

PENGARUH PUPUK KASCING TERHADAP KEMAMPUAN MENGIKAT AIR PADA TANAH LEMPUNG DAN LEMPUNG BERPASIR

VERMICOMPOST EFFECT ON WATER HOLDING CAPACITY OF LOAM AND SANDY LOAM SOIL

Oleh:

Monica Rina Tutkey¹⁾, Fatchan Nurrochmad¹⁾, Sri Harto Brotowiryatmo¹⁾

¹⁾ Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Jl. Grafika No. 2, Yogyakarta, Indonesia

Komunikasi Penulis, email: monicatutkey@gmail.com

Naskah ini diterima pada 28 November 2017; revisi pada 19 Februari 2018; disetujui untuk dipublikasikan pada 24 Februari 2018

ABSTRACT

The water saving irrigation would be better if the soil can hold water maximally. The problem is the soils have different water holding capacity, some of them are less, so there is need to maximize the water holding capacity. Adding compost with the right composition can improve the soil physical properties, since organic matter in it has the aggregation capability that can bind the small granules to the large granules to improve the water holding capacity. This study aimed to analyze the maximum water holding capacity by adding 0%, 29%, 33%, 40%, 50%, 60%, 67% and 71% of vermicompost on loam and sandy loam soil. Each sample is repeated three times. PF curve was used to determine water holding capacity. The result shows that the maximum water holding capacity of loam soil is 19,14% by adding 40% of vermicompost or increased 13.56% from the original soil. On the other hand, adding vermicompost on sandy loam tends to decrease the water holding capacity. The maximum water holding capacity of sandy loam is 27.87% in 0% (original soil) of vermicompost. Further research can be continued by paddy plot trial using the best vermicompost composition and the water saving irrigation method.

Keywords: *pf curve, soil physical properties, vermicompost, water holding capacity, water saving irrigation*

ABSTRAK

Sistem irigasi hemat air akan baik jika tanah mampu mengikat air secara maksimal. Kendalanya tidak semua tanah memiliki kemampuan mengikat air yang baik sehingga dibutuhkan cara untuk memaksimalkan kemampuan mengikat air. Pemberian pupuk organik dengan komposisi yang tepat dapat meningkatkan kemampuan mengikat air, karena bahan organik yang terkandung di dalamnya memiliki kemampuan agregasi yang dapat mengikat butiran-butiran kecil menjadi butiran yang lebih besar sehingga dapat menambah kemampuan mengikat air. Penelitian ini bertujuan mengetahui kemampuan mengikat air yang paling maksimal dari penambahan pupuk kascing sebesar 0%, 29%, 33%, 40%, 50%, 60%, 67% dan 71% pada jenis tanah lempung dan lempung berpasir. Setiap sampel pengujian diulang tiga kali. Metode Kurva pF digunakan untuk mengetahui kemampuan mengikat air. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kemampuan mengikat air maksimum tanah lempung adalah 19,14% pada persentase pupuk kascing 40% atau meningkat 13,56% dari tanah aslinya. Pemberian pupuk kascing pada tanah lempung berpasir cenderung menurunkan kemampuan mengikat air. Kemampuan mengikat air maksimum tanah lempung berpasir adalah 27,87% pada persentase pupuk kascing 0% (tanah asli). Penelitian ini dapat dilanjutkan dengan uji coba tanaman padi pada komposisi terbaik menggunakan metode hemat air.

Kata kunci: *irigasi hemat air, kemampuan mengikat air, komposisi, kurva pf, pupuk kascing, sifat fisik tanah*

I. PENDAHULUAN

Indonesia menggunakan sekitar 85% air untuk irigasi (Mawardi, 2011). Angka penggunaan air untuk irigasi yang sangat tinggi disebabkan karena sebagian besar petani padi di Indonesia masih menggunakan sistem konvensional dengan sistem genangan. Hal tersebut akan menimbulkan konflik pemenuhan kebutuhan air seiring pertambahan penduduk jika tidak ditunjang pengelolaan ketersediaan air yang baik.

