

Peranan Bahan Organik dalam Peningkatan Produksi Kedelai dan Ubi Kayu pada Lahan Kering Masam

The Role of Organic Matter for Increasing Soybean and Cassava Production on Dry Soil Acid Land

Siti Muzaiyanah* dan Subandi

Balai Penelitian Kacang-kacangan dan Ubi-umbian
Jalan Raya Kendalpayak KM 8 Kotak Pos 66 Malang 65101
*E-mail: muzaiyanahid@yahoo.com

Naskah diterima 16 Februari 2016, direvisi 10 Desember 2016, dan disetujui diterbitkan 13 Desember 2016

ABSTRACT

Increased production of soybean and cassava can be reached by alternatively extending cultivation to suboptimal land, such as upland acid soil, where amelioration of organic material is an attempt to improve soil fertility. The sources of organic material can be obtained from the agricultural and non-agricultural waste, such as: compost and manure. Organic materials are not only beneficial for improving the chemical, physical, physico-chemical and biological soil characters, but also capable of supporting plant growth to produce higher yields in soybean and cassava.

Keywords: Soybean, cassava, organic materials, upland acid soil.

ABSTRAK

Usaha peningkatan produksi kedelai dan ubi kayu dapat ditempuh dengan ekstensifikasi ke lahan kering masam. Pemberian ameliorasi bahan organik mampu meningkatkan kesuburan tanah. Sumber bahan organik dapat diperoleh dari limbah pertanian dan nonpertanian, di antaranya kompos dan pupuk kandang. Selain memperbaiki sifat kimia, fisika, fisiko-kimia dan biologi tanah, pemberian bahan organik juga menunjang fase vegetatif tanaman dan meningkatkan hasil kedelai dan ubi kayu di lahan kering masam.

Kata kunci: Kedelai, ubi kayu, bahan organik, lahan kering masam.

PENDAHULUAN

Salah satu upaya strategis dalam peningkatan produksi kedelai menuju swasembada dengan produksi 2,8 juta ton, adalah melalui perluasan areal tanam, mengingat fluktuasi produksi nasional selama ini sangat terkait erat dengan fluktuasi areal panen (Subandi 2007), dan dalam kurun waktu enam tahun terakhir (tahun 2009-2015) luas panen kedelai hanya 493-723 ribu hektar dengan produktivitas rendah, 1,2-1,3 t/ha (BPS 2011). Berdasarkan perhitungan, untuk mencapai swasembada kedelai, produktivitas nasional perlu ditingkatkan menjadi 1,4-1,5 t/ha pada areal panen 2,0 juta ha. Perluasan area dapat dilakukan dengan memanfaatkan lahan marginal seperti lahan kering, lahan kering masam, dan lahan salin. Potensi

lahan kering masam di Indonesia untuk pengembangan tanaman pangan diperkirakan 18,5 juta hektar, yang sebagian besar terdapat di Sumatera, Kalimantan, dan Papua (Mulyani 2006).

Tanaman pangan yang banyak ditanam pada lahan kering masam adalah ubi kayu (khususnya di Sumatera dan Kalimantan) yang pada umumnya diusahakan secara monokultur. Selain sebagai areal pertanaman ubi kayu, lahan kering masam dapat dimanfaatkan untuk perluasan areal tanam kedelai, baik secara monokultur maupun tumpangsari dengan komoditas lain seperti dengan ubi kayu. Dibandingkan dengan ubi kayu monokultur, kedelai tumpangsari dengan ubi kayu mendatangkan beberapa keuntungan, antara lain meningkatkan produktivitas lahan, penganeekaragaman hasil panen sehingga mengurangi

risiko gagal panen, petani ubi kayu cepat memperoleh hasil panen (kedelai), dan keuntungan ekonomi usahatani meningkat (Subandi *et al.* 2011, Harsono 2010).

Lahan kering masam tergolong kurang atau tidak subur untuk usaha pertanian tanaman pangan karena secara umum tanahnya bereaksi masam yang menyebabkan meningkatnya kelarutan unsur Al, Fe, dan Mn (terutama Al) hingga mencapai taraf yang bersifat meracun terhadap tanaman dan menghambat pertumbuhan tanaman; miskin unsur hara esensial; struktur tanah tidak berkembang baik dan mudah tererosi; populasi/aktivitas mikroba yang berperan dalam penyediaan hara tanaman rendah; dan kemampuan menyimpan air dan menahan hara rendah sehingga tanah cepat kering dan hara potensial mudah hilang tercuci (*leaching*). Oleh karena itu, upaya penting yang perlu dilakukan untuk meningkatkan kesuburan tanah dan keberlanjutan usahatani pada lahan kering masam adalah memanfaatkan dan mengoptimalkan pengelolaan bahan organik tanah.

TINGKAT KESUBURAN LAHAN KERING MASAM

Agar tanaman dapat tumbuh baik dan memberikan hasil panen tinggi, penanaman kedelai dan ubi kayu pada lahan kering masam perlu dibarengi dengan upaya perbaikan kesuburan tanah. Lahan kering masam mempunyai pH rendah yang mengakibatkan kandungan Al, Fe, dan Mn terlarut tinggi, sehingga meracuni tanaman, miskin hara esensial makro dan mikro, serta bahan organik (Sudaryono *et al.* 2011a). Tanah Ultisol (Podsolik Merah Kuning) memiliki kejenuhan Al-dapat ditukar (Keje Al-dd) relatif rendah (< 20%), namun secara umum tinggi (20-70%), sehingga mengganggu pertumbuhan tanaman kedelai, yang mempunyai batas kritis toleransi terhadap

kejenuhan Al 20% (Arya 1990). Sifat kimia tanah lahan kering masam dari beberapa daerah/lokasi tertera pada Tabel 1.

