

# TEKNOLOGI BUDIDAYA TUMPANGSARI UBIKAYU–KACANG TANAH MENDUKUNG SISTEM INTEGRASI TERNAK–TANAMAN PADA LAHAN KERING MASAM

Subandi<sup>1</sup>

## ABSTRAK

Untuk pasokan bahan pangan dan industri pemerintahan Indonesia berupaya meningkatkan produksi beberapa produk pertanian, di antaranya adalah ubikayu, kacang tanah, dan daging sapi. Dalam meningkatkan produksi ketiga komoditas tersebut, dihadapkan pada sejumlah permasalahan, di antaranya areal tanam/panen yang belum luas, penerapan teknologi yang belum optimal sehingga produktivitasnya rendah, kekurangan pakan, dan ketidak-cukupan modal untuk menyediakan sarana produksi. Sehubungan dengan hal-hal tersebut di atas, upaya yang dinilai strategis adalah pengembangan pertanian tumpangsari ubikayu dengan kacang tanah untuk mendukung sistem usahatani Integrasi ternak-tanaman pada lahan kering masam yang banyak tersebar di luar Jawa. Untuk ini diperlukan dukungan teknologi yang tepat agar usaha pertanian menjadi produktif dan efisien. Berkenaan dengan itu kini telah tersedia komponen teknologi, yakni meliputi: (a) varietas unggul ubikayu, diantaranya Adira-4, Malang-4, Malang-6, UJ-5, dan UJ-3, (b) varietas unggul kacang tanah, di antaranya Kancil, Jerapah, Tuban, dan Bison, (3) tanah harus diolah, (d) pengaturan tanaman, yakni pada awal musim hujan menanam kacang tanah secara monokultur berjarak tanam 15 cm x 40 cm, ubikayu ditanam 20 hari kemudian secara sistem baris ganda dengan pengaturan jarak tanam (60 cm x 70 cm) x 260 cm; setelah kacang tanah pertama dipanen, kacang tanah kedua ditanam dalam lorong antara baris ganda ubikayu, (e) stek ubikayu dengan panjang 20-25 cm dan diameter 2-3 cm yang diperoleh dari pertanian yang berumur 7–12 bulan, ditanam secara vertical, (f) pemupukan: (a) untuk ubikayu 170 kg Urea+85 kg SP36+70 kg KCl+5.000 kg pupuk kandang/ha, sedang (b) bagi kacang tanah adalah untuk kacang tanah pertama 50 kg Urea+100 kg SP36+100 kg KCl+1.500 kg pupuk kandang/ha atau 1.500 kg/ha pupuk organik kaya hara Santap rakitan Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian, sedangkan untuk kacang tanah kedua 35 kg Urea+70 kg SP36+70 kg KCl+1.000 kg pupuk kandang/ha; atau 1.000 kg pupuk organik kaya

hara Santap. Jika kejenuhan Al lebih dari 30%, lahan harus dikapur untuk menurunkan kejenuhan Al hingga menjadi 30%, tetapi kalau kejenuhan Al kurang dari 30% pemberian kapur cukup 500 kg/ha. Pada sistem pertanian tumpangsari tersebut, akan diperoleh pakan sebagai hasil samping tanaman berupa: (a) daun ubikayu segar 5,9 t/ha, (b) kulit ubikayu segar 8,1 t/ha, dan (c) brangkas kacang tanah segar 17,9 t/ha.

Kata kunci: Tumpangsari ubikayu–kacang tanah, Integrasi ternak-tanaman, lahan kering masam

## ABSTRACT

To meet requirement of food and raw material for industrial uses, the Indonesian Government have been conducting efforts to increase several agricultural products, three of them are cassava, groundnut, and cattle. In increasing these commodities, it is faced a number of constraints or problems, among of them are low cropped or harvested areas of cassava as well as groundnut, low productivity due to not optimal production technology, insufficient of feed for cattle, and lack of capital for buying production inputs. Based on the situation, ones of strategic effort to be implemented is development cassava and groundnut intercropping to support crop-livestock system on less fertil acidic upland that widely distributed outside Java. For this, it is needed appropriate technology to generate a productive and efficient cropping. At the time being, the available component technologies for this are: (a) improved variety of cassava, i.e Adira-4, Malang-4, Malang-6, UJ-5, and UJ-3, (b) improved variety of groundnut, i.e Kancil, Jerapah, Tuban, and Bison, (c) soil must be tillage, (d) cropping arrangement: groundnut to be sown as monoculture at early weat season with spacing 15 cm x 40 cm, and cassava planted 20 days after sowing groundnut by double rows of (60 cm x 70 cm) 260 cm, after harvesting the first groundnut, the second groundnut be sown in the alley between double rows of cassava, (e) 20–25 cm lenght cassava material planting with diameter 2–3 cm taken from 7–12 months old crops should be vertically planted, (f) fertilization: (i) cassava: 170 kg Urea+85 kg SP36+70 kg KCl+5,000 kg cattle manure/ha, and (ii) groundnut: for the first crop 50 kg Urea+100 kg SP36+100 kg KCl+1,500 kg of manure/ha, or 1,500 kg of nutrient enriched or-

<sup>1</sup> Staf peneliti Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian (Balitkabi). Jl Raya Kendalpayak, Malang, Jawa Timur. Telp. 0341-801468; Fax. 0341-801496

ganic fertilizer (Santap) that formulated by Indonesian Legumes and Tuber Crops Research Institute, and for the second crop 35 kg Urea+70 kg SP36+70 kg KCl+1,000 kg of manure/ha, or 1,000 kg/ha of Santap. If Al saturation of soil more than 30%, the soil must be limed for decreasing Al saturation become 30%, however if Al saturation less than 30% it is enough to apply 500 kg of lime/ha. In the intercropping, it can be get forage include: (a) fresh cassava leaves 5.9 t/ha, (b) skin of fresh cassava root 8.1 t/ha, and (c) fresh shoot of groundnut 17.9 t/ha.

Key words: Cassava-groundnut intercropping, Crop-livestock system, acidic upland

## PENDAHULUAN

Untuk memperbaiki kecukupan pangan dan bahan baku industri, Pemerintah Indonesia berupaya meningkatkan produksi beberapa komoditas pertanian karena ketersediaannya dalam negeri belum mencukupi untuk pasokan pangan dan bahan baku industri, di antaranya adalah ubikayu (Suyamto dan Wargiono 2006), kacang tanah (Kasno 2006), dan daging sapi (Bamualim *et al.* 2008). Dalam meningkatkan produksi ketiga komoditas tersebut, pemerintah dan petani dihadapkan pada permasalahan, di antaranya adalah areal tanam/panen yang belum luas, penerapan teknologi belum optimal sehingga produktivitasnya rendah, kekurangan pakan, dan ketidak-cukupan modal untuk menyediakan sarana produksi.