Sistem genangan sangat boros air, karena saat tanah mencapai kondisi jenuh, semua rongga udara dalam zona perakaran telah terisi air, saat itu tanah sudah tidak mampu lagi menahan air, sehingga kelebihan air dalam zona perakaran akan mengalir ke bawah sebagai air gravitasi (proses perkolasi). Proses perkolasi akan berlangsung terus-menerus selama sawah masih digenangi. Rusdianto (2008) melakukan pengkajian tentang efisiensi 5 (lima) sistem irigasi dan hasil yang diperoleh, kehilangan air terbesar akibat perkolasi adalah pada sistem genangan (TRI-1) yaitu 183,71 mm/musim. Hal tersebut menunjukkan bahwa perkolasi berkontribusi besar dalam hal kehilangan air di sawah irigasi genangan.

Sistem irigasi hemat air telah diterapkan sebagai solusi mengoptimalkan penggunaan air dengan tidak mengurangi hasil produksi padi. Nurrochmad (2007) mengatakan bahwa sistem pemberian air pola penggenangan-pembasahan (PP) merupakan pola terbaik dengan penghematan 33,8% terhadap pola penggenangan terus-menerus (PTM). Subari, Joubert, Sofiyuddin & Triyono (2012) mengatakan bahwa produktivitas air irigasi metode SRI lebih besar dua kali lipat dibandingkan dengan metode penggenangan.

Sistem irigasi hemat air akan baik jika tanah mampu mengikat air secara optimal untuk menyediakan air bagi tanaman, kendalanya adalah tidak semua tanah sawah memiliki kemampuan mengikat air yang baik, sehingga dibutuhkan cara untuk memperbaiki dan mengoptimalkan kemampuan tanah mengikat air. Sifat-sifat tanah dapat direkayasa atau dikondisikan dengan bahan tambahan sehingga tanah dapat berfungsi secara optimal dalam mengikat air. Pupuk organik padat dapat digunakan sebagai bahan pengkondisian tanah karena dapat meningkatkan daya mengikat air tanah dan mempertinggi jumlah air tersedia untuk kebutuhan tanaman (Jumin, 2002 dalam Intara, Sapei, Erizal, Sembiring, & Djoefrie, 2011). Hirich, Choukr-Allah, & Jacobsen (2014) mengatakan bahwa penambahan bahan organik merupakan

solusi pada irigasi hemat air karena dapat mengurangi dampak kekurangan air.

Penelitian ini menggunakan pupuk bekas cacing (kascing) sebagai bahan pengondisian tanah. Pupuk kascing merupakan pupuk kompos yang dihasilkan dari bahan organik dengan bantuan cacing tanah (*Lumbricus Rubellus*) lewat proses vermikompos, proses vermikompos ini lebih cepat dan menghasilkan unsur hara tinggi (Kusumawati, 2011). Cacing tanah efektif menjaga keseimbangan proses biogeokimia di dalam tanah dan mengurangi hara-hara tanah yang apabila berlebihan akan merugikan tanaman seperti Fe, Al, Mn, Cu dan Zn (Anwar, 2009). Novita, Samporno, & Khoiri (2014) membuktikan bahwa penambahan pupuk kascing memberikan pengaruh yang lebih baik terhadap pertumbuhan tanaman kakao.

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan komposisi terbaik antara pupuk kascing dan tanah lempung maupun lempung berpasir dalam meningkatkan kemampuan mengikat air. Diharapkan pengkondisian tanah ini dapat melengkapi sistem irigasi hemat air sehingga penghematan air dapat dioptimalkan.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Sifat Fisika Tanah

Sifat fisika tanah antara lain tekstur tanah, porositas, rapat massa, berat jenis, dan permeabilitas. Karakteristik sifat fisika tanah ini sangat berpengaruh terhadap gerakan air di dalam tanah. Secara kuantitatif, tekstur merupakan perbandingan relatif antara partikel tanah yang paling halus (liat=*clay*) dengan partikel yang lebih kasar (debu=*silt*) dan partikel yang paling kasar (pasir=*sand*).

Penelitian ini menggunakan pupuk organik sebagai bahan pengkondisian tanah yang secara langsung mempengaruhi karakteristik sifat fisika tanah. Berikut ini adalah beberapa penelitian yang membahas tentang bahan organik dan sifat fisika tanah dalam kaitannya dengan kemampuan mengikat air. Baskoro & Tarigan (2007) meneliti tentang karakteristik bahan organik pada tanah liat, lempung liat berdebu dan lempung berpasir kemudian menyimpulkan bahwa kemampuan tanah menahan air dipengaruhi oleh bahan organik dan tekstur tanah. Makin tinggi bahan organik tanah, air tersedia makin tinggi dan makin kasar tekstur tanah, air tersedia makin rendah, seperti tanah Andosol dengan kandungan bahan organik yang tinggi mempunyai laju penurunan kadar air paling lambat, diikuti oleh Latosol, Podsolik dan Regosol.