Penggunaan lahan secara terus menerus untuk usahatani tanaman semusim cepat menurunkan kandungan bahan organik tanah, yang laju penurunannya dipengaruhi oleh tekstur tanah. Makin kasar tekstur tanah makin cepat penurunan bahan organik tanah, yang dapat mencapai rata-rata 2,0%/tahun (Bationo *et al.* 2006).

Populasi mikroba pada lahan kering masam umumnya rendah, berkisar antara 57×10^3 - 29×10^4 cfu/g tanah (Prihastuti *et al.* 2006). Pada lahan kering masam yang belum pernah ditanami kedelai, secara alamiah tanaman kedelai membentuk bintil akar sedikit sehingga kurang efektif menambat N_2 -udara. Populasi rhizobium tanah Ultisol di Lampung Tengah sangat rendah, yakni $5,8 \times 10^4$ cfu/g dan $6,5 \times 10^1$ di Lampung Timur (Soedarjo *et al.* 2007). Untuk meningkatkan kesuburan lahan kering masam, populasi mikroba yang berperan dalam penyediaan hara dalam tanah harus ditingkatkan.

Fraksi liat (*clay*) tanah pada lahan kering masam umumnya didominasi oleh kaolinit, oksida, dan hidroksida Fe dan Al, liat beraktivitas rendah, sehingga Kapasitas Tukar Kation (KTK) rendah dan daya menyimpan lengas tanah juga rendah (Uehara and Gillman 1981). KTK- efektif dari lima contoh tanah dari Sukadana (Lampung Timur) hanya berkisar antara 2,69-4,49 me/100 g. KTK yang rendah juga sebagai akibat dan kandungan bahan organik tanah yang rendah.

Varietas kedelai toleran lahan masam merupakan komponen teknologi yang diperlukan untuk menangani masalah kemasaman lahan. Karakter anatomis tanaman yang responsif terhadap cekaman Al adalah akar. Varietas adaptif lahan masam memiliki akar yang dapat berkembang dengan baik, yang ditunjukkan oleh bobot

Tabel 1. Sifat kimia tanah lapisan atas/lapis olah lahan kering masam di beberapa daerah.

Parameter	Sajira ^{a)}	Natar ^{b)}	Pekalongan ^{c)}	Bumi Nabung dan Rumbia ^{d)}	Lampung Timur ^{e)}
pH-H ₂ O	4,30	5,50	4,60	3,80-4,05	4,60
C-organik (%)	3,70	1,62	1,28	1,19-2,30	1,39
N (%)	0,17	0,07	0,05	0,03-0,09	0,08
P ₂ O ₅ tersedia (ppm)	0,25	15,20	11,10	2,91-26,10	6,27
K-dd (me/100 g)	0,28	0,18	0,16	0,06-0,11	0,06
Na-dd (me/100 g)	-	0,07	0,03	0,10-0,17	-
Ca-dd (me/100 g)	1,18	3,85	0,99	0,49-1,29	1,85
Mg-dd (me/100 g)	0,60	3,20	1,20	0,27-0,48	0,51
Al-dd (me/100 g)	3,57	0,44	1,86	0,68-3,19	0,80
H-dd (me/100 g)	-	-	-	0,03-0,86	0,20
Kejenuhan Al (%)	63,41	5,68	43,87	22,82-55,23	23,39

Sumber: ^{a)}Banten (Sudarman 1987), ^{b)}Lampung Selatan (Rajit *et al.* 2011), ^{c)}Lampung Timur (Rajit *et al.* 2011),

^{d)}Lampung Tengah, dari 12 lokasi (Sudaryono *et al.* 2011a), ^{e)}Harsono (2010).

akar kering yang normal dengan pertumbuhan visual yang juga normal (Sudrajat 2010). Efisiensi pemanfaatan hara pada varietas adaptif terjadi dalam proses absorpsi, reduksi, translokasi, dan redistribusi hara (Blum 1996). Varietas kedelai adaptif lahan masam antara lain adalah Ratai, Sibayak, Nanti, Tanggamus, dan Seulawah (Sudrajat 2010).

Peningkatan pH tanah masam dapat dilakukan dengan pemberian kapur. Pada tanah dengan tekstur kasar, kebutuhan kapur untuk meningkatkan pH lebih sedikit daripada tanah bertekstur halus. Tanah bertekstur halus mempunyai permukaan spesifik yang luas, sehingga semakin tinggi daya sangga tanah terhadap penambahan larutan basa semakin sedikit perubahan pH (Mariana 2013). Pupuk hayati *Fungi Mikoriza Arbuskular* (FMA) dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan P tersedia pada lahan masam, dengan cara melarutkan P yang terfiksasi melalui aktivitas enzim fosfatase (Khairuna *et al.* 2015). Pemberian bahan ameliorasi dan pupuk organik ditambah pupuk anorganik merupakan kunci dalam memperbaiki tingkat kesuburan lahan kering masam.

PERANAN BAHAN ORGANIK TANAH

Bahan organik tanah memegang peranan penting dalam meningkatkan dan mempertahankan kesuburan kimia, fisika dan fisiko-kimia serta biologi tanah, yang akan menentukan produktivitas tanaman dan keberlanjutan penggunaan lahan untuk pertanian (Ding *et al.* 2002). Kandungan bahan organik tanah yang cukup sangat penting bagi tanaman pada lahan kering masam.