Perluasan areal tanam/panen dapat ditempuh dengan membuka areal/lahan pertanian baru maupun meningkatkan Indeks Pertanaman (IP) lahan pertanian yang telah ada dengan memperbaiki atau mengintensifkan pola tanam, seperti tumpangsari dua atau lebih komoditas. Pola tanam tumpangsari merupakan sistem tanam yang terus berkembang karena diminati para petani khususnya di Jawa, hal ini sejalan dengan semakin sempitnya kepemilikan lahan garapan per keluarga petani. Dari segi ketersediaan lahan, peluang yang relatif besar adalah perluasan areal pada lahan kering masam yang banyak tersebar di luar Jawa, utamanya di Sumatera dan Kalimantan karena padanya terdapat 68,58 juta hektar dari total 102,82 juta hektar di Indonesia (Rachman *et al.* 2007).

Rata-rata produktivitas ubikayu nasional dan kacang tanah masih rendah, yakni berturut-turut 18,0 t/ha dan 1,2 t/ha (BPS 2009). Produktivitas

ubikayu di Indonesia yang rendah di antaranya disebabkan oleh penggunaan varietas lokal yang berdaya hasil rendah dan pemupukan yang tidak optimal (Karama 2003), sedangkan untuk kacang tanah adalah menanam varietas berdaya hasil rendah dan pengelolaan tanaman (populasi tanaman, pemupukan, pengairan, pengendalian organisme pengganggu tanaman) yang belum optimal.

Pupuk merupakan salah satu sarana produksi yang sangat menentukan tingkat produktivitas tanaman. Dengan semakin mahal harga pupuk anorganik buatan pabrik, pemerintah dan petani meningkatkan perhatiannya dalam menyediakan dan menggunakan pupuk kandang. Program peningkatan populasi ternak oleh pemerintah, selain untuk meningkatkan produksi daging juga untuk memperbanyak ketersediaan pupuk kandang. Penggunaan pupuk organik, seperti pupuk kandang, sangat diperlukan bagi lahan kering masam yang umumnya kandungan bahan organik dan kesuburan tanahnya rendah.

Dalam menyediakan pakan, khususnya pada daerah padat huni, petani atau peternak sangat tergantung pada hijauan produk samping pertanian. Ubikayu dan kacang tanah banyak menghasilkan produk samping berupa biomas atau hijauan pakan yang mempunyai kualitas lebih baik dari jerami padi maupun jagung (Wahyono dan Hardianto 2004).

Sehubungan dengan hal-hal yang disebutkan di atas, maka diperlukan teknologi pertanaman tumpangsari ubikayu dengan kacang tanah pada lahan kering masam untuk mendukung pertanian sistem integrasi ternak-tanaman pada lahan kering masam.

## TINGKAT KESUBURAN LAHAN KERING MASAM

Usaha pertanian di lahan kering masam di Indonesia yang didominasi jenis tanah Ultisol, Inceptisol, dan Oxisol (Rachman *et al.* 2007) akan menghadapi sejumlah permasalahan. Secara kimia jenis tanah tersebut umumnya mempunyai pH rendah yang menyebabkan kandungan Al terlarut tinggi sehingga dapat meracuni tanaman. Jenis tanah ini biasanya miskin unsur hara esensial makro seperti N, P, K, Ca, dan Mg; serta bahan organik (Kamprath 1970; Jou dan Kamprath 1979; Oates dan Kamprath 1983;

**Tabel 1. Beberapa varietas unggul ubikayu yang dilepas di Indonesia sejak tahun 1978**

No.	Varietas	Hasil ubi segar (t/ha)		Rasa*	Pati (%)*	Ketahanan terhadap tungau merah*
		A*	B**			
1	Adira-1	22,0 <sup>a</sup>	-	Tidak pahit	-	Agak tahan
2	Adira-2	22,0 <sup>a</sup>	-	Agak pahit	-	Cukup tahan
3	Adira-4	35,0 <sup>a</sup>	60 <sup>c</sup>	Agak pahit	18,0–22,0	Cukup tahan
4	Malang-1	48,7 <sup>b</sup>	-	Tidak pahit	-	Toleran
5	Malang-2	42,0 <sup>b</sup>	-	Tidak pahit	-	Agak peka
6	UJ-3	35,0 <sup>b</sup>	-	Pahit	20,0–27,0	-
7	UJ-5	38,0 <sup>b</sup>	54 <sup>d</sup>	Pahit	19,0–30,0	-
8	Malang-4	39,7 <sup>a</sup>	60 <sup>c</sup>	Pahit	25,0–32,0	Agak tahan
9	Malang-6	36,4	70 <sup>e</sup>	Pahit	25,0–32,0	Agak tahan

Keterangan: <sup>a</sup> Hasil rata-rata dari uji adaptasi/multilokasi; <sup>b</sup> hasil tertinggi pada uji adaptasi/multilokasi; <sup>c</sup> Hasil pertanaman umur 10 bulan di KP Muneng (Jatim); <sup>d</sup> Hasil penelitian BPTP-Lampung di KP Natar (Lampung); <sup>e</sup> Hasil pertanaman petani pada lahan perhutani umur 11 bulan di Kalipare, Malang Selatan (Jawa Timur)

Sumber: \*) Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian (2009)

\*\*) Komunikasi lisan.

Sudarman, 1987; Santoso 1991; Taufiq *et al.* 2004; Taufiq *et al.* 2007; Subandi *et al.* 2009). Meskipun hasil penelitian menunjukkan bahwa beberapa contoh jenis tanah Podsolik Merah-Kuning mengandung Al-dd relatif rendah (< 20%), namun secara umum jenis tanah ini banyak mengandung Al dapat ditukar (Al-dd) 20–70% (Sudarman 1987; Taufiq dan Kustiyastuti 2004; Santoso 1991; Taufiq *et al.* 2003), sehingga sudah mengganggu pertumbuhan tanaman yang relatif kurang tahan. Batas toleransi kejenuhan Al untuk kacang hijau sekitar 7,5%, kedelai 20,0%, kacang tanah 30%, dan ubikayu 80% (Arya 1990). Di antara jenis kacang-kacangan yang banyak dibudidayakan di Indonesia, kacang tanah adalah yang relatif tahan terhadap kemasaman tanah atau keracunan Al, sedang ubikayu tergolong tahan, sehingga keduanya berpeluang cukup besar untuk dikembangkan pada lahan kering masam.

