

PEMANFAATAN PUPUK ORGANIK UNTUK PERTANIAN ORGANIK DAN LINGKUNGAN BERKELANJUTAN

Ishak Juarsah

Balai Penelitian Tanah
Jalan Tentara Pelajar No. 12 Bogor
085885708467, juarsah@yahoo.com

ABSTRAK

Pupuk organik berupa kompos dan pupuk kandang dewasa ini sudah biasa digunakan petani untuk memperbaiki produktivitas tanah. Perkembangan usahatani ternak yang mempunyai prospek cukup baik memperkaya alternatif pengadaan pupuk kandang seperti kotoran sapi, kambing dan ayam. Pengadaan pupuk organik dalam jumlah yang memadai untuk memenuhi seluruh kebutuhan tanaman pangan merupakan hal yang sulit direalisasikan, tetapi sangat mendesak apabila produksi pangan diharapkan mencapai tingkat optimal. Pupuk atau bahan organik tanah merupakan sumber nitrogen tanah yang utama. Fungsi pupuk organik di dalam tanah dibagi menjadi tiga kelompok yakni fungsi fisika, kimia dan biologi. Ke tiga fungsi ini akan mempengaruhi kehidupan tanaman untuk dapat tumbuh normal dan berproduksi secara optimal. Dewasa ini mulai dilaksanakannya sistem pertanian padi SRI oleh para petani mendorong mulai diproduksinya kompos atau kompos *in situ*. Program pengembangan pertanian melalui teknik konservasi dengan mengintegrasikan ternak dan tanaman (*crop-livestock*) serta penggunaan tanaman legume baik berupa tanaman lorong (*alley cropping*) maupun tanaman penutup tanah (*cover crop*) sebagai pupuk hijau maupun kompos perlu digalakkan dan diintensifkan. Pencanangan "Go organic 2010" oleh Departemen Pertanian diharapkan akan menunjang perkembangan pupuk organik di Indonesia.

Kata kunci: Organik, sifat fisik, kimia, biologi dan lingkungan, produktivitas lahan

PENDAHULUAN

Permentan No. 2/Pert/Hk.060/2/2006, tentang pupuk organik dikemukakan bahwa pupuk organik adalah pupuk yang berasal dari tanaman dan atau hewan terdiri atas bahan organik yang telah melalui proses rekayasa, dapat berbentuk padat atau cair yang digunakan mensuplai bahan organik untuk memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi tanah. Pupuk organik berupa kompos dan pupuk kandang dewasa ini sudah biasa digunakan petani untuk memperbaiki produktivitas tanah. Perkembangan usahatani ternak yang mempunyai prospek cukup baik memperkaya alternatif pengadaan pupuk kandang seperti kotoran sapi, kambing dan ayam. Agar dapat dimanfaatkan untuk memperbaiki tanah pertanian, kompos dan pupuk kandang terlebih dulu dilapukkan atau dimatangkan. Peranan pupuk organik dalam tanah merupakan kunci keberhasilan usahatani lahan kering, namun hanya dengan pengembalian sisa tanaman saja ternyata belum cukup mampu mempertahankan kadar C-organik tanah pada kondisi awal 2-2,5% C. Menurut Brady (1974) limbah nabati yang kembali ke bumi berupa massa terbusukan akan berubah menjadi humus yang berplastisitas dan berkorelasi rendah. Gejala ini dipergunakan untuk mengusahakan tanah-tanah pertanian terutama struktur tanah menjadi baik dan mudah dibajak/diolah. Pernyataan ini didukung oleh hasil penelitian Harris *et al.* (1974) bahwa upaya perbaikan tanah yang sifatnya kurang menguntungkan agar dilakukan dengan pemberian pupuk organik. Sedangkan menurut Adiningsih *et al.* (1987) kandungan bahan organik tanah yang rendah akan mengakibatkan kekurangan daya sangga dan efisiensi pupuk, dan berkurangnya sebagian hara dari lingkungan perakaran.

Pupuk organik sebagai komponen massa padat tanah mempengaruhi sifat fisik maupun kimia tanah, meskipun kadarnya di dalam tanaman umumnya kecil. Sifat fisik tanah yang dipengaruhi oleh bahan organik antara lain kemantapan agregat dan kemampuan menahan air (Kertanegoro, 1981). Peningkatan kemantapan agregat tanah karena pemberian pupuk organik disebabkan oleh adanya gum polisakarida yang dihasilkan oleh bakteri tanah, dan adanya pertumbuhan hifa dan fungi dari aktinomisetes di sekitar partikel tanah (Rawls, 1982).

Selain itu Adam (1973) menyatakan adanya pengaruh pupuk organik yang nyata terhadap berat isi suatu tanah. Pendapat senada juga dikemukakan oleh Rawls (1982) yang menghubungkan antara kandungan liat dan pupuk organik terhadap berat isi dengan menggunakan segitiga tekstur. Akan tetapi Harris *et al.* (1974) mengemukakan bahwa pupuk organik berkorelasi positif dengan agregat jika kandungan liat kurang dari 30% bahan organik tidak mempunyai pengaruh terhadap berat isi. Parton *et al.*, (1987) menyatakan bahwa pupuk organik dapat digunakan untuk meramal empat variabel yang penting yaitu: kadar air, tekstur, temperatur dan kandungan lignin tanah. Dengan mengamati tekstur maka dapat diketahui kandungan susunan dan kecepatan perubahan pupuk organik tanah.

