler (1981) dan Jones (1967) dalam Reynolds (1971).

Penambahan 100 kg ZA/ha dalam 150 kg urea/ha dapat meningkatkan hasil serapan hara P antara 16 % - 30 % untuk percobaan di Gunungkidul. Kenaikan serapan P tertinggi dicapai oleh klon KTKN yang mencapai 30 % (Tabel 7). Kenaikan hasil umbi dari ke empat klon tersebut berkisar antara 34 % hingga 53 % dan kenaikan hasil umbi tertinggi dicapai oleh klon KTKN yaitu 53% (Tabel 4). Kenaikan hasil umbi lebih tinggi dari kenaikan serapan P, yang menunjukkan bahwa kenaikan hasil umbi tersebut tidak hanya karena kenaikan serapan P tetapi karena faktor-faktor yang lain.

Pemupukan 100 kg ZA/ha dapat meningkatkan serapan hara K antara 11 % sampai 113 % (Tabel 7). Kenaikan serapan hara K tertinggi dicapai oleh klon OMM-90-3-76 sebesar 113 % dan terendah dicapai oleh klon OMM-9-6-72 sebesar 11 %,

sedang untuk klon KTKN mencapai 73 %. Data ini menunjukkan bahwa respon masing-masing klon terhadap serapan hara K tidak sama dan sebagai akibatnya hasil umbinya juga tidak sama. Penambahan pupuk ZA juga dapat meningkatkan serapan hara S antara 56 % hingga 125 %. Penambahan pupuk ZA tidak berpengaruh terhadap serapan Ca dan Mg dan justru meningkatkan serapan Fe.

Hasil percobaan di lahan kering Malang menunjukkan bahwa penambahan 100 kg ZA/ha tidak berpengaruh terhadap serapan hara P, K, Ca, dan Mg dan hanya berpengaruh terhadap peningkatan serapan hara S 141% sampai 333% (Tabel 8). Tabel 5 menunjukkan bahwa penambahan pupuk ZA nyata dapat meningkatkan hasil umbi. Apakah peningkatan hasil umbi tersebut disebabkan oleh meningkatnya serapan hara S masih perlu kajian lebih lanjut. Meskipun peningkatan hara S menca-

pai 333 %, status hara S dalam daun masih berada pada ambang kahat (Tabel 8). Serapan hara S yang optimal untuk tanaman ubikayu belum jelas tetapi bila kadar S dalam daun kurang dari 0,3% tanaman tersebut termasuk kahat S (Howeler, 1981).

## KESIMPULAN

1. Klon OMM-90-7-74 konsisten memberikan hasil tertinggi (30 – 60 ton umbi segar/ha) di lahan kering tanah Alfisol sehingga dinilai adaptif pada tanah tersebut dan sangat prospektif menggantikan varietas Adira-1. Daya adaptasi dan keunggulan Klon OMM-90-3-76, KTKN dan OMM 9-6-72 tidak jauh berbeda dengan klon OMM-90-7-74 dan selalu memberikan hasil umbi nyata lebih tinggi daripada 'Adira-1' tetapi masih sedikit dibawah klon OMM-90-7-74. Untuk mendapatkan hasil umbi optimal dari klon OMM-90-7-74 diperlukan pemupukan 150 kg Urea + 100 kg, SP36 +100 kg ZA/ha ditambah 6 ton pupuk kandang/ha.
2. Penambahan 100 kg ZA/ha ke dalam 150 kg urea/ha pada pemupukan ubikayu di lahan kering Alfisol pH tanah 6,2-7,2 meningkatkan hasil umbi 45% dan serapan hara P, Ca, Mg, dan S oleh tanaman masing-masing sekitar 19%, 66%, 38%, dan 85% dan di tanah Alfisol pH kurang dari 6 meningkatkan hasil umbi 49% dan serapan hara S sekitar 204 %.
3. Klon OMM-90-7-74 hanya dengan pemupukan 200 kg urea/ha mampu memberikan hasil umbi 68 % lebih tinggi dari pada varietas 'Adira-1' yang dipupuk lengkap (N-P-K-S), atau dengan menanam klon OMM-90-7-74 dapat meningkatkan efisiensi pemupukan P sampai 100% dan efisiensi serapan hara P 19 %.
4. Semua klon ubikayu yang dievaluasi tidak respon terhadap pemupukan K sehingga memerlukan kajian lebih lanjut.

## DAFTAR PUSTAKA

- Brady C.Ni. 1992. *The Nature and Properties of Soil*. Mac.Millan Publishing Company. New York.
- Fitter A.H. dan R. K. H. Hay. 1991. *Fisiologi Lingkungan Tanaman*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Franklin D, G.Sandoval dan P. Jun. 1971. The ideal cassava plant for maximum yield. *CIAT. Crop Science* 19: 271 – 279.
- Frank B.S. dan C.W. Ross. 1992. *Plant Physiology*. Wadworth Publishing Company. Belmont-California.
- Howeler R.H.1981. *Mineral Nutrition and Fertilization of Cassava* CIAT. Columbia.
- Ispandi A. 2000. Pemupukan PKS tanaman tumpang-sari ubikayu + kacang tanah di lahan kering Alfisol. Dalam: *Komponen Teknologi Untuk Meningkatkan Produktivitas Kacang-kacangan dan umbi-umbian*. Edisi khusus Balitkabi No.16. 2000. Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian. Malang.
- Reynolds S.G., 1971. A Manual of Introductory Soil Science and Simple Soil Analysis Methods. South Pasific Commission. Noumea-New Caledonia.
- Koeshartojo dan Widodo Y. 1990. Performance of ten cassava genotypes under intercropping with maize at South Malang. Dalam: *Root Crops Improvement in Indonesia*. Malang Research Institute for Food Crops. Malang, Indonesia.
- Miller, M. H., C. P. Mamaril dan G. J. Blair. 1970. Ammonium effects on phosphorus absorption through pH changes and phosphorus precipitation at the soil root interface. *Agronomy Journal* 62: 524-527.
- Soemarjo P. dan Yudi Widodo. 1990. Advanced yield trial of cassava at volcanic soil of Kandat, Kediri. Dalam: *Root Crops Improvement in Indonesia*. Malang Research Institute for Food Crops. Malang, Indonesia. Pp. 21-23.
- Widodo S. dan O. Suherman. 1990. Cassava in Goa, South – Sulawesi. Dalam: *Root Crops Improvement in Indonesia*. Malang Research Institute for Food Crops. Malang, Indonesia. Pp. 32-38.
- Takala G.M.H. 1997. Tanah pertanian di Indonesia. Edisi Khusus Majalah *Editor*.
- Wargiono J., B. Guritno, dan J. Sugito. 1993. Recent progress in cassava agronomy research in Indonesia. Dalam: *Cassava Breeding Agronomy Research and Technology Transfer in Asia. Proceeding of the Fourth Regional Workshop*. Trivandrum, Kerala, India. pp: 147 – 174