Secara fisika, lahan kering masam teksturnya bervariasi, dari pasiran (*sandy*) sampai dengan lempungan (*clayey*) (Buurman dan Dai 1976; Buurman *et al.* 1976; Buurman dan Subagijo 1980; Buurman dan Sukardi 1980). Fraksi lempung tanah ini pada umumnya didominasi mineral silikat tipe 1:1 serta oksida dan hidroksida Fe dan Al (Buurman dan Dai 1976; Buurman *et al.* 1976; Bell dan Gillman 1978), yang tergolong

beraktivitas rendah dan daya memegang lengas rendah (Sanchez 1976, Buurman dan Dai 1976; Uehara dan Gillman 1981). Karena umumnya mengandung bahan organik rendah dan fraksi lempungnya beraktivitas rendah maka kapasitas tukar kation tanah (KTK) juga rendah (Kamprat 1970; Buurman dan Dai 1976; Arora dan Joo 1982), sehingga relatif kurang kuat memegang hara tanaman dan karenanya unsur hara mudah tercuci.

## KETERSEDIAAN TEKNOLOGI

### Varietas Unggul Ubikayu

Di antara komponen teknologi produksi, varietas unggul mempunyai peranan penting dan strategis karena unggul dalam hal potensi hasil, ketahanan terhadap cekaman biotik dan abiotik, kualitas produk yang menentukan kesesuaiannya dengan preferensi petani/pengguna, serta potensial mudah diadopsi petani jika bibitnya tersedia.

Sejak tahun 1978–2009 telah dilepas 10 varietas unggul ubikayu dengan karakter yang beragam (Tabel 1). Berdasarkan hasil uji adaptasi/multilokasi untuk pelepasan varietas, hasilnya berkisar 22,0–102,1 t/ha ubi segar. Varietas Adira-4, Malang-4, dan Malang-6, yang berdasarkan data uji adaptasi hasil rata-ratanya berturut-turut 35,5, 39,7, dan 36,4 t/ha, oleh beberapa

pihak di Jawa Timur (*komunikasi lisan*) dilaporkan produktivitasnya dapat mencapai 60–70 t/ha ubi segar. Tanaman ini menurut informasi dipanen pada umur sekitar 10–11 bulan, sedang pertanaman pada uji adaptasi/multilokasi umumnya dipanen pada umur sekitar 9 bulan. Untuk wilayah yang hujannya relatif tidak banyak (tipe iklim C dan D menurut klasifikasi Oldeman), produktivitas ketiga varietas tersebut lebih baik dibandingkan dengan Darul Hidayah, UJ-3, maupun Uj-5. Untuk meningkatkan rata-rata produktivitas ubikayu dalam negeri yang sekarang baru sekitar 18,0 t/ha ubi segar, varietas unggul tersebut sudah cukup memadai.

### Varietas Unggul Kacang Tanah

Untuk kacang tanah, sejak tahun 1950 hingga 2009 telah dilepas 29 varietas unggul (Balitkabi

2008). Karakter beberapa varietas unggul kacang tanah disajikan pada Tabel 2. Seperti halnya pada ubikayu, ketersediaan varietas unggul kacang tanah dinilai juga telah cukup memadai untuk pengembangan kacang tanah pada lahan kering.

### Penyiapan Lahan

Struktur dan konsistensi tanah sangat berpengaruh terhadap produktivitas tanaman ubikayu dan kacang tanah, karena akan menentukan kegemburan/keremahan tanah. Kondisi tanah yang gembur/remah diperlukan agar akar, ubi, dan polong dapat tumbuh dan berkembang optimal. Pengolahan tanah dapat meningkatkan hasil ubi segar, namun tidak mempengaruhi kadar pati ubi (Tabel 3). Pada lahan bukaan baru yang

**Tabel 2. Beberapa varietas unggul kacang tanah yang dilepas di Indonesia**

Varietas	Hasil polong kering (t/ha)		Umur panen (hari)	Ketahanan terhadap penyakit dan cekaman abiotik
	Potensi*	Rata-rata**		
1 Kelinci	-	2,3	90–95	Agak tahan layu bakteri, peka karat dan bercak daun
2 Singa	4,5	2,6	90–95	Toleran layu, tahan karat daun, dan agak tahan bercak daun, toleran kekeringan
3 Jerapah	4,0	1,9	90–95	Tahan layu, toleran karat dan bercak daun, toleran kekeringan dan lahan masam
4 Kancil	-	1,7	90–95	Tahan layu, toleran karat dan bercak daun, toleran <i>Aspergillus flavus</i>
5 Tuban	3,2	2,0	90–95	Tahan layu, toleran karat dan bercak daun, agak tahan <i>A. flavus</i> , toleran kekeringan
6 Bison	3,6	2,0	90–95	Agak tahan karat, bercak daun, dan <i>A. flavus</i> , toleran naungan intensitas 25%
7 Domba	3,6	2,0	90–95	Agak tahan karat dan bercak daun, tahan <i>A. flavus</i>

\* Hasil tertinggi yang dicapai saat uji multilokasi; \*\* Rata-rata hasil pada uji multilokasi.

Sumber: Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan umbi-umbian (2009).

**Tabel 3. Pengaruh pengolahan tanah terhadap hasil ubi segar dan kadar pati ubikayu**

Pengolahan tanah	Varietas Rayong 90		Varietas Rayong 5	
	Ubi segar (t/ha)	Pati (%)	Ubi segar (t/ha)	Pati (%)
Tanpa Olah Tanah	13,63	26,00	10,66	21,67
Satu kali bajak dengan 7 - bajak piringan	16,86	26,00	14,46	22,25
Dua kali bajak dengan 7- bajak piringan	17,86	25,00	19,28	21,22

Sumber: Jongruaysup *et al.* (2002)



**Tabel 4. Pengaruh cara pengolahan tanah terhadap hasil ubikayu pada lahan kering masam di Manggala, Lampung Utara.**

Cara pengolahan tanah	Hasil ubi segar	
	Hasil aktual (t/ha) <sup>†</sup>	Hasil relatif (%)
Tanpa olah tanah (TOT)*	7,28	100
Strip tillage**	8,93	123
Sempurna***	10,12	139

Keterangan:

\* Alang-alang disemprot dengan herbisida, tujuh hari kemudian stek ubikayu ditanam tanpa pengolahan tanah (TOT).

\*\* Pengolahan tanah hanya dilakukan pada bagian barisan tanam saja dengan bajak yang ditarik ternak sapi, alang-alang sebelum pengolahan juga disemprot dengan herbisida seperti pada perlakuan TOT.

\*\*\* Tanah diolah sempurna dengan traktor: dua kali dibajak melintang, satu kali dibajak membujur, dan kemudian digulud. Pengendalian alang-alang sebelumnya juga seperti TOT.

<sup>†</sup> Hasil rata-rata dua varietas (Malang-6 dan UJ-3) pada empat tingkat populasi (10.000, 20.000, 30.000, dan 40.000 tanaman/ha). Hasil relatif rendah karena tanaman relatif kurang air sejak bulan Juni hingga Oktober 2006 (ditanam pada bulan Februari 2006).