Sifat Kimia Tanah

Bahan organik tanah dalam mempengaruhi kesuburan kimia tanah lahan kering masam melalui dua fungsi penting, yakni (a) menurunkan unsur Al terlarut dan meningkatkan pH, dan (b) sebagai sumber hara esensial makro dan mikro. Haynes dan Mokolobate (2001) melaporkan bahwa dari dekomposisi bahan organik tanah akan dihasilkan: (a) asam humat dan fulfat, yakni

kompleks senyawa organik dengan bobot molekul tinggi tersusun oleh polimer fenolat (*phenolic polymers*), dan (b) asam organik dengan bobot molekul rendah, di antaranya asam format, asetat, propionat, butirat, laktat, oksalat, dan citrat. Sebagian besar (70-80%) BOT pada tanah mineral berupa bahan humat. Kadar asam organik dalam larutan tanah umumnya rendah, 1-5 mM, namun pada daerah perakaran (*rhizosphere*) dapat lebih tinggi (Stevenson and Vance 1989). Peningkatan kadar asam organik dalam tanah diperoleh pada tanah yang diberi pupuk kandang (Iyamuremye *et al.* 1996). Hasil penelitian Takata *et al.* (2011) juga menunjukkan bahwa pemberian kotoran sapi dan residu tanaman meningkatkan kadar asam organik dalam larutan tanah (Tabel 2).

Asam humat, fulfat, dan asam organik hasil dekomposisi bahan organik dalam tanah menurunkan kadar Al-terlarut melalui mekanisme pengikatan Al-monomer (Al^{3+}) dalam bentuk kompleks kelat yang stabil (*stable chelate complex*). Pada media larutan, penambahan asam fulvat setara 40 mg C/l nyata menurunkan Al-monomer, dan Al-monomer menjadi tidak terdeteksi pada pemberian asam fulvat (dari ekstrak daun *E. camaldulensis*) setara 120 mg C/l, sehingga meningkatkan pertumbuhan akar (Tabel 3).

Pemberian bahan organik ke dalam tanah meningkatkan pH tanah. Haynes dan Mokolobate (2001) mengulas sejumlah hasil penelitian terkait hal ini. Peningkatan pH tanah akibat pemberian bahan organik adalah melalui mekanisme sebagai berikut:

- (1) Oksidasi asam organik. Material tanaman umumnya lebih banyak mengandung kation daripada anion anorganik, dan kelebihan kation tersebut diimbangi oleh pembentukan asam organik. Dalam proses dekomposisi bahan organik, oksidasi asam organik akan menggunakan proton (H^+) dan menghasilkan OH^- , sehingga akan menaikkan pH tanah.
- (2) Decarboksilasi asam organik. Decarboksilasi asam organik membutuhkan proton dan melepaskan CO_2 , melalui reaksi: $R-CO-COO^- + H^+ \rightarrow RCHO + CO_2$, proses ini akan menaikkan pH tanah.

Tabel 2. Pengaruh pemberian bahan organik terhadap jumlah asam organik dalam tanah.

Perlakuan bahan organik	Asam organik ($\mu mol/kg$ tanah)				
	Format	Asetat	Laktat	Malat	Citrat
Tanpa bahan organik	2,78	Sr ^{a)}	0,95	0,34	Tt ^{b)}
Pupuk kandang*	2,83	Sr	2,36	0,60	Sr
Residu tanaman**	4,71	Sr	0,79	0,69	Sr

* Pupuk kandang sapi (15 t/ha/th). ** Residu tanaman gandum ^{a)} Sr: Sangat sedikit. ^{b)} Tt: Tidak terbaca.

Sumber: Takata *et al.* (2011).

- (3) Ammoniasi N-organik. Dalam proses ammoniasi N-organik dihasilkan ion OH^- dengan reaksi: N-organik $\rightarrow \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$ sehingga menaikkan pH, namun peningkatan pH melalui reaksi ini tidak berlangsung lama, sebab NH_4^+ akan mengalami nitrifikasi.
- (4) Adsorpsi spesifik molekul organik. Bahan humat dan asam organik akan teradsorpsi secara spesifik oleh hidroksida Al dan Fe. Dalam proses ini dilepaskan OH^- sehingga menaikkan pH.
- (5) Reduksi oksida dan/atau hidroksida Mn dan Fe. Reduksi senyawa tersebut menghasilkan OH^- sehingga berkontribusi terhadap peningkatan pH tanah. Penambahan bahan organik meningkatkan suasana reduksi dalam tanah.
- (6) Penurunan Al^{3+} dalam larutan tanah. Pengikatan atau kelasi Al^{3+} dalam larutan tanah oleh bahan/asam humat, fulvat, dan asam organik yang lain menaikkan pH tanah.

Hara tanaman yang diperoleh dari pemberian bahan organik tanah bergantung jenis dan jumlah bahan organik yang diberikan. Secara umum bahan organik berupa jaringan tanaman yang berasal dari pupuk kandang mengandung semua unsur hara yang diperlukan tanaman. Bahan organik merupakan sumber hara yang sesuai untuk lahan kering masam yang secara umum tanahnya miskin unsur hara makro dan mikro.