Ayu (2013) melakukan penelitian tentang kapasitas maksimum kepadatan tanah pada berbagai distribusi ukuran partikel dan kadar bahan organik tanah dalam kondisi udara kering dan kapasitas lapang pada tanah liat berat, liat, lempung berpasir dan pasir dan menghasilkan bahwa semakin halus butir tanah maka semakin kecil nilai bobot isi, permeabilitas dan pori drainase total. Bahan organik berpengaruh menurunkan bobot isi, permeabilitas tanah dan meningkatkan pori air tersedia. Utomo (2014) melakukan kajian pengaruh pemberian pupuk organik terhadap sifat hidrofisik pada tanah lempung berpasir dan menyimpulkan bahwa pemberian pupuk organik mampu meningkatkan pori drainase cepat, menurunkan pori drainase lambat, dan secara keseluruhan meningkatkan pori drainase total tanah, sehingga meningkatkan air tersedia dalam tanah.

Intara *et al*, (2011) menyimpulkan, pemberian bahan organik pada tanah liat meningkatkan kadar air tanah dan kapasitas air tersedia serta dapat menurunkan berat volume tanah, pupuk kompos lebih menahan air dibanding pupuk kandang ayam yaitu ketersediaan air tertinggi 17,325 % pada komposisi 50 gram kompos dan 5 kg tanah liat.

2.2. Kemampuan Mengikat Air

Kemampuan mengikat air atau air tersedia merupakan salah satu bagian dari kurva pF. Kurva pF adalah tegangan-tegangan yang diberikan pada tanah dan menunjukkan kondisi tertentu di lapangan. Tekanan yang diberikan biasanya terdiri atas 0,01 atm (pF 1,0), 0,1 atm (pF 2,0), 0,33 atm (pF 2,54), dan 15 atm (pF 4,2). Di laboratorium nilai tegangan lengas tanah dapat diukur dengan alat yang disebut *pressure membrane apparatus* dan *hanging water column*. Metode ini merupakan metode yang dirintis oleh (Richards & Fireman, 1943).

Pori Air Tersedia (*PAT*) adalah jumlah air yang terkandung di dalam tanah antara kapasitas lapang dan titik layu permanen (antara pF 2,54 dan pF 4,2). Pori drainase cepat (*PDC*) atau pori aerasi adalah selisih kandungan air pada ruang pori total dan pF 2,0. Pori drainase lambat (*PDL*) adalah selisih kandungan air pada pF 2,0 dan pF 2,54. *PAT*, *PDC* dan *PDL* dapat dilihat persamaan (1), (2) dan (3).

$$PAT = \theta_{pF 2,54} - \theta_{pF 4,2} \dots\dots\dots(1)$$

$$PDC = RPT - \theta_{pF 2,0} \dots\dots\dots(2)$$

$$PDL = \theta_{pF 2,0} - \theta_{pF 2,54} \dots\dots\dots(3)$$

Keterangan:

PAT = Pori Air Tersedia (%v)

PDC = Pori Drainase Cepat (%v)

PDL = Pori Drainase Lambat (%v)

RPT = Ruang Pori Total (%v)

$\theta_{pF 2}$ = Kadar air tanah pada pF 2 (%v)

$\theta_{pF 2,54}$ = Kadar air tanah pada pF 2,54 (%v)

$\theta_{pF 4,2}$ = Kadar air tanah pada pF 4,2 (%v)

III. METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan (DTSL), Fakultas Teknik (FT), Universitas Gadjah Mada (UGM) dan Laboratorium Fisika Tanah dan Tanah Umum Fakultas Pertanian (FP), Universitas Gadjah Mada (UGM) dari bulan Maret sampai Juni 2015.