Cara pengelolaan tanah dan tanaman, khususnya limbah ternak berupa bahan organik yang tidak tepat serta pembukaan hutan untuk penggunaan lahan non hutan tanpa mengikuti *kaidah konservasi* menyebabkan tanah lebih cepat terdegradasi (Sudjadi, 1984; Suwardjo *et al.*, 1984). Pengetahuan tentang peranan limbah ternak sebagai bahan organik bagi produksi pertanian sudah lama dikenal, demikian juga pupuk organik dari limbah pertanian dan limbah kota. Pupuk organik berasal dari pertanian antara lain berupa sisa tanaman, sisa hasil pertanian, pupuk kandang dan pupuk hijau.

Pengadaan pupuk organik

Pengadaan pupuk organik dalam jumlah yang memadai untuk memenuhi seluruh kebutuhan tanaman pangan merupakan hal yang sulit direalisasikan, tetapi sangat mendesak apabila produksi pangan diharapkan mencapai tingkat optimal. Jenisnya dapat berupa kompos, pupuk kandang, sisa panen (jerami, sabut kelapa, tongkol jagung), limbah ternak, limbah industri yang menggunakan bahan pertanian, limbah kota, dan sebagainya. Kualitas pupuk organik sangat bervariasi, tergantung dari bahan dasar penyusunnya, yang dicirikan oleh kandungan hara, bahan beracun, patogen, benih gulma, dan kematangan bahan organik tersebut (Setyorini *et al.*, 2006). Jenis pupuk organik yang banyak digunakan adalah kompos, yang merupakan produk pembusukan dari limbah tanaman (jerami, sabut kelapa, alang-alang, daun-daunan, tongkol jagung) dan kotoran hewan yang mengalami proses dekomposisi oleh mikroorganisme pengurai seperti fungi, aktinomisetes, dan cacing tanah. Seiring dengan peningkatan upaya pengembangan usaha ternak, perhatian petani saat ini juga meningkat terhadap penggunaan pupuk kandang. Pupuk kandang merupakan bahan pupuk organik yang mudah terdekomposisi dan menghasilkan C-organik, N-total yang tinggi dibandingkan dengan jerami padi, hijauan jagung, dan flemingia (Erfandi dan Widati, 2008). Kandungan hara pupuk organik yang terdapat pada pupuk kandang bervariasi tergantung pada jenis ternak, makanan ternak, umur, dan kesehatan ternak. Jenis lainnya adalah pupuk hijau, yang dapat berupa sisa-sisa panen atau yang ditanam secara khusus sebagai penghasil pupuk hijau, atau tanaman liar di pinggir lahan, pinggir jalan, atau saluran irigasi (Rachman *et al.*, 2006).

Pemupukan organik untuk pertanian berkelanjutan

Pupuk organik atau bahan organik tanah merupakan sumber nitrogen tanah yang utama, peranannya cukup besar terhadap perbaikan sifat fisik, kimia dan biologi serta lingkungan. Pupuk organik

yang ditambahkan ke dalam tanah akan mengalami beberapa kali fase perombakan oleh mikroorganisme tanah untuk menjadi humus atau bahan organik tanah.

Penambahan pupuk organik saja, tidak akan dapat meningkatkan produktivitas tanaman, dengan sistem pengelolaan hara terpadu dengan melakukan pemberian pupuk organik dan pupuk anorganik dalam rangka meningkatkan produktivitas lahan dan kelestarian lingkungan perlu digalakkan. Sistem pertanian yang disebut sebagai LEISA (Low organik dan anorganik yang berdasarkan konsep good agriculture practices) perlu dilakukan agar degradasi lahan dapat dikurangi dalam rangka memelihara kelestarian lingkungan.

Pemanfaatan pupuk organik untuk meningkatkan produktivitas lahan dan produksi pertanian perlu dipromosikan dan digalakkan. Program pengembangan pertanian yang mengintegrasikan ternak dan tanaman (*crop-livestock*) serta penggunaan tanaman legume baik berupa tanaman lorong (*alley cropping*) maupun tanaman penutup tanah (*cover crop*) sebagai pupuk hijau maupun kompos perlu digalakkan dan diintensifkan. Pencanangan "Go Organic 2010" oleh Departemen Pertanian diharapkan akan menunjang perkembangan pupuk organik di Indonesia. Selain itu dewasa ini mulai dilaksanakannya sistem pertanaman padi SRI oleh para petani mendorong mulai diproduksi kompos atau kompos *in situ* oleh para petani.

Bahan organik tanah selain berfungsi menyediakan hara bagi tanaman, juga berperan mengkonservasi tanah melalui mekanisme retensi, fiksasi atau khelat. Unsur yang dijerap dapat berupa unsur hara makro seperti N, P, K, Ca, Mg, dan S, logam berat, serta senyawa toksik atau beracun. Sebagian besar unsur hara tersebut terikat dalam ikatan kompleks atau khelat dengan komponen bahan organik dari pool labil dan pool resisten.