Sifat Fisika Tanah

Sifat fisika tanah yang menentukan pertumbuhan tanaman adalah struktur tanah. Stabilitas dan ukuran partikel/agregat yang menentukan volume dan imbalanced pori makro ($> 250 \mu\text{m}$) dan pori mikro ($< 250 \mu\text{m}$) menentukan aerasi dan kemampuan tanah mengikat/menyimpan lengas tanah dan pergerakan air (Tabel 4), yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman. Bahan organik dalam tanah diperlukan sebagai sumber energi mikroba dan mikrofauna untuk menghasilkan senyawa organik, yang diperlukan dalam proses agregasi partikel

membentuk struktur tanah. Pemberian pupuk kandang mendorong pembentukan makro agregat daripada mikro agregat tanah (Jian-bing *et al.* 2013), yang akan memperbaiki aerasi dan drainase, sehingga lebih sesuai bagi pertumbuhan akar.

Fisiko-kimia Tanah

Peran penting bahan organik terhadap sifat fisiko-kimia tanah adalah meningkatkan Kapasitas tukar kation tanah (KTK). Lahan kering masam pada umumnya mempunyai KTK rendah, sehingga diperlukan penambahan bahan organik untuk menaikkan KTK tanah. Penambahan jerami 10 t/ha, azolla 10 t/ha, dan enceng gondok 10 t/ha, meningkatkan KTK dari 16,94 me/100 g menjadi masing-masing 17,77 me/100 g; 17,67 me/100 g, dan 17,72 me/100 g (Rahardjo 2000).

Biologi Tanah

Aktivitas mikrobia tanah menjadi salah satu indikator kesuburan biologi tanah. Walaupun biomas mikrobia hanya merupakan sebagian kecil dari bobot bahan organik dalam tanah, namun sangat berperan dalam proses pelepasan/penyediaan unsur hara, sehingga mendorong penyerapan unsur hara oleh tanaman (Onwonga *et al.* 2010). Nitrogen Biomass Mikrobia (*Microbial Biomass Nitrogen*) atau NBM dan Karbon Biomass Mikrobia (*Microbial Biomass Carbon*) atau KBM merupakan dua indikator untuk mengetahui aktivitas mikrobia dalam tanah. Pemberian bahan organik ke dalam tanah meningkatkan kandungan karbon (C), nitrogen (N) dan juga meningkatkan NBM dan KBM (Tabel 5).

SUMBER BAHAN ORGANIK

Sumber bahan organik tanah berasal dari limbah pertanian dan nonpertanian, yang diberikan secara langsung atau setelah melalui proses dekomposisi oleh mikrobia berupa kompos, pupuk kandang, pupuk hijau, limbah pertanian/

Tabel 3. Pengaruh pemberian asam fulvat terhadap kadar Al-monomer dalam larutan tanah yang mengandung $30 \mu\text{M}$ MAI dan panjang akar jagung.

Asam fulvat (mg C/l)	Total Al ($30 \mu\text{M}$)	Monomer-Al ($30 \mu\text{M}$)	Panjang akar (cm)
0	27,3	18,6	0,63
40	27,7	2,7	1,29
120	30,2	Tt*	1,46
360	32,8	Tt	1,10

* Tt: Tidak terbaca

Sumber: (Harper *et al.* 1995)

Tabel 4. Klasifikasi ukuran dan fungsi pori tanah berikut partikel yang berasosiasi.

Diameter pori (μm)	Fungsi pori	Diameter partikel (μm)
$< 0,2$	Mengikat air	< 2
0,2-2,5	Menyimpan air tersedia untuk tanaman	2-250
2,5-100	Pergerakan air secara kapiler dan aerasi	250-1.000
> 100	Aerasi, drainase, pertumbuhan akar	> 1.000

Sumber: Oades (1984)

sis hasil panen (jerami padi, brangkasan kedelai, kacang tanah, jagung, ubi kayu), dan limbah industri yang menggunakan bahan baku produk pertanian. Kandungan unsur hara bahan organik relatif rendah, seperti terlihat pada Tabel 6 dan Tabel 7.

Limbah panen pertanian berupa biomas kacang tanah, kedelai, ubi kayu, dan ubi jalar lebih kaya hara N daripada limbah panen jagung (Tabel 6). Dibandingkan dengan pupuk kandang (kotoran sapi, kerbau, kambing, babi, dan kuda), kotoran ayam lebih banyak mengandung hara N, P, dan K dengan nilai C/N-ratio paling rendah (Tabel 7 dan 8).

Bahan organik dengan rasio C/N yang tinggi menurunkan ketersediaan fosfat, pH tanah, dan meningkatkan kelarutan Fe^{2+} (Fahmi *et al.* 2009). Bahan organik dengan rasio C/N 28 dapat menghasilkan kompos dengan karakteristik fisik yang baik (sesuai dengan SNI 19-7030-2004). Kompos yang dihasilkan mempunyai rasio C/N 17,7 dengan kandungan hara N-total 0,98%, C-organik 17,90 %, K-tersedia 22,092 ppm, dan P-tersedia 568 ppm (Pramaswari *et al.* 2011).