Sumber: Saleh *et al.* (2006).

semula bervegetasi alang-alang, pengolahan tanah sempurna dan pengolahan tanah pada barisan tanam (*strip tillage*) berturut-turut memberikan hasil relatif 139 % dan 123 % dibandingkan dengan tanpa olah tanah (Tabel 4).

### Penataan dan Populasi Tanaman

Penataan dan penetapan populasi tanaman merupakan faktor penting yang akan menentukan pertumbuhan dan produktivitas pertanaman sistem tumpangsari. Penelitian pada tanah masam Ultisol di Banjarnegara (Jawa Tengah) yang mempunyai pH 4,7–4,9 dengan kejenuhan Al-dd 0,0–10,8%, sistem tumpangsari ubikayu dan kacang tanah mampu menghasilkan rata-rata 2,37–2,68 t/ha polong kering. Pada sistem ini kacang tanah ditanam pada populasi normal (monokultur), jarak tanam 40 cm x 15 cm (populasi sekitar 166.600 tan/ha), ditanam 20 hari mendahului ubikayu yang ditanam secara sistem baris ganda dengan pengaturan jarak tanam (60 cm x 70 cm) x 260 cm (jumlah tanaman sekitar 86% dari populasi monokultur 10.000 tanaman/ha) Setelah kacang tanah dipanen (kacang tanah pertama), lorong di antara baris ganda ubikayu yang berjarak 260 cm ditanami kacang tanah lagi (kacang tanah kedua). Tanaman kacang tanah kedua ini mampu menghasilkan rata-rata 0,60–0,90 t/ha polong kering. Selain diperoleh hasil kacang tanah dua kali panen sejumlah 2,97–3,58 t/ha, pada tumpangsari tersebut diperoleh hasil

ubikayu rata-rata 40–41 t/ha ubi segar. Hasil ubikayu ini sekitar 27–33% lebih tinggi dari ubikayu pertanaman petani yang umumnya ditanam secara baris tunggal dengan jarak 120 cm x 80 cm (Balitkabi 2008). Apabila jarak antar baris ganda ubikayu 200 cm, kacang tanah pertanaman kedua hanya menghasilkan 98–114 kg/ha polong kering (Rahmianna *et al.* 2008).

Penerapan sistem tumpangsari tersebut memberikan beberapa kelebihan, yakni: (a) meningkatkan produktivitas lahan, (b) petani memperoleh hasil panen yang jenisnya lebih beragam sehingga potensial dapat mengurangi risiko kerugian akibat gagal panen salah satu komoditas tertentu, serta (c) petani yang semula hanya menanam ubikayu akan cepat memperoleh hasil panen berupa kacang tanah, sebelum ubikayu dapat dipanen.

### Pengelolaan Bibit dan Penyiapan Stek Ubikayu

Hasil ubikayu sangat tergantung pada kualitas bibit yang digunakan. Bibit ubikayu harus diperoleh dari tanaman yang telah cukup umur, yakni dari tanaman yang berumur 7–12 bulan (Wargiono *et al.* 2006). Teknik dan lama penyimpanan bibit ubikayu akan mempengaruhi persentase tanaman yang hidup (*plant survival rate*). Agar baik, bibit ubikayu perlu disimpan pada tempat teduh atau dinaungi (terlindung) dan lama penyimpanan tidak lebih dari 45 hari,

dengan teknik demikian tanaman hidup dapat mencapai 80% atau lebih (Tabel 5).

Bagian batang yang sesuai untuk bibit/stek adalah bagian pangkal dan tengah (Tabel 6). Diameter batang yang ideal untuk bibit/stek adalah 2–3 cm. Untuk masa penanaman musim hujan, stek yang ditanam vertikal dan miring tidak memberikan perbedaan terhadap jumlah tanaman yang tumbuh, hasil ubi, dan kadar pati (Tabel 7). Kedua posisi tanam stek tersebut pengaruhnya lebih baik daripada posisi stek horisontal. Setelah memasuki awal musim kemarau, cara tanam stek terbaik stek adalah secara vertikal kemudian secara berurutan diikuti oleh stek miring dan stek horisontal. Perbedaan panjang stek 20 cm dengan 25 cm tidak banyak berpengaruh kecuali terhadap jumlah tanaman yang hidup. Pada musim hujan, penanaman stek dengan kedalaman 5–10 cm dan

15 cm memberikan pengaruh yang sama terhadap jumlah tanaman tumbuh, hasil ubi, dan kadar pati. Pada musim kemarau penanaman stek sedalam 15 cm berpengaruh lebih baik terhadap jumlah tanaman tumbuh maupun hasil ubi.

### Pemupukan

Lahan kering masam yang telah lama dimanfaatkan untuk pertanian umumnya miskin bahan organik dan unsur hara, maka pemupukan harus dilakukan agar tanaman dapat tumbuh dan menghasilkan secara memuaskan.

Kandungan C-organik pada tanah lapisan atas umumnya sekitar 2,0% atau kurang dari itu, sedang C-organik tanah lapisan di bawahnya lebih rendah (Saleh *et al.* 2006; Taufiq *et al.* 2007; Subandi *et al.* 2009), sehingga perlu penambahan bahan organik. Bahan organik dapat berasal dari

**Tabel 5. Pengaruh teknik dan lama penyimpanan bibit terhadap persentase tanaman hidup bibit ubikayu**

Lama penyimpanan (hari)	Tanaman hidup (%)		
	Di bawah naungan	Di bawah sinar matahari	Ditutup dengan daun
0	95,6	95,3	96,5
15	93,5	93,4	91,6
30	83,4	84,3	87,9
45	80,0	55,9	58,4
60	57,5	48,9	50,0
75	49,2	31,9	43,1
90	44,9	28,9	35,9
105	43,2	21,0	22,1

Sumber: Sinthuprama dan Tiraporn *dalam* Howeler (2002).

**Tabel 6. Daya tumbuh dan hasil ubikayu berdasarkan asal bagian batang dan diameter bibit**

Asal dan diameter bibit	Daya tumbuh (%)	Hasil relatif (%)
<b>Asal bibit</b>		
• Bagian tengah batang	100	100
• Bagian pangkal batang	95	88
• Bagian pucuk batang	33	62
<b>Diameter bibit/stek</b>		
• <2 cm	94	93
• 2–3 cm	100	100
• >3 cm	95	90

Sumber: Tonglum (2001) dan Wargiono (2001) dalam Wargiono *et al.* (2006).