Unsur hara pupuk organik akan tersedia apabila ada mikroorganisme yang merombak bahan organik dalam proses mineralisasi secara biologis dan menghasilkan NH_4^+ , PO_4^{3-} , SO_4^{2-} , namun pada saat yang sama kehilangan hara pada lapisan bawah dapat dicegah karena hara terfiksasi oleh kaloid organik atau termobilisasi oleh mikroba (Duxbury *et al.*, 1989). Kehilangan utama C-organik tanah adalah melalui respirasi selama proses dekomposisi serta kehilangan senyawa organik larut lewat pencucian dan erosi. Reaksi dari senyawa pupuk organik dalam tanah dengan senyawa kimia beracun (*phytotoxic*) seperti pestisida menyebabkan senyawa kimia beracun menjadi tidak berbahaya. Exudat akar dan sekresi hasil aktivitas mikroba akan meningkat, menyemat atau mengkompleks kation toksik (Fe, Al, Mn) atau senyawa organik toksik dalam bentuk khelat (Hue *et al.*, 1986). Berkurangnya bahan organik tanah dan aktivitas mikroba akan mengurangi kemampuan dan bahan toksik stoksik sistem tanah dalam menetralkan pengaruh toksik dari pemberian senyawa kimia toksik dan bahan toksik alami.

Kemampuan komponen koloid tanah dalam menyerap unsur sangat tergantung pada sifat inheren tanah. Sohn dan Peech (1958) menunjukkan bahwa bahan organik tanah mempunyai kemampuan memfiksasi amonia lebih tinggi dibanding tanah mineral. Pada tanah mineral, fiksasi amonia tertinggi dicapai pada tanah mineral masam yang mengandung bahan organik tinggi. Sedikitnya 50% dari amonia yang difiksasi diakibatkan oleh bahan organik tanah. Sisa tanaman yang diberikan ke dalam tanah atau sebagai mulsa dapat juga meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk melalui peranannya dalam menekan erosi, aliran permukaan tanah dan penguapan. Sumbangan sisa tanaman terhadap unsur hara dalam tanah yang tersedia bagi tanaman pada prinsipnya tergantung kepada: (1) jumlah sisa tanaman yang diberikan, (2) kandungan unsur hara sisa tanaman, (3) laju dekomposisi, dan (4) imobilisasi akibat pertumbuhan mikrobia. Beberapa hasil penelitian diharapkan dapat memperkuat beberapa asumsi yang dapat menambah keyakinan bagi peneliti dan pengguna bahwa dengan memasukan tanaman legum ke dalam tanah atau mulsa secara permanen dapat memberikan bahan organik untuk tanah secara terus menerus dan dapat mengurangi kebutuhan pupuk anorganik/pabrik dan pengapuran yang merupakan

masukan tinggi.

Peranan bahan organik terhadap nilai C/N rasio tanah

Peranan pupuk organik sangat bermanfaat bagi peningkatan produksi pertanian baik kualitas maupun kuantitas, mengurangi pencemaran lingkungan, dan meningkatkan kualitas lahan secara berkesinambungan. Penggunaan pupuk organik dalam jangka panjang dapat meningkatkan produktivitas lahan dan dapat mencegah degradasi lahan. Sumber bahan untuk pupuk organik sangat beranekaragam, dengan karakteristik fisik dan kandungan kimia/hara yang sangat beragam sehingga pengaruh dari penggunaan pupuk organik terhadap lahan dan tanaman dapat bervariasi. Bahan organik mempunyai peranan sangat penting dalam meningkatkan kesuburan tanah, baik terhadap pertumbuhan maupun hasil tanaman. Menurut Undang *et al.* (1996), bahwa hasil penelitian yang dilaksanakan selama dua tahun di desa Karmio, Provinsi Jambi dengan pemberian pupuk organik berupa pupuk kandang dengan berbagai jenis takaran telah terjadi peningkatan rasio C/N yang disebabkan oleh pengaruh pemberian jenis pupuk kandang dengan berbagai jenis takaran pupuk kandang berpengaruh nyata terhadap rasio C/N. Namun nilai C/N rasio akibat pengaruh takaran pupuk masih dalam batas yang normal. Pemberian pupuk kandang 5 t/ha atau lebih telah dapat meningkatkan kandungan C-organik (Tabel 1). Bahan organik dengan C/N tinggi seperti jerami atau sekam, lebih besar pengaruhnya pada perubahan sifat-sifat fisik tanah dibanding dengan bahan organik yang terdekomposisi seperti kompos. Demikian juga bahan organik yang terdekomposisi dalam tanah (*in situ*) lebih besar pengaruhnya daripada bahan organik yang didekomposisikan ditempat lain.

Bahan organik tanah merupakan sumber nitrogen tanah yang utama dan berperan cukup besar dalam proses perbaikan sifat fisik, kimia, dan biologi tanah. Bahan organik berupa sisa tanaman yang ditambahkan kedalam tanah akan mengalami beberapa kali fase perombakan oleh organisme untuk menjadi humus atau bahan organik tanah. Semua aktivitas biokimia tersebut tergantung atau berhubungan dengan adanya enzim. Karena bahan organik yang digunakan sebagai sumber energi oleh jasad renik begitu kompleks dan macam-macam jenisnya, maka di dalam tanah terdapat berbagai jenis enzim dan tiap tanah mempunyai enzim-enzim yang spesifik dengan pola khusus. Seperti diketahui populasi dan jenis jasad renik, aktivitas enzimatik tidak stabil, tergantung keadaan biotik dan non biotik dalam tanah. Perubahan yang besar akan terjadi pada macam dan jumlah enzim dalam tanah bila terjadi pengalihan fungsi atau penggunaan tanah.