Kompos mempunyai kandungan hara makro, mikro, ZPT dan asam-asam organik yang baik, jika berintegrasi dengan mikrobia dan fauna tanah sebagai dekomposer yang tepat. Cacing tanah *Lumbricus rubellus* mampu mendekomposisi bahan organik dengan unsur makro dan asam humat lebih tinggi dibanding menggunakan *Effective*

microorganism-4 (EM-4) dan *Trichoderma harzianum*. Enzim selulose yang dimiliki cacing dapat mengurai bahan organik meskipun kandungan selulosanya tinggi (Yelianti *et al.* 2009). *Effective Microorganism 4* (EM-4) adalah kultur campuran dari berbagai mikroorganisme yang menguntungkan bagi pertumbuhan tanaman. EM4 mengandung *Lactobacillus* sp dan sebagian kecil bakteri fotosintetik, *Streptomyces* sp., dan ragi (Manuputty 2012). Limbah tomat berpotensi mempercepat proses terbentuknya kompos organik, membutuhkan waktu pengomposan lebih cepat (40-47 hari) dibanding menggunakan EM-4 (50-55 hari) (Anif *et al.* 2007).

PENGARUH BAHAN ORGANIK TERHADAP HASIL KEDELAJ DI LAHAN MASAM

Pemberian kompos pada dapat meningkatkan tinggi tanaman, jumlah bunga, jumlah polong, jumlah bintil akar, bobot kering brangkasan, bobot kering akar, kandungan protein dan lemak biji kedelai (Hanum 2013). Pada tanaman kedelai di polybag berisi tanah masam yang dipupuk kompos jerami padi (10 g) + pupuk kandang sapi (33 g) per polibag tumbuh normal dengan tinggi tanaman 181 cm, jumlah bunga 42 kuntum, jumlah polong 35 buah, bobot basah tanaman 31 g, dan bobot kering tanaman 9 g (Herfany *et al.* 2013). Kompos meningkatkan aktivitas nitrogenase pada akar kedelai, yang berakibat asam

Tabel 5. Pengaruh pemberian kapur, pupuk kandang, dan hara N+P terhadap NBM dan KBM tanah lapisan 0-15 cm yang diamati pada tiga fase pertumbuhan jagung.

Perlakuan*)	NBM ($\mu\text{g N/g tanah}$)			KBM ($\mu\text{g C/g tanah}$)		
	<i>Seedling</i>	<i>Tasseling</i>	Masak	<i>Seedling</i>	<i>Tasseling</i>	Masak
Kontrol	28,00	18,30	23,50	179,20	131,70	183,50
Kapur	29,80	20,90	26,20	202,60	156,80	214,50
Pupuk kandang	53,84	37,80	45,00	382,30	290,70	382,80
NP	50,02	31,70	40,54	260,20	190,30	272,70

*) Kontrol: tidak diberi apapun; kapur: 2,5 CaCO_3 t/ha, pupuk kandang dari kotoran kambing 5,0 t/ha, NP: Urea 50 kg+75 kg *Triple Superphosphate*/ha.
Sumber: Onwonga *et al.* (2010).

Tabel 6. Komposisi hara dalam jaringan tanaman jagung, kacang tanah, kedelai, dan ubi jalar.

Jaringan tanaman	Kandungan hara (%)				
	N	P	K	Ca	Mg
Jagung manis**	1,05	1,01	0,18	1,98	0,53
Kacang tanah*	4,59	0,25	2,03	1,24	0,37
Kedelai*	5,55	0,34	2,41	0,88	0,37
Ubi jalar*	3,76	0,38	4,01	0,78	0,68

Sumber: *) Tan dalam (Setyorini *et al.* (2006); **) Surtinah (2013)

Tabel 7. Kadar hara beberapa kotoran padat ternak dalam kondisi segar.

Jenis kotoran ternak	Kadar unsur hara (%)				
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	C/N
Kotoran sapi	0,30	0,20	0,15	0,20	20-25
Kotoran kerbau	0,25	0,18	0,17	0,40	25-28
Kotoran kambing	0,70	0,40	0,25	0,40	20-25
Kotoran ayam	1,50	1,30	0,80	4,00	9-11
Kotoran babi	0,50	0,40	0,40	0,07	19-20
Kotoran kuda	0,50	0,25	0,30	0,20	24

Sumber: Lingga (1991) dalam Hartatik dan Widowati (2006)

Tabel 8. Kadar hara kotoran sapi, kambing serta ayam dalam kondisi segar dan setelah dikomposkan.

Jenis kotoran ternak	Kadar unsur hara (%)				
	C	N	P	K	C/N
Bahan segar					
- Kotoran sapi	63,44	1,53	0,67	0,70	41,46
- Kotoran kambing	46,51	1,41	0,54	0,75	32,98
- Kotoran ayam	42,18	1,50	1,97	0,68	28,12
Kompos					
- Kotoran sapi	-	2,34	1,08	0,69	16,8
- Kotoran kambing	-	1,85	1,14	2,49	11,3
- Kotoran ayam	-	1,70	2,12	1,45	10,8

Sumber: Tim Balitnak dalam Hartatik dan Widowati (2006)

organik mengkelat Al dalam jumlah tinggi (2,8 $\mu\text{mol}/\text{jam}/\text{bintil}/\text{tanaman}$) sehingga mengurangi racun Al, dan kebutuhan tanaman akan unsur nitrogen tercukupi (Triadiati *et al.* 2013). Kandungan fosfor pada kompos blotong dapat meningkatkan kandungan lemak dan protein biji kedelai (Hanum 2013).