**Tabel 7. Pengaruh panjang, kedalaman tanam, dan posisi stek terhadap jumlah tanaman tumbuh, hasil ubi, dan kadar pati.**

Panjang, posisi, dan kedalaman tanam stek	Musim hujan			Awal musim kemarau		
	Jumlah tanaman hidup (ribu/ha)	Hasil ubi (t/ha)	Kadar pati (%)	Jumlah tanaman hidup (ribu/ha)	Hasil ubi (t/ha)	Kadar pati (%)
Panjang stek (cm)						
• 20	14,55	14,52	16,67	10,58	14,53	18,51
• 25	14,41	13,54	16,69	13,02	15,41	18,87
Kedalaman tanam (cm)						
• 5–10	14,43	13,90	16,61	9,74	13,14	18,21
• 15	14,56	14,43	16,73	12,71	16,17	18,97
Posisi stek						
• Vertikal	14,87	16,04	17,03	13,04	17,74	19,04
• Miring	14,89	15,46	17,14	11,99	16,40	18,68
• Horisontal	13,74	11,08	15,85	9,31	10,32	18,17

Sumber: Tonglum *et al.* (1992) dalam Howeler (2002).

pupuk kandang sapi, pupuk kandang ayam, maupun kompos. Pupuk kandang sapi dan pupuk kandang ayam merupakan dua jenis pupuk organik yang umum digunakan oleh petani ubikayu di Lampung, bahkan pupuk kandang ayam sering didatangkan dari Jawa.

Informasi hasil penelitian pemupukan organik pada tanah Alfisol yang umumnya juga mengandung bahan organik rendah dapat dipakai pertimbangan dalam pengelolaan lahan kering masam. Pemberian pupuk kandang pada tanah Alfisol di Bantur Malang pada takaran 3 ton dan 6 ton per hektar sangat nyata pengaruhnya terhadap hasil ubikayu monokultur (Tabel 8). Pemberian pupuk kandang pada pertanaman ubikayu monokultur pada lahan suboptimal di Thailand hingga takaran 6–12 t/ha masih diikuti oleh peningkatan hasil ubi (Tabel 9).

Pupuk kandang ayam pengaruhnya lebih besar daripada pupuk kandang sapi. Hal yang sama juga diinformasikan oleh sejumlah petani di Lampung, namun pengaruh pupuk kandang ayam lebih cepat menurun daripada pupuk kandang sapi. Pengaruh residu pupuk kandang ayam sudah tidak begitu nyata pada pertanaman ubikayu tahun berikutnya, sedang pupuk kandang sapi pengaruh residunya masih nyata.

Pada lahan kering masam di Sukadana (Lampung Timur), dibandingkan dengan perla-

**Tabel 8. Pengaruh pupuk kandang terhadap hasil dua varietas ubikayu pada tanah Alfisol di Bantur Malang**

Takaran pupuk kandang (t/ha)	Hasil ubi segar (t/ha)	
	UJ-5	Malang-6
0	15,0	15,1
3	18,8	19,5
6	22,0	22,2

Pupuk dasar: 150 kg Urea + 100 kg ZA + 100 kg KCl

Sumber: Ispandi dan Munip.

kuan tanpa pupuk, pemberian pupuk kandang kotoran sapi 5,0 t/ha dan kotoran ternak ayam 3,0 t/ha, pupuk organik kaya hara Santap A dan Santap B 1,5 t/ha, serta pupuk organik Petroganik 1,5 t/ha mampu meningkatkan hasil polong kering kacang tanah monokultur (Tabel 10). Kecuali pupuk kandang sapi yang cara pemberiannya dihambur merata dan diaduk dengan tanah lapisan olah, semua pupuk organik diaplikasi sebagai penutup benih pada lubang tanam. Penambahan pupuk Phonska 150 kg/ha (diaplikasi dalam alur di samping barisan tanaman) pada pertanaman yang telah dipupuk 1,5 t/ha pupuk Santap A, maupun Santap B tidak meningkatkan hasil. Pemberian pupuk organik kaya

**Tabel 9. Pengaruh pemberian pupuk kandang sapi dan ayam terhadap hasil ubikayu di Sakon Nakhon dan Maha Sarakham (Thailand), rata-rata dari tiga tahun**

Takaran pupuk kandang (t/ha)	Pupuk kandang sapi*		Pupuk kandang ayam**	
	A	B	A	B
0	17,6	-	26,7	48,7
3,12	-	-	48,1	52,6
6,25	21,9	-	53,1	58,4
12,50	23,4	-	-	-

\*Di Sakon Nakhon A: Tanpa pupuk kimia

\*\* Di Maha Sarakham B: Dengan pupuk kimia (47-47-47 kg N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O/ha).

Sumber: Wongwiwatchai *et al.* (2002).

**Tabel 10. Pengaruh pemberian pupuk anorganik dan organik terhadap hasil polong kacang tanah (Jerapah) pada lahan kering masam di Sukadana Lampung Timur. MT 2010**

Perlakuan (kg/ha) *	Bobot polong kering (t/ha)
Tanpa pupuk	1,06
Phonska 300	1,88
Pupuk kandang Sapi 5.000	1,32
Pupuk kandang Ayam 3.000	1,54
Santap A 1.500	1,69
Santap A 1.500 + Phonska 150	1,81
Santap B 1.500	1,60
Santap B 1.500 + Phonska 150	1,86
Petroganik 1.500	1,49
Petroganik 1.500 + Phonska 150	1,77

\* Santap A dan Santap B: pupuk organik kaya hara rakitan Balitkabi.

Perlakuan dasar: Tanah diberi kapur untuk menurunkan tingkat kejenuhan Al dari 41% menjadi 30%.

Sumber: Subandi *et al.* (2010).

**Tabel 11. Hasil ubikayu pada pemupukan N, P, K, dan kapur dalam kaitannya dengan varietas, waktu tanam, dan umur panen pada lahan kering masam di Tulang Bawang (Lampung)**

Varietas	Waktu tanam	Hasil ubi segar (t/ha)			
		9 bulan	10 bulan	11 bulan	12 bulan
Malang-6	Februari	33,3	35,5	40,4	50,3
	Juni	26,8	33,3	48,5	41,4
	Oktober	37,5	38,9	42,1	33,9
UJ-5	Februari	36,2	37,9	44,3	48,0
	Juni	26,5	30,7	34,9	32,6
	Oktober	33,4	37,9	38,3	36,9

Pemupukan: 200 kg Urea + 100 kg SP36 + 100 kg KCl + 300 kg kapur.

Sumber: Saleh *et al.* (2006).

hara Santap A dan Santap B pada takaran yang lebih sedikit dibandingkan dengan pupuk kandang kotoran sapi maupun kotoran ayam, memberikan hasil polong kering yang lebih tinggi. Ini berarti bahwa penggunaan pupuk organik Santap A dan Santap B akan memberikan keuntungan ganda, sebab selain meningkatkan hasil juga mengurangi jumlah pupuk, yang pada gilirannya akan menurunkan biaya tenaga kerja untuk pengangkutannya ke lahan.