Table 1. Pengaruh bahan organik terhadap rasio C/N rasio pada tanah Ultisol Jambi dengan penggunaan berbagai jenis dan takaran pupuk kandang

Takaran pupuk kandang t ha ⁻¹	Jenis upuk kandang					
	Sapi		Kambing		Ayam	
	Th ke-1	Th ke-2	Th ke-1	Th ke-2	Th ke-1	Th ke-2
0	12,33	13,32	11,67	12,00	11,67	12,00
5	13,00	13,87	11,00	12,42	12,00	13,00
10	13,33	13,90	12,00	13,05	123,00	13,03
20	13,00	13,74	12,00	13,00	12,33	13,00

Sumber : Abdurachman *et al.* 2000

Peranan bahan organik terhadap Indeks kemantapan agregat

Bahan organik dan liat merupakan komponen utama dalam pembentukan agregat yang dikenal sebagai bentuk kompleks liat-organik. Diperkirakan bahwa 51,6-97,8% dari jumlah karbon dalam tanah merupakan bentuk kompleks liat-organik (Suriadikarta *et al.*, 2002) pada tanah berpasir dalam pembentukan dan pemantapan agregat lebih besar daripada liat sendiri. Namun demikian telah lama diketahui bahwa bahan organik merupakan pengikat butiran primer tanah dalam pembentukan agregat yang mantap. Hasil penelitian yang dilakukan terhadap lahan yang telah terdegradasi terhadap tanah Ultisol Jambi dengan berbagai jenis dan takaran pupuk pada tahun ke-2 telah memperlihatkan keadaan struktur tanah yang agak mantap sampai mantap (Tabel 2). Keadaan ini besar pengaruhnya pada porositas, penyimpanan dan penyediaan air, aerasi tanah dan suhu tanah.

Beberapa faktor yang berpengaruh terhadap dinamika agregat dan status bahan organik adalah perubahan penggunaan lahan, pengolahan tanah dan pengelolaan tanah dan tanaman. Pengelolaan tanah dan tanaman mempercepat oksidasi bahan organik karena hancurnya agregat tanah, sehingga memperluas permukaan koloid yang dapat diserang oleh mikroba dan akhirnya berpengaruh pada meningkatnya nilai redoks tanah. Kecepatan perubahan kadar bahan organik tanah akibat pengelolaan tanah dan tanaman sangat dipengaruhi kadar bahan organik awal.

Peranan bahan organik dalam mempengaruhi kemantapan agregat disebabkan karena: (1) pada bahan organik terdapat muatan-muatan atau kekuatan lain yang dapat menyatukan butiran primer menjadi butiran sekunder seperti pertukaran dan koordinasi kation polivalen, ikatan hidrogen, karena tanpa bahan organik ikatan antara butiran-butiran tanah akan mudah sekali didispersi oleh air, (2) perekat organik sebagai hasil dekomposisi yang terdapat pada sekitar butir sekunder tanah akan menyatukan dan mengikat satu sama lain sebagai selaput pembungkus atau penyemen. Dengan demikian jasad renik dan polisakarida hasil sekresinya sangat berperan sebagai perekat organik, (3) butiran sekunder yang lebih besar selanjutnya dipersatukan dan diliputi oleh akar-akar halus sehingga terbentuk struktur tanah yang remah dan stabil. Dengan demikian maka stabilitas agregat berhubungan erat dengan adanya bahan organik yang akan membentuk struktur remah, tetapi bahan organik tersebut akan mengalami pelapukan, sehingga struktur tanah akan menjadi kurang stabil dengan berjalannya waktu, tergantung besar kecilnya kadar bahan organik. Keadaan akhir dari stabilitas struktur atau butiran akan tergantung dari bentuk humus yang dihasilkan oleh bahan organik yang akan dilapuk.

Tabel 2. Pengaruh bahan organik terhadap Indeks kemantapan agregat pada tanah Ultisol Jambi dengan penggunaan berbagai jenis dan takaran pupuk organik

Takaran pupuk kandang t ha ⁻¹	Jenis pupuk kandang					
	Sapi		Kambing		Ayam	
	Tahun ke-1	Tahun ke-2	Tahun ke-1	Tahun ke-2	Tahun ke-1	Tahun ke-2
0	153	165	157	179	140	173
5	205	203	198	232	197	215
10	226	250	204	267	202	220
20	25	28	243	294	227	267

Sumber : Abdurachman *et al.*, 2000

Kandungan hara dari berbagai jenis tanaman

Komposisi hara dalam sisa tanaman cukup bervariasi dan sangat spesifik tergantung dari jenis tanaman. Pada umumnya rasio C/N sisa tanaman bervariasi dari 80:1 pada jerami gandum hingga 20:1 pada tanaman legume. Sekam padi dan jerami mempunyai kandungan silika sangat tinggi dan berkadar nitrogen rendah. Sisa tanaman legum seperti kacang, mucuna, kedelai, kacang tanah dan serbuk kayu mempunyai kandungan nitrogen cukup tinggi. Kandungan Ca tanaman yang tinggi dijumpai pada tanaman kedelai dan serbuk kayu.