Pupuk organik dibutuhkan dalam jumlah yang tinggi, yaitu 20 t/ha (Refliaty *et al.* 2011). Kombinasi pupuk anorganik dan pupuk organik dapat meningkatkan hasil kedelai, dibanding hanya dipupuk anorganik. Pemberian pupuk 50% dari 22,5 kg N+67,5 kg P₂O₅+30 kg K₂O dikombinasi dengan bahan organik meningkatkan jumlah biji 58% dan hasil 54%. Penggunaan pupuk organik meningkatkan jumlah biji 59% dan hasil biji 58% dibanding perlakuan pemupukan anorganik dengan dosis 22,5 kg N, 67,5 kg P₂O₅, 30 kg K₂O (Indrayani dan Umar 2011). Bahan organik dikombinasikan dengan dolomit meningkatkan hasil kedelai hingga 76% (Sudaryono *et al.* 2011b). Titik optimum sinergisme positif dolomit dan pupuk kandang dicapai pada takaran 300 kg/ha dolomit dan 500 kg/ha pupuk kandang. Kombinasi pemberian dolomit di atas 300 kg/ha dengan pupuk kandang di atas 500 kg/ha tidak meningkatkan hasil kedelai di lahan kering masam Ultisol. Pemberian pupuk anorganik P secara tunggal justru tidak memberikan pengaruh terhadap

pertumbuhan dan hasil kedelai (Sudaryono *et al.* 2011b, Hanum 2013).

PENGARUH BAHAN ORGANIK TERHADAP HASIL UBI KAYU DI LAHAN MASAM

Perbaikan sifat fisik tanah berpengaruh nyata terhadap perakaran ubi kayu, dengan korelasi antara total panjang akar dan bobot isi tanah $r = -0,7$ dan meningkatkan hasil umbi, dengan korelasi antara total panjang akar dan bobot umbi segar $r = 0,7$. Pupuk anorganik hanya mampu meningkatkan porositas tanah 0,95%, sedangkan kompos 10 t/ha menurunkan bobot isi tanah hingga 9,3% dan meningkatkan porositas tanah hingga 9,4% dibanding tanpa pupuk. Perbaikan sifat fisik tanah terus meningkat pada tahun kedua (Prasetyo *et al.* 2014).

Pemberian pupuk kandang meningkatkan kandungan hara P dan Mg pada batang ubi kayu umur empat bulan. Pemberian pupuk kandang kotoran sapi 10 t/ha meningkatkan kandungan hara P 1,8% lebih tinggi dibanding pupuk anorganik NPK 400 kg/ha (1,5% P). Pemberian pupuk kandang kotoran ayam 10 t/ha meningkatkan kandungan hara Mg 0,55% pada batang ubi kayu, lebih besar dibanding pemberian pupuk

anorganik NPK 400 kg/ha (0,52% Mg) (Odedina *et al.* 2012).

Penambahan bahan organik yang dikombinasikan dengan pupuk anorganik memberikan hasil umbi lebih tinggi dibanding hanya menggunakan bahan organik atau pupuk anorganik (Ayoola and Makinde 2007, Prasetyo *et al.* 2014). Tumewu *et al.* (2015) melaporkan bahwa pemupukan 20 t/ha bokashi kotoran sapi memberikan hasil umbi tidak berbeda nyata dengan pemupukan 250 kg NPK/ha + 150 kg urea/ha. Kombinasi pupuk (urea 300 kg/ha+ pupuk kandang 5 ton/ha) menghasilkan panjang dan bobot kering akar 215% dibanding tanpa pupuk, sehingga bobot umbi meningkat 265,3% dibanding tanpa pupuk (Prasetyo *et al.* 2014). Pemberian pupuk organik kotoran unggas+kompos sampah kota (1:1) 5 t/ha pada tanaman ubi kayu yang ditumpang sarikan dengan jagung di Nigeria memberikan hasil yang tidak berbeda dengan pemupukan 400 kg/ha NPK, tetapi berbeda nyata dengan perlakuan tanpa pupuk. Pada tahun pertama, pemberian pupuk organik menghasilkan 10,01 t/ha dan pada tahun kedua 11,48 t/ha. Pemberian pupuk anorganik menghasilkan 10,34 t/ha pada tahun pertama dan 12,43 t/ha pada tahun kedua. Kombinasi antara keduanya menghasilkan 8,83 t/ha pada tahun pertama dan 12,40 t/ha pada tahun kedua. Perlakuan kontrol hanya menghasilkan 6,26 t/ha pada tahun pertama dan 7,90 t/ha pada tahun kedua (Ayoola and Makinde 2007). Meningkatnya hasil ubi kayu pada tahun kedua karena waktu yang diperlukan untuk dekomposisi bahan organik cenderung lebih lama.

Di Ogbomoso Nigeria, pemberian kotoran unggas 6,3 t/ha meningkatkan hasil ubi kayu, lebih tinggi dibanding pemberian pupuk anorganik 120 N + 80 P + 50 K kg/ha pada pertanaman tumpang sari ubi kayu varietas Oko lyawo dengan merica. Hasil umbi 25 t/ha dan 24,3 t/ha pada tahun pertama dan kedua. Pemberian pupuk anorganik 120 N + 80 P + 50 K kg/ha menghasilkan umbi berturut-turut 21,7 t/ha dan 20,3 t/ha pada tahun pertama dan kedua. Sedangkan kombinasi antara pupuk anorganik 60 N + 40 P + 25 K kg/ha (separuh dosis) dengan kotoran unggas 3,15 t/ha (separuh dosis) memberikan hasil 22,9 t/ha umbi pada tahun pertama dan 21,2 t/ha tahun kedua (Adeola *et al.* 2011).

KESIMPULAN

Pemberian bahan organik memperbaiki kesuburan kimia, sifat fisiko-kimia dan biologi tanah masam, sehingga lebih sesuai untuk budi daya tanaman semusim. Penambahan bahan organik selain pemupukan anorganik di lahan masam meningkatkan hasil kedelai dan ubi kayu dibandingkan hanya menggunakan pupuk anorganik.