3.1. Pengambilan Tanah

Sampel berupa tanah terganggu (*disturb soil*) diambil pada dua lokasi (Gambar 1) berbeda yaitu sawah di Dusun Paingan Desa Maguwoharjo (Lempung) tanggal 26 September 2014 dan Dusun Widoro Desa Bangunharjo (Lempung Berpasir) 23 September 2014. Sampel diambil dengan kedalaman antara 0 – 20 cm.



Sumber: Google Earth, Peta Provinsi Yogyakarta, 2015

Gambar 1 Lokasi Pengambilan Sampel Tanah Lempung dan Lempung Berpasir

3.2. Jenis Pupuk Organik

Pupuk organik yang dipakai yaitu pupuk organik padat kascing dengan media pakan kotoran sapi (Gambar 2).



Sumber: Dokumentasi Pribadi

Lokasi: Dusun Pakis Aji, Sleman, Yogyakarta

Gambar 2 Pupuk Kascing

3.3. Komposisi

Sampel tanah dan pupuk yang telah diambil kemudian dikeringkan (dijemur) sampai kering udara (secara kasat mata tidak terdapat kandungan air) selanjutnya ditimbang menurut komposisi yang telah ditentukan secara random dengan jumlah massa total 900 gram. Tabel 1 menunjukkan tujuh komposisi tanah asli dengan pupuk kascing dan tanah asli (0% pupuk) sebagai kontrol. Setiap sampel diuji dengan pengulangan tiga kali.

Tabel 1 Komposisi Tanah Banding Pupuk Kascing

Tanah : Pupuk	Massa Tanah (gram)	Massa pupuk (gram)	Dosis pupuk (%)
1 : 0	900	0	0
2,5 : 1	643	257	29
2 : 1	600	300	33
1,5 : 1	540	360	40
1 : 1	450	450	50
1,5 : 1	360	540	60
1 : 2	300	600	67
1 : 2,5	257	643	71

Sumber: Hasil analisis

3.4. Metode Pengujian Bahan Organik Pupuk

Metode pengujian kadar C-Organik dan BO yaitu Pengabuan Kering (*Muffle*). Metode *Muffle* digunakan pada pupuk atau tanah yang kandungan BO-nya tinggi, dengan cara dioven pada suhu 550 – 600°C sehingga bahan organik menjadi CO₂ dan logam menjadi oksida logamnya. Bobot bahan yang hilang merupakan bahan organik yang dapat dikonversi menjadi kadar C-organik setelah dikalikan faktor 0,58.

3.5. Metode Pengujian Bahan Organik Tanah Asli

Penentuan kadar BO dan C-organik dalam tanah menggunakan metode Walkley & Black (1934). dengan alat pipet titrasi. Metode ini dilakukan dengan mengamati perubahan warna sebagai akibat dari penambahan sejumlah bahan kimia.

3.6. Metode Pengujian Tekstur Tanah

Metode yang digunakan untuk pengujian tekstur tanah adalah metode sedimentasi atau pipetan. Metode ini didasarkan pada prinsip Hukum Stokes, yaitu kecepatan jatuh suatu benda dalam suatu medium berbanding lurus dengan kuadrat jari-jari benda, berbanding lurus dengan selisih berat benda dengan medium dan berbanding terbalik dengan kekentalan medium. Hasilnya berupa persentase partikel pasir, debu dan liat, selanjutnya akan diplot pada segitiga tekstur United State Department of Agriculture (USDA) untuk mengetahui jenis tanah tersebut.

3.7. Metode Pengujian *Specific Gravity* (GS)

Berat jenis atau *Specific Gravity* (GS) adalah perbandingan antara massa butir-butir tanah dengan massa air destilasi di udara dengan volume yang sama dan pada temperatur tertentu. Biasanya diambil pada temperatur 27,5°C. Pengujian GS tanah dilakukan menurut ASTM D 854-02.

3.8. Metode Pengujian Berat Volume

Metode yang digunakan untuk pengujian berat volume (rapat massa) adalah metode ring menurut Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian (2006). Contoh tanah diambil dengan cara menancapkan ring di dalam tanah sampai ring masuk sepenuhnya. Berat basah sampel tanah dalam ring dikeluarkan dan ditimbang. Ambil sedikit tanah dari sampel dan diukur kadar airnya dengan cara gravimetri. Berat volume diperoleh dengan cara berat tanah basah dalam ring dibagi dengan volume ring, kemudian dikalikan dengan kadar air.