Kotoran hewan yang berasal dari usahatani antara lain adalah kotoran ayam, sapi, kuda, kerbau, dan kambing/domba. Komposisi hara pada masing-masing kotoran hewan sangat bervariasi tergantung pada jumlah dan jenis makanannya. Kandungan hara dalam kotoran hewan lebih rendah daripada pupuk kimia. Oleh karena itu aplikasi dari pemberian pupuk kandang ini lebih besar daripada pupuk anorganik. Pupuk organik dapat diberikan langsung ke dalam tanah atau sebagai mulsa yang didekomposisi terlebih dahulu. Dengan proses pengomposan maka akan terjadi penyusutan (pengurangan volume) sehingga mudah diaplikasikan. Pengomposan tanah adalah proses dekomposisi atau pemecahan dari material organik yang dilakukan oleh berbagai macam mikroorganisme dalam keadaan panas, lembab, ada udara (aerob) ataupun tanpa udara (anaerob). Pada akhir proses dihasilkan kompos atau humus yang mempunyai kandungan hara yang memperbaiki struktur tanah dan daya menahan air (Suwardjo *et al.*, 1987). Kandungan hara dalam tanaman seperti sekam dan jerami mempunyai kandungan silika sangat tinggi namun berkadar nitrogen rendah (Tabel 3).

Beberapa penelitian yang telah dilakukan sumber bahan organik bukan saja berasal dari ternak dan tanaman legume, tetapi sisa tanaman yang tidak diangkut keluar lahan pertanian dan tidak dibakar (*in situ*) sangat berperan dalam usaha meningkatkan kesuburan tanah. Perubahan sifat fisik dan kimia tanah dari bahan organik yang berasal dari tanaman yang tidak diangkut keluar berpengaruh sangat nyata. Dari hasil penelitian terdahulu kandungan unsur hara dari berbagai jenis tanaman legume dan tanaman pangan terdapat pada Tabel 4.

Tabel 3. Komposisi hara kandungan hara dalam tanaman

Tanaman	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Cu	Zn	Mn	B
	 %			mg kg ⁻¹						
Gandum	2,80	0,85	2,26	0,61	0,58	155	28	45	108	23
Jagung	2,97	0,30	2,39	0,41	0,16	132	12	21	117	17
Kc. Tanah	4,59	0,25	2,03	1,24	0,37	198	28	27	170	28
Kedelai	5,55	0,34	2,41	0,88	0,37	190	11	41	143	39
Kentang	3,25	0,20	7,50	0,43	0,20	165	19	65	160	28
Ubi jalar	3,76	0,38	4,01	0,78	0,68	126	26	40	86	53
Jerami padi	0,66	0,07	0,93	0,29	0,64	427	9	67	365	-
Sekam	0,49	0,05	0,49	0,06	0,04	173	7	36	109	-
Batang jagung	0,81	0,15	1,42	0,24	0,30	186	7	30	38	-
Batang gandum	0,74	0,10	1,41	0,35	0,28	260	10	34	28	-
Serbuk kayu	1,33	0,07	0,60	1,44	0,20	999	3	41	259	-

Sumber : DA.Suriadikarta *et al.*, 2003

Tabel 4. Kandungan hara kimia bahan organik dari tanaman *Mucuna* sp sebagai tanaman legume dan ternak di Dusun Karmio, Desa Batin, Propinsi Jambi.

Kandungan	<i>Mucuna</i> sp		Pupuk kandang		
	Daun	Batang	Sapi	Kambing	Ayam
Kadar air (%)	7,52	6,24	34,15	55,83	4,87
N- Kjidal (%)	3,42	1,03	0,26	0,73	0,53
P (%)	0,24	0,07	0,07	0,56	1,56
K (%)	1,50	1,13	0,19	0,47	0,10
C-organik (%)	45,44	49,88	9,46	12,46	10,98
C/N organik	13	48	36	17	21

Sumber: Abdurachman et al. (2000).

Pemulsaan dan pupuk organik

Pemulsaan adalah teknik konservasi tanah dan air berupa penutupan permukaan tanah dengan sisa tanaman atau hasil pangkasan. Teknik ini dapat mengurangi erosi dan meningkatkan kadar bahan organik tanah, melalui fungsinya (1) melindungi tanah dari pukulan air hujan; (2) mengurangi penguapan, dan mempertahankan kelembaban udara dan suhu tanah, (3) menciptakan kondisi lingkungan yang baik bagi aktivitas mikroorganisme tanah, (4) mulsa yang melapuk meningkatkan kadar bahan organik tanah, dan (5) memperlambat aliran permukaan yang berdampak pada penurunan erosi.

Pemulsaan juga menambah kadar pupuk/bahan organik dan kesuburan tanah secara umum, yang pada gilirannya meningkatkan hasil panen. Hasil penelitian Kurnia (1996) pada tanah Ultisol (Jasinga) menunjukkan bahwa mulsa jerami 5 t/ha/th menghasilkan jagung pipilan kering sebanyak 3,1-3,4 t/musim, sedangkan tanpa mulsa hanya menghasilkan 2,03 t/musim. Indrawati (1998), menyatakan bahwa pemanfaatan brangkasan kacang tanah dan *C. pubescent* sebagai mulsa dapat meningkatkan hasil kacang hijau 12-14%. Setyorini et al. (2007), melaporkan bahwa pemanfaatan limbah sisa tanaman dan tanaman pagar seperti titonia dan kirinyuh yang banyak terdapat di sekitar kebun sayuran mempunyai prospek yang baik untuk dikembangkan, karena mempunyai kadar hara yang hampir setara dengan pupuk kandang.