Pada penelitian ubikayu monokultur pada lahan kering masam di Kebun Percobaan Natar (BPTP Lampung), pemupukan 200 kg Urea + 100 kg SP36 + 100 kg KCl + 300 kg kapur/ha mampu menghasilkan ubi segar 26–50 t/ha, bervariasi tergantung pada varietas, waktu tanam, dan umur panen (Tabel 11).

Kacang tanah (monokultur) varietas Kancil di Rumbia (Lampung Tengah) dengan pemupu-



kan N dan P menghasilkan 2,52 t/ha polong kering, dengan menambah dolomit dan pupuk kandang hasil meningkat menjadi 2,69 t/ha (Tabel 12). Tingkat hasil ini jauh lebih tinggi dibandingkan dengan rata-rata hasil kacang tanah di Lampung yaitu 1,27 t/ha (BPS 2009).

Dalam tumpangsari ubikayu dan kacang tanah, pemberian kapur untuk pemupukan Ca dan/atau Mg pada ubikayu tidak perlu diberikan secara khusus, karena akan diperoleh dari kapur yang diberikan untuk menurunkan kejenuhan Al dalam tanah hingga menjadi 30% (kadar kritis untuk kacang tanah). Tetapi apabila kejenuhan Al tanah kurang dari 30%, pemberian kapur cukup 500 kg/ha sebagai sumber hara Ca dan Mg. Takaran pupuk (organik dan anorganik), disesuaikan dengan populasi tanaman. Pada sistem pertanaman tumpangsari ubikayu dengan kacang tanah tersebut di depan, maka takaran pupuk adalah: (1) untuk ubikayu (populasi 85% dari populasi monokultur): 0,85 (200 kg Urea+100 kg SP36+100 kg KCl/ha+6.000 kg pupuk kandang/ha) = 170 kg Urea+85 kg SP36+70 kg KCl+5.000 kg pupuk kandang), dan (2) untuk kacang tanah pertama 50 kg Urea+100 kg SP36+100 kg KCl+1.500 kg pupuk kandang/ha atau 1.500 kg pupuk organik kaya hara Santap, sedangkan untuk kacang tanah kedua (populasi 70% dari populasi monokultur): 0,70 (50 kg Urea+100 kg SP36+100 kg KCl+1.500 kg pupuk kandang/ha) = 35 kg Urea+70 kg SP36+70 kg KCl+1.000 kg pupuk kandang/ha; atau 1.000 kg pupuk organik kaya hara Santap.

Dalam aplikasi pupuk, untuk: (a) pupuk organik adalah sebagai berikut: untuk ubikayu diberikan secara dihambur pada barisan tanaman atau

**Tabel 12. Pengaruh pemberian N, P, K, dolomit, dan pupuk kandang terhadap hasil kacang tanah (varietas Kancil) di Rumbia (Lampung Tengah). MT 2009**

Perlakuan pupuk dan dolomit (t/ha)	Hasil polong kering (t/ha)
50 kg Urea + 100 kg SP36	2,52
50 kg Urea+ 100 kg SP36 + 100 kg KCl + 500 kg dolomit + 1.500 kg pupuk kandang sapi	2,69

Sumber: Rahmianna *et al.* (2010).

di sekitar tanaman, sedangkan bagi kacang tanah diberikan sebagai penutup benih pada lubang tanam, dan (b) pupuk anorganik dihambur di samping barisan tanaman.

### Pengendalian Gulma

Dalam masa tiga bulan pertama pertumbuhan ubikayu masih lambat, sehingga gulma tumbuh cepat sebab kurang memperoleh saingan dari tanaman ubikayu untuk mendapatkan sinar matahari, air, dan unsur hara. Ubikayu tumbuh cepat mulai umur empat bulan, oleh karenanya pada masa pertumbuhan tiga bulan pertama pengendalian gulma harus dilakukan (Wargiono *et al.* 2006). Pengendalian gulma pada masa pertumbuhan tiga bulan pertama sangat besar pengaruhnya terhadap peningkatan hasil ubi (Tabel 13). Setelah berumur empat bulan, pertanaman ubikayu tidak memerlukan penyiangan lagi.

Penyiangan pada kacang tanah perlu dilakukan minimal dua kali, tergantung pada kondisi pertumbuhan gulma. Penyiangan pada kacang tidak boleh dilakukan pada masa pembungaan, karena merusak bunga dan mengganggu pembentukan ginofor.

### Panen Daun Ubikayu

Dalam tumpangsari ubikayu dan kacang tanah, hijauan pakan ternak sebagai hasil samping adalah berupa daun ubikayu yang diperoleh secara merempes daun tua maupun memotong tajuk daun (*prunning*), kulit ubikayu, serta brang-

**Tabel 13. Pengaruh masa bebas gulma terhadap hasil ubikayu**

Jumlah bulan bebas gulma	Hasil ubi (t/ha)	
	Awal musim hujan	Akhir musim hujan
0 bulan (kontrol)	5,83	9,56
2 bulan pertama	24,34	20,98
3 bulan pertama	24,28	22,61
4 bulan pertama	22,59	21,25

Sumber: Wargiono *et al.* (2006)

Penyiangan pada kacang tanah perlu dilakukan minimal dua kali, tergantung pada kondisi pertumbuhan gulma. Penyiangan pada kacang tidak boleh dilakukan pada masa pembungaan, karena merusak bunga dan mengganggu pembentukan ginofor.

kasan kacang tanah yang diperoleh saat panen. Hasil penelitian di Thailand menunjukkan bahwa dengan populasi tanaman 10.000 tanaman/ha, pada saat panen ubikayu diperoleh daun sebanyak 6,9 t/ha (Limsila *et al.* 2002). Penelitian yang lain menunjukkan bahwa peningkatan frekuensi pemotongan daun meningkatkan hasil daun, tetapi tidak menurunkan hasil ubi (Tabel 14).

**Tabel 14. Pengaruh frekuensi pemotongan daun ubikayu terhadap hasil daun dan ubi Varietas Rayong 1.**

Frekuensi pemotongan daun	Hasil daun segar (t/ha)*	Hasil ubi segar (t/ha)*
Satu kali, pada saat panen	4,69	17,5
Dua kali, pada enam dan 12 bulan setelah tanam	4,73	17,3
Tiga kali, setiap empat bulan	9,17	18,6
Enam kali, setiap dua bulan	11,89	17,4

\*) Hasil rata-rata dari tiga tahun pertanaman  
 Sumber: Thongsri *et al.* dalam Limsila *et al.* (2002)

### Potensi Produksi Pakan pada Sistem Tumpangsari

Pada sistem pertanaman tumpangsari ubikayu dengan kacang tanah, pakan ternak yang diperoleh sebagai hasil samping dari tanaman dapat berupa daun ubikayu, brangkas kacang tanah, dan kulit ubikayu.