3.9. Metode Pengujian Kadar Air

Dalam penelitian ini penentuan nilai kadar lengas tanah dilakukan menurut ASTM D-2216-98 dengan cara gravimetrik.

3.10. Metode Pengujian Permeabilitas

Metode yang digunakan untuk menentukan permeabilitas didasarkan pada Hukum Darcy dengan menggunakan alat *soil water permeameter*. Sebelum diuji, terlebih dahulu sampel dijenuhkan selama 3 hari.

3.11. Metode Pengujian Kemampuan Mengikat Air

Metode yang digunakan untuk menentukan kemampuan mengikat air adalah kurva pF dengan alat *pressure membrane apparatus* dan *hanging water column* mengikuti cara-cara yang dirintis oleh Richards dan Fireman (Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, 2006).

Pressure plate apparatus, *pressure membrane apparatus* digunakan untuk pengujian kadar air tanah pada tegangan 0,33 atm (pF 2,54) dan 15 atm (pF 4,2), sedangkan *hanging water column* digunakan untuk pengujian 0,1 atm (pF 2,0).

Tegangan-tegangan yang diberikan merepresentasikan kadar air pada kondisi tertentu di lapangan. Tegangan yang diberikan terdiri atas 0 atm (pF 0) adalah kondisi saat tanah jenuh, 0,1 atm (pF 2,0) adalah kondisi saat aliran pori drainase cepat berhenti, 0,33 atm (pF 2,54) adalah kondisi saat aliran pori drainase lambat berhenti atau dimulainya kondisi kapasitas lapang

(*field capacity*), pada tegangan inilah proses perkolasi terhenti dan 15 atm (pF 4,2) adalah kondisi titik layu permanen (*permanent wilting point*), pada kadar air inilah tanaman tidak dapat hidup lagi atau layu.

Pengujian pF selanjutnya dapat menunjukkan distribusi ukuran pori. Pori Drainase Cepat (*PDC*), Pori Drainase Lambat (*PDL*), Pori Drainase Total (*PDT*), Pori Air Tersedia (*PAT*), Pori Tidak Berguna (*PTB*) dan Ruang Pori Total (*RPT*). *PDC* atau pori aerasi adalah pori yang berdiameter lebih dari 28,8 mikron atau selisih antara pF 0 dan pF 2,0. *PDL* adalah pori yang berdiameter antara 8,6 - 28,8 mikron atau selisih antara pF 2,00 dan pF 2,54. *PDT* merupakan jumlah *PDC* dan *PDL*. *RPT* adalah jumlah keseluruhan pori atau porositas (n) (pF 0). *PAT* adalah selisih antara pF 4,2 dan 2,54. *PAT* inilah yang selanjutnya disebut Kemampuan Mengikat Air (*KMA*).

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Kandungan Bahan Organik (BO) Pupuk dan Tanah Asli

Hasil pengujian bahan organik pupuk dan tanah asli disajikan dalam Tabel 2.

Tabel 2 Bahan Organik Pupuk dan Tanah Asli

Jenis Sampel	BO (%)	C-Organik
Pupuk kascing	53,13	30,81
Bantul (Lempung)	2,14	1,24
Maguwo (Lempung berpasir)	2,66	1,54

Sumber: Hasil analisis

Pupuk kascing memiliki kandungan BO 53,13% dan C-Organik 30,81%. SNI 19 tahun 2004 dan SK Mentan No. 09/KPTS/TP.260/1/2003 (Sudirja,

2007) mensyaratkan pupuk organik yang baik harus memiliki kandungan BO antara 27%-58% dan batasan minimum kandungan C-Organik padat harus lebih dari 12%, dengan demikian pupuk kascing telah memenuhi standar mutu kelayakan pupuk sehingga dapat digunakan sebagai bahan tambahan pada tanah sawah. Hasil pengujian BO tanah asli Bantul memiliki kandungan BO 2,14% dan C-Organik 1,24% lebih rendah dibandingkan dengan tanah Maguwo yang memiliki BO 2,66% dan C-Organik 1,54%.

4.2. Tekstur Tanah

Hasil Pengujian tekstur tanah disajikan dalam Tabel 3. Tanah Bantul memiliki partikel pasir 42,04%, debu 44,35% dan liat 14,61%. Tanah Maguwo memiliki partikel pasir 65,68%, debu 26,21% dan liat 8,11%.