Penanaman penutup tanah/pupuk hijau seperti *Cyanus Cayan* (gude), *Mucuna* sp, *Centrosema*, *Calopogonium*, dan *Mimosa invisa*, sesudah tanaman pangan, merupakan pengaturan pola tanam yang dapat memperbaiki kesuburan kimia, fisika dan biologi tanah. Hasil pangkasan tanaman penutup tanah dapat digunakan sebagai bahan mulsa dan terbukti bahwa mulsa sisa tanaman atau pupuk hijau dapat berfungsi sebagai penambah bahan/pupuk organik, yang dapat meningkatkan hasil panen tanaman pangan. Situmorang (1999) melaporkan bahwa setiap ton biomassa *Mucuna* sp mengandung 2,5 kg N; 1,1 kg P; dan 43,0 kg K (unsur makro), dan Ca, Mg sebagai unsur mikro. *Mucuna* sp sebagai pupuk organik mengandung N = 2,42%, P = 0,20% dan K = 1,97% atau dalam setiap satu ton biomas kering *Mucuna* sp terdapat hara setara 51,6 kg Urea; 10 kg TSP dan 39,4 kg KCl (Tabel 5).

Tabel 5. Kadar hara *Mucuna* sp dibanding dengan jerami padi, flemingia, guatemala dan vetiver

Jenis tanaman	Kadar hara (%)		
	N	P	K
Jerami padi	0,58	0,10	1,38
<i>Mucuna</i> sp	2,96	0,32	1,57
<i>Mucuna</i> sp	2,32	0,20	1,97
Flemingia	2,43	0,24	1,31
Guatemala	1,93	0,26	1,74
Vetiver	0,88	0,13	1,31

Sumber : Suwardjo et al. (1987) dan Adiningsih et al. (1992)

Pengaruh pupuk Organik tanah terhadap sifat fisik dan kimia tanah

Kandungan bahan organik dalam tanah yang rendah mengakibatkan kekurangan daya sangga dan efisiensi penggunaan pupuk dan berkurangnya sebagian hara dari lingkungan perakaran (Adiningsih *et al.*, 1995). Dalam hubungannya dengan sifat fisik tanah, bahan organik berupa pupuk kandang dan kompos dapat berperan dalam pembentukan agregat yang mantap karena dapat mengikat butiran primer menjadi butiran sekunder. Hal ini terjadi karena pemberian pupuk organik menyebabkan adanya *gum polisakarida* yang dihasilkan bakteri tanah dan adanya pertumbuhan hifa serta fungi dari aktinomisetes di sekitar partikel tanah. Perbaikan kemantapan agregat tanah meningkatkan porositas tanah, dan mempermudah penyerapan air ke dalam tanah, sehingga meningkatkan daya simpan air tanah. Peranan pupuk organik terhadap sifat fisik dan kimia tanah antara lain meningkatkan agregasi, melindungi agregat dari perusakan oleh air, membuat tanah lebih mudah diolah, meningkatkan porositas dan aerasi, meningkatkan kapasitas infiltrasi, dan perkolasi serta C-organik, N-total, P, dan K (Tabel 6).

Pupuk organik memiliki fungsi kimia dalam tanah seperti (1) penyediaan hara makro (N, P, K, Ca, Mg, dan S) dan mikro (Zn, Cu, Mo, Co, B, Mn, dan Fe) meskipun jumlahnya sedikit (2) meningkatkan kapasitas tukar kation (KTK) tanah; dan (3) membentuk senyawa kompleks dengan ion logam beracun (Al, Fe, Mn). Pupuk organik tanah juga berperan dalam memperbaiki sifat biologi tanah yaitu sebagai sumber energi dan makanan bagi mikroba tanah. Mikroba tanah memperoleh energi dari proses perombakan bahan yang mengandung karbon. Dengan adanya sumber energi yang cukup, maka mikroba tanah akan mampu beraktivitas dengan optimum, yang antara lain menghasilkan peningkatan ketersediaan kadar hara bagi tanaman. Pupuk organik selain dapat memberikan hara yang tidak terdapat dalam pupuk pabrik, seperti unsur hara mikro, juga sangat bermanfaat untuk perbaikan dan pemeliharaan sifat fisik dan biologi tanah. Lahan kering akan mampu menyediakan air dan udara yang cukup bagi tanaman, bila struktur tanahnya baik. Perbaikan struktur tanah juga mendukung peningkatan efisiensi pemupukan, karena akar tanaman dapat berkembang dengan baik, sehingga penyerapan hara menjadi maksimal.