DAFTAR PUSTAKA

- Adeola, R.G., H. Tijani-Eniola, and E.A. Makinde. 2011. Ameliorate the effects of poultry manure and NPK fertilizer on the performance of pepper pelay cropped with two cassava varieties. *Global Journal of Science Frontier Research* 11(9):6-13.
- Anif, S., T. Rahayu, dan M. Faatih. 2007. Pemanfaatan limbah tomat sebagai pengganti Em-4 pada proses pengomposan sampah organik. *Jurnal Penelitian Sains & Teknologi* 8(2):119-143.
- Arya, L.M. 1990. Properties and processes in upland acid soils in Sumatra and their management for crop production. *Winrock Intl. Inst. of Agri. Dev.*, Raleigh.
- Ayoola, O.T. and E.A. Makinde. 2007. Complementary organic and inorganic fertilizer application: Influence on growth and yield of cassava/maize/melon intercrop with a relayed cowpea. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences* 1(3):187-192.
- Bationo, A., J. Kihara, B. Vanlauwe, B. Waswa, and J. Kimetu. 2006. Soil organic carbon dynamics, functions and management in West African agro-ecosystems. *Agricultural Systems Journal*. 13p.
- Blum, A. 1996. Crop responses to drought and the interpretation of adaptation. *Plant Growth Reg.* 20:135-148.
- Ding, G., J.M. Novak, D. Amarasiriwardena, P.G. Hunt, and B. Xing. 2002. Soil organic matter characteristics as affected by tillage management. *Soil Science Society of America Journal* 66:421-429.
- Fahmi, A., B. Radjagukguk, dan B.H. Purwanto. 2009. Kelarutan fosfat dan ferro pada tanah sulfat masam yang diberi bahan organik jerami padi. *J. Tanah Trop.* 14(2):119-125.
- Hanum, C. 2013. Pertumbuhan, hasil, dan mutu biji kedelai dengan pemberian pupuk organik dan fosfor. *J. Agron. Indonesia* 41(3):209-214.
- Harper, S.M., D.G. Edwards, G.L. Kerven, and C.J. Asher. 1995. Effects of organic acid fractions extracted from *Eucalyptus camaldulensis* leaves on root elongation of maize (*Zea mays*) in the presence and absence of aluminium. *Plant Soil* 171:189-192.
- Harsono, A. 2010. Efektivitas multiisolat iletriso pada tanaman kedelai di lahan masam Ultisol. *Agritek* 19:1-7.
- Hartatik, W. dan L.R. Widowati. 2006. Pupuk kandang. p.59-82. *Dalam: Simanungkalit, R.D.M., et al. (Eds.). Pupuk organik dan pupuk hayati.* Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian. Badan Litbang Pertanian.
- Haynes, R.J. and M.S. Mokolobate. 2001. Amelioration of Al toxicity and P deficiency in acid soils by additions of organic residues: A critical review of the phenomenon and the mechanisms involved. *Nutr. Cycl. Agroecosyst.* 59:47-63.