Tabel 3 Tekstur tanah Bantul dan Maguwo

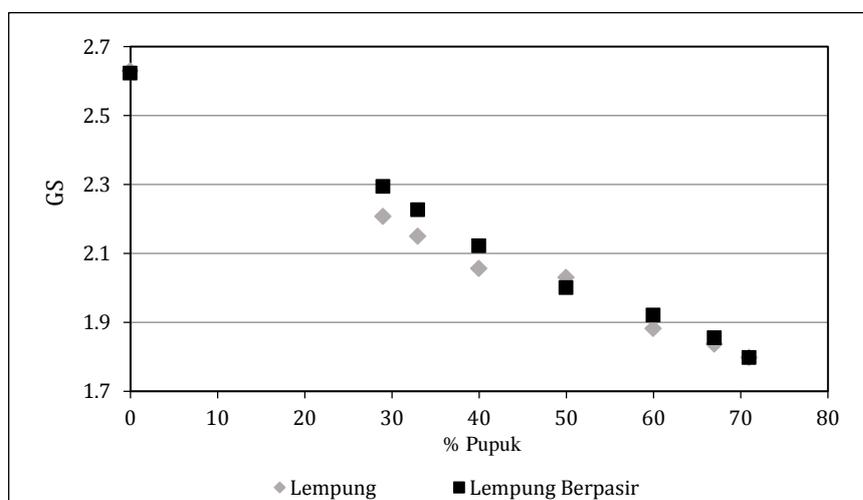
Tanah	Liat %	Debu %	Pasir %	Jenis
Bantul	14,61	44,35	41,04	Lempung
Maguwo	8,11	26,21	65,68	Lempung Berpasir

Sumber: Hasil analisis

Hasil plot persentase partikel pasir, debu dan liat pada segitiga kelas tekstur tanah USDA menunjukkan tanah Bantul memiliki tekstur lempung atau lempung sedangkan tanah Maguwo memiliki tekstur lempung berpasir.

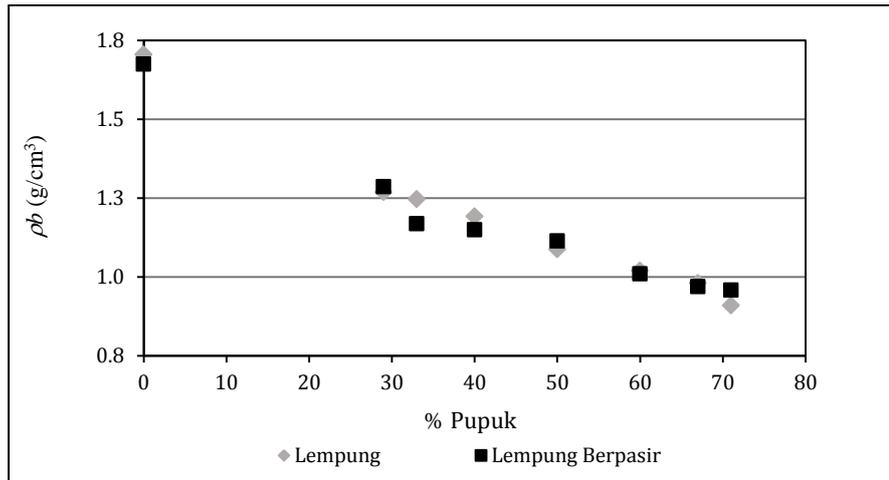
4.3. Berat Volume Dan Berat Jenis

Gambar 3 dan Gambar 4 merupakan karakteristik rapat massa atau berat volume (ρ_b) dan berat jenis atau *specific gravity* (*GS*) tanah asli dan setelah perlakuan.