Pengaruh pemberian pupuk organik terhadap produksi tanaman

Pemberian pupuk kandang 5 t ha^{-1} dikombinasikan dengan pemupukan NPK (90-45-80) pada tanaman jagung di lahan kering masam dapat memberikan hasil biji $3,4 \text{ t ha}^{-1}$, yaitu $1,9 \text{ t ha}^{-1}$ lebih tinggi dari pemupukan NPK. Sedangkan pemberian serasah sisa panen 5 t ha^{-1} (50-90-80) pada tanaman kedelai memberikan hasil $2,3 \text{ t biji kering/ha}$. Terjadi peningkatan $0,9 \text{ t ha}^{-1}$ dibandingkan pemupukan NPK saja, demikian juga terhadap peningkatan tanaman ubi kayu sekitar 10 t ha^{-1} (Adiningsih *et al.*, 1995). Erfandi *et al.* (1988) melaporkan pertanaman lorong pada tanah Typic Haplortox Kuamanag Kuining dengan tanaman pagar lamtoro, centrosema, kaliandra, dan *Flemingia congesta*, ternyata *flemingia congesta* terbaik dalam meningkatkan C-organik dari 1,31 menjadi 2,85, sekaligus dapat meningkatkan produksi tanaman. Pemberian pupuk kandang nyata meningkatkan hasil jagung dan tanaman kedelai. Semakin tinggi takaran pupuk kandang yang diberikan masih akan terjadi peningkatan produksi. Diantara tiga jenis pupuk kandang yang diberikan terlihat bahwa pupuk kandang ayam dapat meningkatkan tanaman jagung secara nyata (Tabel 7).

Tabel 6. Pengaruh mulsa dan pupuk kandang terhadap sifat fisik dan kimia tanah Ultisol Jasinga, Jawa Barat

Rehabilitasi tanah	BD (g cc ⁻¹)	Pori aerasi (% vol)	Stabilitas Agregat	C-organik (%)	N-Total (%)	P ₂ O ₅ Mg (100 g ⁻¹)	K ₂ O Mg (100 g ⁻¹)
Tanpa rehabilitasi.	0,91	17	47	2,2	0,25	30	25
Mulsa jerami padi + sisa tanaman	0,87	22	56	2,6	0,28	44	32
Mulsa <i>Mucuna</i> sp	0,88	21	50	2,4	0,27	36	29
Pupuk kandang	0,89	21	48	2,5	0,28	43	35

Sumber : Kurnia (1996)

Tabel 7. Rata-rata hasil pipilan kering tanaman jagung dan kedelai pada penggunaan berbagai jenis dan takaran pupuk kandang

Takaran pupuk (t ha ⁻¹)	Hasil jagung dan kedelai (t ha ⁻¹)							
	Pukan sapi		Pukan kambing		Pukan ayam		Rata-rata	
	97/98 (jagung)	98/99 (kedelai)	97/98 (jagung)	98/99 (kedelai)	97/98 (jagung)	98/99 (kedelai)	97/98 (jagung)	98/99 (kedelai)
0	1,37	0,87	1,48	0,93	1,52	0,86	1,46a	0,89a
5	2,98	1,31	2,04	1,26	2,38	1,26	2,47b	1,26b
10	3,05	1,37	3,14	1,23	2,74	1,32	2,98b	1,35b
20	3,45	1,43	2,89	1,47	3,63	1,47	3,32c	1,45c
Rerata	2,71a	1,24a	2,38a	1,24a	3,16a	1,23a		

- Angka rata-rata dalam kolom atau baris yang sama yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5 % Uji Duncan
- Sumber : Abdurachman et al. (2000)

KESIMPULAN

1. Pemberian pupuk organik dari kotoran ternak dan sisa tanaman dapat memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologi tanah dan meningkatkan produktivitas lahan.
2. Hasil penelitian selama dua tahun terhadap tanah Ultisol Jambi yang telah terdegradasi, pemberian pupuk organik berupa pupuk kandang telah terjadi peningkatan nilai C/N ratio, dan memperlihatkan keadaan struktur tanah yang agak mantap sampai mantap. Sehingga pengaruhnya sangat baik terhadap porositas penyimpanan dan penyediaan air, aerasi tanah dan suhu tanah.
3. Pemberian pupuk kandang 5 t ha⁻¹ dikombinasikan dengan pemupukan NPK (90-45-80) pada tanaman jagung pada lahan kering masam dapat memberikan hasil biji 3,4 t ha⁻¹, yaitu 1,9 t ha⁻¹ lebih tinggi dari pemupukan NPK saja. Sedangkan pemberian serasah sisa panen 5 t ha⁻¹ (50-90-80) pada tanaman kedelai memberikan hasil 2,3 t biji kering ha⁻¹. Terjadi peningkatan 0,9 t ha⁻¹ dibandingkan pemupukan NPK saja, demikian juga terhadap peningkatan tanaman ubi kayu sekitar 10 t ha⁻¹.

DAFTAR PUSTAKA

- Adam WA. 1973. The effect of organic matter on the bulk and the true densities of some inceptivized Podsolc Soil. J. Sci 24 :10-7.
- Adiningsih SJ., IGP Wigena, S Rochayati, W Hartatik dan S Desire. 1995. Penelitian efisiensi pemupukan di Kuamang Kuning Jambi. Dalam Penelitian Pola Usahatani Terpadu di Daerah Transmigrasi Jambi, Pusat Penelitian Tanah, Badan Litbang Pertanian. hlm. 41-72.
- Brady NC. 1974. The Nature and Properties of Soil 8 th ed. Mac Millan Publishing Co. Technical Notes 5 : 9-29.
- Duxbury JM, MS Smith. and JW Doran. 1989. Soil organic matter as a source and sink of plant nutrients. In Coleman, D.C., Oades, J.M., and Uehara, G (eds) Dynamic of soil organic matter in tropical ecosystem Honolulu, Hawaii :