Berdasarkan tata-letak atau populasi tanaman dan hasil ubi pada penelitian di lahan kering masam Banjarnegara Jawa Tengah (Rahmianna *et al.* 2008) serta potensi pakan hasil samping tanaman ubikayu dan kacang tanah pertanaman monokultur, dapat dihitung potensi hasil pakan hasil samping pertanaman sistem tumpangsari ubikayu dengan kacang tanah (Tabel 15). Dengan pertanaman sistem tumpangsari ubikayu dengan kacang tanah seperti yang dilakukan pada lahan kering masam di Banjarnegara, maka pada sistem pertanaman tumpangsari tersebut akan diperoleh pakan ternak hasil samping tanaman berupa: (1) daun ubikayu segar 5,9 t/ha (diperoleh sekali pada saat panen), (2) kulit ubikayu segar 8,1 t/ha, dan (3) brangkas kacang tanah segar 14,7 t/ha.

**Tabel 15. Potensi pakan sebagai hasil samping tanaman pada pertanaman sistem tumpangsari ubikayu dan kacang tanah pada lahan kering masam**

Jenis pakan sebagai hasil samping tanaman	Hasil pakan	
	Pada sistem pertanaman monokultur	Populasi pada sistem pertanaman tumpangsari
1. Ubikayu		
• Populasi tanaman	10.000 tanaman/ha (100%)	8.500 tanaman/ha (85%)
• Daun segar	6,9 t/ha <sup>a)</sup>	5,9 t/ha <sup>d)</sup>
• Kulit ubi segar	20% dari bobot ubi segar <sup>b)</sup>	8,1 t/ha <sup>e)</sup>
2. Kacang tanah		
• Populasi tanaman	166.600 tanaman/ha (100%)	• Pertanaman pertama 166.600 tanaman/ha (100%) • Pertanaman kedua 116.000 tanaman/ha (70%)
• Brangkas segar	10,5 t/ha <sup>c)</sup>	17,9 t/ha <sup>f)</sup>

Keterangan:

<sup>a)</sup> Data Limsila *et al.* (2002); <sup>b)</sup> Data pengamatan Iman Sutrisno dalam Subandi dan Marwoto (2008); <sup>c)</sup> Data Kasno dalam Subandi dan Marwoto (2008); <sup>d)</sup> Diperoleh dari: 0,85 x 6,9 t/ha; <sup>e)</sup> Diperoleh dari: 0,20 x 40,5 t/ha (hasil ubi segar pada tumpangsari ubikayu dengan kacang tanah di Banjarnegara); <sup>f)</sup> Diperoleh dari: 10,5 t/ha + (0,70 x 10,5 t/ha)

### KESIMPULAN

1. Untuk meningkatkan kecukupan pangan dan bahan baku industri, pemerintah Indonesia berupaya meningkatkan produksi ubikayu, kacang tanah, dan daging sapi.
2. Dalam meningkatkan produksi ketiga komoditas tersebut, pemerintah dan petani dihadapkan pada sejumlah kendala dan permasalahan, di antaranya adalah areal tanam/panen yang belum luas, penerapan teknologi belum optimal sehingga produktivitasnya rendah, kekurangan pakan, dan ketidakcukupan modal untuk menyediakan sarana produksi.
3. Sehubungan dengan hal-hal tersebut di atas, upaya yang dinilai strategis adalah pengembangan pertanaman tumpangsari ubikayu dengan kacang tanah untuk mendukung sistem usahatani integrasi ternak-tanaman pada lahan kering masam yang banyak tersebar di luar Jawa, terutama di Sumatera dan Kalimantan. Untuk ini diperlukan dukungan teknologi yang tepat agar usaha pertanaman menjadi produktif dan efisien.
4. Untuk itu, saat ini telah tersedia komponen teknologi, yakni meliputi: (a) varietas unggul ubikayu, di antaranya Adira-4, Malang-4, Malang-6, UJ-5, dan UJ-3, (b) varietas unggul kacang tanah, di antaranya Kancil, Jerapah, Tuban, dan Bison, (3) tanah harus diolah, (d) pengaturan tanaman, yakni pada awal musim hujan menanam kacang tanah secara monokultur berjarak tanam 15 cm x 40 cm, ubikayu ditanam 20 hari kemudian secara sistem baris ganda dengan pengaturan jarak tanam (60 cm x 70 cm) x 260 cm; setelah kacang tanah pertama dipanen, kacang tanah kedua ditanam dalam lorong antara baris ganda ubikayu, (e) stek ubikayu dengan panjang 20–25 cm dan diameter 2–3 cm yang diperoleh dari pertanaman yang berumur 7–12 bulan, ditanam secara vertikal, (f) pemupukan untuk ubikayu 170 kg Urea+85 kg SP36+70 kg KCl+5.000 kg pupuk kandang/ha, sedang untuk kacang tanah adalah: kacang tanah pertama 50 kg Urea+100 kg SP36+100 kg KCl+1.500 kg pupuk kandang/ha atau 1.500 kg pupuk organik kaya hara Santap rakitan Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian, dan untuk kacang tanah kedua 35 kg Urea + 70 kg

SP36 + 70 kg KCl + 1.000 kg pupuk kandang/ha atau 1.000 kg Santap. Jika kejenuhan Al dalam tanah lebih dari 30%, lahan harus dikapur untuk menurunkan kejenuhan Al hingga menjadi 30%, sedangkan apabila kejenuhan Al kurang dari 30% pemberian kapur cukup 500 kg/ha.

5. Pada sistem pertanaman tumpangsari tersebut, akan diperoleh pakan sebagai hasil samping tanaman berupa: (a) daun ubikayu segar 5,9 t/ha (diperoleh sekali pada saat panen), (b) kulit ubikayu segar 8,1 t/ha, dan (c) brangkas kacang tanah segar 17,9 t/ha.