Sumber: Hasil analisis

Gambar 3 Hubungan *Specific Gravity* (*GS*) dengan Dosis Pupuk



Sumber: Hasil analisis

Gambar 4 Hubungan Berat Volume (ρ_b) dengan Dosis Pupuk

Tabel 4 Berat Volume (ρ_b) dan Specific Gravity (GS)

Tanah	Pupuk %	ρ_b g/cm ³	GS
Lempung	0	1,70	2,63
	29	1,27	2,21
	33	1,25	2,15
	40	1,19	2,06
	50	1,09	2,03
	60	1,02	1,88
	67	0,98	1,84
	71	0,91	1,80
Lempung Berpasir	0	1,67	2,62
	29	1,29	2,29
	33	1,17	2,23
	40	1,15	2,12
	50	1,11	2,00
	60	1,01	1,92
	67	0,97	1,86
	71	0,96	1,80

Sumber: Hasil analisis

Semakin tinggi persentase pupuk kascing maka rapat massa semakin kecil. Hal tersebut berlaku untuk kedua jenis tanah baik lempung maupun lempung berpasir. Intara *et al.* (2011) menyatakan bahwa penambahan pupuk organik menunjukkan adanya penurunan rapat massa terhadap kontrol (tanah asli). Penambahan dosis pupuk cenderung menurunkan GS tanah. Hillel (1971) menambahkan bahwa pupuk organik berpotensi menurunkan berat jenis. Pupuk organik memiliki massa yang lebih ringan sehingga berpengaruh menurunkan GS .

4.4. Porositas dan Angka Pori

Tabel 5 menunjukkan karakteristik porositas dan angka pori (*void ratio*) dari tanah lempung dan lempung berpasir.

Terlihat bahwa porositas tanah cenderung meningkat dengan bertambahnya persentase pupuk yang diberikan terhadap kontrol (tanah asli). Hal ini terjadi karena pupuk organik berperan dalam proses agregasi tanah. Pupuk organik berperan sebagai pembentuk butir (granulator) dari butir-butir mineral, yang menyebabkan keadaan gembur pada tanah produktif (Soegiman, 1982). Chaudhari, Ahire, Ahire, Chkravarty, & Maity (2013) juga membuktikan bahwa penambahan pupuk organik berbanding lurus dengan porositas dan berbanding terbalik dengan rapat massa tanah.

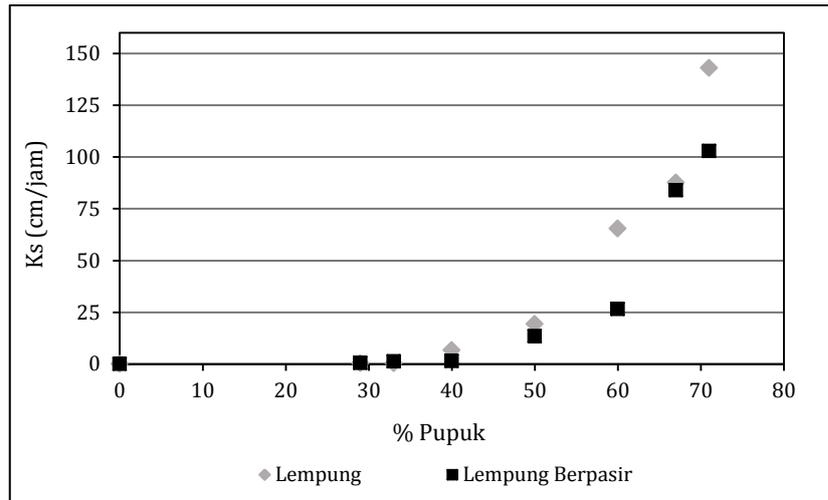
Tabel 5 Porositas (n) dan Angka Pori (e)

Tanah	Pupuk (%)	n (%)	e
Lempung	0	0,52	1,10
	29	0,67	2,02
	33	0,68	2,15
	40	0,68	2,08
	50	0,73	2,69
	60	0,75	2,94
	67	0,72	2,52
	71	0,81	4,24
Lempung Berpasir	0	0,53	1,13
	29	0,68	2,16
	33	0,71	2,48
	40	0,72	2,56
	50	0,72	2,59
	60	0,76	3,23
	67	0,78	3,45
	71	0,78	3,48

Sumber: Hasil analisis

4.5. Permeabilitas

Gambar 5 dan Tabel 6 memperlihatkan koefisien permeabilitas (k_s) tanah lempung dan lempung berpasir dengan menggunakan metode pengukuran *constant head*.