- University of Hawaii Press. 9 : 8-30.
- Erfandi, D Mahmudin Nur, dan T Budhyastoro. 1988. Perbaikan lingkungan sifat-sifat fisik tanah dengan strip vetiver dan residu pupuk kandang. Pros. Pertemuan Pembahasan dan Komunikasi Hasil Penelitian Tanah dan Agroklimat. Bid. Fisika dan Konservasi Tanah. Cisarua-Bogor, 4-6 Maret 1997. Pusat Penelitian Tanah dan Agrolimat, Bogor
- Erfandi D dan S Widati. 2008. Dekomposisi bahan organik dan kondisi sifat fisik tanah dalam upaya mengatasi degradasi lahan. Pros. Seminar dan Kongres Nas. MKTI VI. pp. 561-572.
- Harris WLG Chester, and DN Allen. 1974. Rynome at soil agregation. Adv Agron 18: 107-179
- Hue NV, G Craddock, and F Adam. 1986. Effect of organic acids on aluminum toxicities in subsoil. Soil Science Society of America J. 50 :28-34.
- Indrawati. 1998. Pengaruh Mulsa terhadap sifat fisik tanah dan hasil kacang hijau. Thesis Sarjana. Institut Pertanian Bogor
- Kertanegoro BD. 1981. Bahan organik sebagai komponen fase padat. *Dalam* Notohadiputro A.S (Eds). Pengantar Ilmu Tanah, Departemen Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian Universitas Gajah Mada, Yogyakarta. *Dalam* Ishak Juarsah et al. Prosiding Seminar nasional Pengelolaan Sumberdaya Alam untuk mencapai Produktivitas optimum berkelanjutan. hlm. 261-266.
- Kurnia U. 1996. Kajian metoda rehabilitasi lahan untuk meningkatkan dan melestarikan produktivitas tanah. Disertasi Doktor, Program Pasca Sarjana.
- Parton WJ DS Schmid, CV Call, and DS Ojima. 1987. Analysis of factor controlling soil organic matter levels in great plain grass land. Soil land. Soil Sci.Soc.Am.J. 51:1173-1179.
- Rachman A, A Dariah, dan D Santoso. 2006. Pupuk hijau. *Dalam* Pupuk Organik dan Pupuk Hayati. Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian. Balai Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Risalah Diskusi ilmiah Hasil Penelitian Pertanian Lahan kering dan Konservasi di daerah Aliran Sungai, Malang 1-3 Maret 1988. P3HTA. Badan Litbang Pertanian. hlm. 41-57.
- Rawls. 1982. Estimating soil bulk density from particle size analysis and organic matter content. J.Soil. Sci 123-125
- Setyorini D, LR Widowati, dan W Hartatik. 2007. Karakteristik pupuk organik dengan teknik pengomposan untuk budidaya pertanian organik. Seminar dan Kongres Nasional IX HITI. 5-7 Desember 2007. UPN Veteran Yogyakarta. hlm. 117-128.
- Setyorini D, R Saraswati, dan EK Anwar. 2006. Kompos. *Dalam* Pupuk Organik dan Pupuk Hayati. BBSDLP. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. pp 11-40.
- Situmorang R. 1999. Ringkasan Disertasi. Pemanfaatan Bahan Organik Setempat, *Mucuna* sp dan Fosfat Alam untuk Memperbaiki Sifat-sifat Palehumults di Miramontana, Sukabumi. Program Pascasarjana IPB.
- Sohn JB and M Peech. 1958. Retention and fixation of ammonia by soil. Soil Sci. 85: 1-9
- Sri Adiningsih J, IGP Wigena, S Rochayati, W Hartatik dan S Desire. 1987. Penelitian Efisiensi Pemupukan di Kuamang Kuning Jambi. *Dalam* Penelitian Pola Usahatani Terpadu di Daerah Transmigrasi Jambi, Pusat Penelitian Tanah, Badan Litbang Pertanian. hlm. 41- 72.
- Sudjadi M. 1984. Masalah kesuburan tanah Ultisols dan kemungkinan pemecahannya. *Dalam* Prosiding Pertemuan Teknis Penelitian Pola Usahatani Menunjang Transmigrasi, Cisarua, Bogor 27 -29 Februari 1984. Departemen Pertanian, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. hlm. 3-10.
- Suriadikarta DA, T Prihatini, D Setyorini, dan W Hartatik. 2002. Teknologi Pengelolaan Bahan Organik Tanah, Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat, Badan Litbang Pertanian, Departemen Pertanian. 183-238.
- Suwardjo, Mulyadi, dan Sudirman. 1987. Prospek tanaman benuk (*Mucuna* sp) untuk merehabilitasi tanah Podsolik yang dibuka secara mekanik di Kuamang Kuning, Jambi. *Dalam* pengelolaan pasca pembukaan lahan dan konservasi tanah di daerah transmigrasi. hlm. 13-24.
- Suwardjo, Ukaban dan A Barus. 1984. Masalah Erosi dan Konservasi Tanah di daerah Transmigrasi. Prosiding Pertemuan Teknis Penelitian Pola Usahatani Transmigrasi. Badan Litbang Pertanian. Deptan.