### DAFTAR PUSTAKA

- Arora, Y. & A. S. R. Juo. 1982. Leaching of fertilizer ions in kaolinitic Ultisol in the high rainfall tropics: Leaching of nitrate in the field plots under cropping and bare fallow. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 46: 1212–1218.
- Arya, L. M., 1990. Properties and process in upland acid soils in Sumatera and their management for crop production. *Sukarami Res. Inst. for Food Crops.* 109.
- Bamualim, A., Kuswandi, A. Azhari, dan B. Haryanto. Sistem usahatani tanaman-ternak, p. 19–33 *dalam:* Adi Wijono *et al.* (Ed.). Sistem integrasi tanaman pangan-ternak bebas limbah. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan.
- Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian. 2008. Hasil utama penelitian kacang-kacangan dan umbi-umbian tahun 2007. Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian. 33 hlm.
- Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian. 2009. Deskripsi Varietas Unggul Kacang-kacangan dan Umbi-umbian. Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian. 175 hlm.
- BPS. 2009. Statistik Indonesia 2009. Badan Pusat Statistik. 640 p
- Bell, L. C. dan Gillman. 1978. Surface charge characteristics and soil solution composition of highly weathered soils, p. 37–57 *dalam:* C. S. Andrew & E. J. Kamprath (Ed.). Mineral nutrition of legumes in tropical and subtropical soils. Commonwealth Sci. and Indust Res Org. Melbourne, Australia.
- Buurman, P. & J. Dai. 1976. Research on Podzolic soils in central and North Lampung (Sumatera) and its bearing on agricultural development, p. 117–150 *dalam:* Proc ATA 106 Midterm Seminar, Tugu October 13–14, 1976. Bul 3, Soil Research Institute, Bogor.
- Buurman, P., L. Rochimah, & A. M. Sudihardjo. 1976. Soil genesis on acid tuffs in Banten (west Java, Indo-

- nesia), p. 151–172 *dalam*: Proc ATA 106 Midterm Seminar, Tugu October 13–14, 1976. Bul 3, Soil Res Inst, Bogor.
- Buurman, P. & Sukardi. 1980. Brown soils, Latosols or Podzolic, p. 93–104 *dalam*: P. Buurman (Ed.). Red soils in Indonesia. Centre for Agric Publ and Doc, Wageningen. Agric Res Reports 889. BulNo. 5, Soil Res Inst, Bogor.
- Buurman, P. & Subagjo. 1980. Soil formation on granodiorites near Pontianak (West Kalimantan), p. 107–118 *dalam*: P. Buurman (Ed.). Red soils in Indonesia. Centre for Agric Publ and Doc, Wageningen. Agric Res Reports 889. Bul No. 5, Soil Research Institute, Bogor.
- Howeler, R.H. 2002. Agronomic Practices for Sustainable Cassava Production, p. 288–314 *dalam*: R.H. Howeler (Ed.). Cassava Research and Development in Asia: Exploring New Opportunities for an Ancient Crop. Proc of the Seventh Regional Workshop Held in Bangkok, Thailand. Oct 28–Nov 1, 2002.
- Ispandi, A & A. Munip. 2005. Pengaruh Pupuk Organik dan Pupuk K terhadap Peningkatan Serapan Hara dan Produksi Umbi Beberapa Klon Ubi Kayu di Lahan Kering Alfisol. Makalah Bahan Seminar Hasil Penelitian Tanaman Pangan di Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian.
- Jongruaysub, S., P. Namwong, A. Tiensiroek, C. Laochaikarn, A. Joodkong, S. Katong, W. Watananonta, & R.H. Howeler. 2002. Minimum Tillage for Cassava in Thailand, p. 251–263 *dalam*: R.H. Howeler (Ed.). Cassava Research and Development in Asia: Exploring New Opportunities for an Ancient Crop. Proc of the Seventh Regional Workshop Held in Bangkok, Thailand. Oct 28–Nov 1, 2002.
- Juo, A.S.R. & E.J. Kamprath. 1979. Retention and leaching of nutrients in a limed Ultisol under cropping. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 43: 35–38.
- Oates, K.M. & E.J. Kamprath. 1983. Soil acidity and liming. I. Effect of the extracting solution cation and pH on the removal of aluminum from acid soils. Soil Sci Soc Am. J. 47: 686–689.
- Kamprath, E.J. 1970. Exchangeable aluminum as a criteria for liming leached mineral soils. Soil Sci Soc Am. Proc. 34: 252–254.
- Karama, S. 2003. Potensi, tantangan dan kendala ubikayu dalam mendukung ketahanan pangan, p. 1–14 *dalam*: Hartojo *et al.* (Ed.). Pemberdayaan ubikayu mendukung ketahanan pangan nasional dan pengembangan agribisnis kerakyatan. Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian.
- Kasno, A. 2006. Prospek Pengembangan Kacang Tanah di Lahan Kering Masam dan Lahan Gambut. No. 11: 1–6. Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian.
- Limsila, A., S. Tungsukul, P. Sarawat, W. Watananonta, A. Boonsing, S. Pichitporn, & R.H. Howeler. 2002. Cassava Leaf Production Research in Thailand, p. 472–480 *dalam*: R.H. Howeler (Ed.). Cassava Research and Development in Asia: Exploring New Opportunities for an Ancient Crop. Proc of the Seventh Regional Workshop Held in Bangkok, Thailand. Oct 28–Nov 1, 2002.
- Rachman, A., I.G.M. Subiksa, dan Wahyunto. 2007. Perluasan areal tanaman kedelai ke lahan suboptimal, p. 185–204 *dalam*: Sumarno *et al.* (Ed.). Kedelai. Teknik Produksi dan Pengembangan. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan.
- Rahmianna, A.A., A. Taufiq, B.S. Radjit, R.D. Purwaningrahayu, N. Saleh, E. Ginting, A. Wijanarko, Sumartini, S.W. Indiati, dan S Hardaningsih. 2008. Teknologi Produksi Kacang Tanah dan Kacang Hijau Spesifik Lokasi, p. H-9–H-66 *dalam*: Hasil Penelitian Komponen Teknologi Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian Tahun 2007. Buku II, Laporan Teknis (per RPTP). Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian.
- Rahmianna, A.A., A. Wijanarko, dan B.S. Radjit. 2010. Perbaikan teknologi produksi guna peningkatan hasil kacang tanah dan kacang hijau unggul, p. h-7–H-53 *dalam*: Hasil penelitian komponen teknologi tanaman kacang-kacangan dan umbi-umbian tahun 2009. Buku II, Laporan akhir tahun (per RPTP). Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian.
- Saleh, N., B. Santoso, A. Munip, Y. Widodo, N. Prase tyawati, & K. Hartoyo. 2006. Pengaturan Waktu Tanam dan Panen Ubikayu di Lahan Kering Lampung *dalam*: N. Saleh *et al.* (Ed.). Alternatif Teknologi Produksi Ubikayu untuk Mendukung Agroindustri. Laporan Akhir Tahun 2006. Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian.
- Sanchez, P.A. 1976. Properties and management of soil in the tropics. John Wiley & Sons Ltd., New York. 618 p.
- Santoso, D. 1991. Agricultura land of Indoneia. IARD. J. 13: 33–36.
- Subandi dan Marwoto. 2008. Teknologi kacang-kacangan dan umbi-umbian mendukung sistem integrasi tanaman-ternak, p: 86–104 *dalam*: Adi Wijono *et al.* (Ed.). Sistem Integrasi Tanaman Pangan-Ternak Bebas Limbah. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan.
- Subandi, A. Wijanarko, G.S A. Fatah, J. Pitoyo, dan F. Rozi. 2009. Pengaruh Ameliorasi Sampai Tanah *Subsoil* dan Alat Tanam pada Lahan Kering Masam