- Herfany, E., Mukarlina, dan R. Linda. 2013. Pertumbuhan tanaman kedelai *Glycine max* (L.) Merrill pada media tanah gambut yang diberi abu jerami padi dan pupuk kandang sapi. *Protobiont*. 2(2):107-111.
- Indrayani, L. dan S. Umar. 2011. Pengaruh pemupukan N, P, K dan bahan organik terhadap pertumbuhan dan hasil kedelai di lahan sulfat masam bergambut. *Agrista* 15(3).
- Iyamuremye, F., R.P. Dick, and J. Baham. 1996. Organic amendments and phosphorus dynamics: 1. Phosphorus Chemistry and Sorption. *Soil Sci.* 161:426-435.
- Jian-bing, Z., Y. Jing-song, Y. Rong-jiang, Y. Shi-peng, L. Fu-rong, and H. Xiao-jing. 2013. The effects of farmyard manure and mulch on soil physical properties in a reclaimed coastal tidal flat salt-affected soil. *Journal of Integrative Agriculture*. Advanced Online Publication. 14p.
- Khairuna, Syafruddin, dan Marlina. 2015. Pengaruh fungi mikoriza arbuskular dan kompos pada tanaman kedelai terhadap sifat kimia tanah. *J. Floratek* 10:1-9.
- Manuputty, M.C., A. Jacob, dan J.P. Haumahu. 2012. Pengaruh effective inoculant promi dan Em4 terhadap laju dekomposisi dan kualitas kompos dari sampah Kota Ambon. *Agrologia* 1(2):143-151.
- Mariana, Z.T. 2013. Kebutuhan kapur pada tanah bertekstur halus dan aasar di lahan kering masam di Kalimantan Selatan. *Jurnal Agroscentise* 20(2):56-60.
- Mulyani, A. 2006. Potensi lahan kering masam untuk pengembangan pertanian. *Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian* 28(2):16-17.
- Oades, J.M. 1984. Soil organic matter and structural stability: mechanisms and implications for management. *Plant and Soil Journal* 76(1-3):319-337.
- Odedina, S.A., J.N. Odedina, S.O. Ojeniyi, and F. Akinlana. 2012. Effect of different organic nutrient sources and two NPK rates on the performance and nutrient contents of a newly released cassava variety. *Journal of Life Sciences* 6. p.1003-1007.
- Onwonga, R.N., J.J. Lelei, and B.B. Mochoge. 2010. Mineral nitrogen and microbial biomass dynamics under different acid soil management practices for maize production. *Journal of Agricultural Science* (2):16-30.
- Pramaswari, I.A.A., I.W.B. Suyasa, dan A.A.B. Putra. 2011. Kombinasi bahan organik (rasio C:N) pada pengolahan lumpur (*sludge*) limbah pencelupan. *Jurnal Kimia* 5(1):64-71.
- Prasetyo, A., W.H. Utomo. dan E. Listyorini. 2014. Hubungan sifat fisik tanah, perakaran dan hasil ubi kayu tahun kedua pada Alfisol Jatikerto akibat pemberian pupuk organik dan anorganik (NPK). *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan* 1(1):27-38.
- Prihastuti, Sudaryono, dan T. Wardani. 2006. Kajian mikrobiologis pada lahan kering masam, Lampung. *Agritek* 14(5):10-25.
- Radjit, B.S., N. Saleh, dan S.D. Song. 2011. Pengaruh pupuk miracle sweet (MS-35) terhadap hasil umbi ubikayu di lahan Ultisol Lampung, p.67-80. *Dalam: Masganti et al. (Eds.). Pendampingan Inovasi Pertanian Spesifik Lokasi di Provinsi Lampung Tahun 2011. Prosiding Seminar. BPTP Lampung.*
- Rahardjo. 2000. Pengaruh macam sumber bahan organik dan pupuk urea tablet terhadap karakteristik kimia tanah. *Mapeta* 2(5):28-33.
- Refiaty, G. Tampubolon, dan Hendriansyah. 2011. Pengaruh pemberian kompos sisa biogas Kotoran sapi terhadap perbaikan beberapa sifat fisik Ultisol dan hasil kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill). *J. Hidrolitan* 2(3):103-114.
- Setyorini, D., R. Saraswati, dan E.K. Anwar. 2006. Pupuk organik dan pupuk hayati: Kompos <http://balittanah.litbang.deptan.go.id/dokumentasi/juknis/pupuk%20organik.pdf>
- Soedarjo, M., Prihastuti, Suryantini, D. Sucahyono, dan A. Harsono. 2007. Teknologi perakitan pupuk hayati pada tanaman kacang-kacangan di lahan kering masam. *Laporan Akhir 2007. Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian.*
- Stevenson, F.J. and G.F. Vance. 1989. Naturally occurring aluminium – organic complexes. *In: Sposito, G. (eds.). The Environmental Chemistry of Aluminium.* pp. 117-146. CRC Press, Boca Raton.
- Subandi. 2007. Teknologi produksi dan strategi pengembangan kedelai pada lahan kering masam. *Iptek Tanaman Pangan* 2(1):12-25.
- Subandi, A. Harsono, H. Kuntastuti, dan N. Prasetyawati. 2011. Evaluasi kelayakan teknis dan sosial ekonomis penggunaan pupuk organik kaya hara untuk kedelai dan kacang tanah pada lahan kering. *Laporan Akhir Kegiatan Ristek 2011. Balitkabi.*
- Sudarman, S. 1987. Kajian pengaruh pemberian kapur pada tanah Ultisol atas kelakuan kalium dan agihan aluminium. *Tesis Doktor, Universitas Gadjah Mada.* 305p.
- Sudaryono, Prihastuti, dan A. Wijanarko. 2011a. Eksplorasi potensi kesuburan dan kesesuaian lahan di wilayah kecamatan Bumi Nabung dan Rumbia, Lampung Tengah untuk pengembangan tanaman kedelai, p.160-170. *Dalam: Masganti et al.(Eds.). Pendampingan Inovasi Pertanian Spesifik Lokasi di Provinsi Lampung Tahun 2011. Prosiding Seminar. BPTP Lampung.*
- Sudaryono, A. Wijanarko, dan Suyamto. 2011b. Efektivitas kombinasi amelioran dan pupuk kandang dalam meningkatkan hasil kedelai pada tanah Ultisol. *Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Pangan* 30(1):43-51.
- Sudrajat, D. 2010. Identifikasi karakter morfofisiologi kedelai adaptif lahan masam. *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan* 10(2):103-110.
- Surtinah. 2013. Pengujian kandungan unsur hara dalam kompos yang berasal dari serasah tanaman jagung manis (*Zea mays* Saccharata). *Jurnal Ilmiah Pertanian* 11(1):16-25.

- Takata, Y., M. Tani, T. Kato, and M. Koike. 2011. Effects of land use and long-term organic matter application on low-molecular-weight organic acids in an Andisol. *Journal of Soil Science and Environmental Management* 2(10):292-298.
- Triadiati, N.R. Mubarik, dan Y. Ramasita. 2013. Respon pertumbuhan tanaman kedelai terhadap *Bradyrhizobium japonicum* toleran masam dan pemberian pupuk di panah masam. *J. Agron. Indonesia* 41(1):24-31.
- Tumewu, P., C.P. Paruntu, dan T. D. Sondakh. 2015. Hasil ubikayu (*Mannihot esculenta* Crantz.) terhadap perbedaan jenis pupuk. *Jurnal LPPM Bidang Sains dan Teknologi* 2(2):16-27.
- Yelianti, U., Kasli, M. Kasim, dan E.F. Husin. 2009. Kualitas pupuk organik hasil dekomposisi beberapa bahan organik dengan dekomposernya. *Jurnal Akta Agrosia* 12(1):1-7.