Sumber: Hasil analisis

Gambar 5 Hubungan Permeabilitas *Constant Head* dengan Dosis Pupuk

Tabel 6 Permeabilitas *Constand Head* (Ks)

Tanah	% Pupuk	Ks (cm/jam)
Lempung	0	0,00
	29	0,40
	33	0,41
	40	6,65
	50	19,28
	60	65,38
	67	87,56
	71	142,91
Lempung Berpasir	0	0,15
	29	0,59
	33	1,29
	40	1,42
	50	13,51
	60	26,53
	67	83,86
	71	102,87

Sumber: Hasil analisis

Permeabilitas tanah meningkat seiring bertambahnya persentase pupuk. Peningkatan permeabilitas terjadi karena penambahan pupuk organik mampu meningkatkan jumlah pori makro. Pori tanah terdiri dari pori makro dan mikro. Pori mikro memperlambat gerakan air dan udara sedangkan pori makro mempercepat gerakan air dan udara dalam tanah. Hal ini sejalan dengan penelitian Margolang, Jamilah, & Sembiring, (2015) yang menyatakan bahwa karakteristik sifat fisik tanah yang mampu diperbaiki dengan penerapan bahan organik yaitu warna tanah menjadi kehitaman, menurunkan *bulk density* tanah, meningkatkan total ruang pori tanah, dan meningkatkan permeabilitas tanah.

4.6. Distribusi Ukuran Pori

Tanaman padi memiliki daya serap/hisap air yang terbatas pada ukuran pori tertentu. Nilai porositas saja belum cukup menjelaskan tentang interaksi akar tanaman terhadap air di dalam pori tanah, sehingga perlu diketahui nilai-nilai pF dari setiap komposisi.

Tabel 7 menunjukkan kadar air berbagai tegangan pada tanah lempung dan lempung berpasir dengan dosis pupuk tertentu.

Tabel 7 Kadar Air pada Berbagai Tegangan

Tanah	% Pupuk	θ (%)*			
		pF 0	pF 2,0	pF 2,54	pF 4,2
Lempung	0	52,47	42,37	37,79	32,22
	29	66,93	49,34	41,54	28,57
	33	68,28	48,63	41,75	27,58
	40	67,55	51,39	41,57	22,43
	50	72,93	46,21	37,78	23,44
	60	74,61	46,16	37,36	28,84
	67	71,63	53,04	42,70	33,02
	71	80,90	38,11	30,51	22,80
Lempung berpasir	0	52,99	43,66	37,13	9,27
	29	68,31	45,86	38,68	22,87
	33	71,24	43,66	34,48	24,06
	40	71,94	44,44	34,63	21,29
	50	72,16	46,68	37,79	28,15
	60	76,37	42,07	34,14	25,23
	67	77,53	41,89	34,70	24,54
	71	77,69	41,71	34,40	26,86

*persen volumetrik

Sumber: Hasil analisis

Terlihat bahwa kadar air cenderung bertambah seiring bertambahnya persentase pupuk. Pupuk organik dapat mendorong meningkatkan daya ikat air dan mempertinggi jumlah air tersedia untuk kebutuhan tanaman (Jumin, 2002 dalam Intara *et al.*, 2011).

Tabel 8 menunjukkan distribusi ukuran pori pada tanah lempung dan lempung berpasir pada berbagai komposisi pupuk kascing.

Tabel 8 Distribusi Ukuran Pori

Tanah	% Pupuk	θ (%)*					
		PDC	PDL	PDT	PAT	PTB	RPT
Lempung	0	10,10	4,58	14,67	5,58	32,22	52,47
	29	17,59	7,79	25,39	12,97	28,57	66,93
	33	19,65	6,88	26,53	14,17	27,58	68,28
	40	16,16	9,82	25,97	19,14	22,43	67,55
	50	26,72	8,44	35,16	14,34	23,44	72,93
	60	28,45	8,80	37,25	8,52	28,84	74,61
	67	18,59	10,34	28,93	9,68	33,02	71,63
Lempung berpasir	71	42,79	7,60	50,39	7,72	22,80	80,90
	0	9,33	6,53	15,86	27,87	9,27	52,99
	29	22,45	7,18	29,63	15,81	22,87	68,31
	33	27,58	9,18	36,76	10,43	24,06	71,24
	40	27,50	9,81	37,31	13,35	21,29	71,94
	50	25,48	8,89	34,37	9,64	28,15	72,16
	60	34,30	7,94	42,23	8,90	25,23	76,37
67	35,65	7,19	42,84	10,15	24,54	77,53	
71	35,98	7,31	43,29	7,54	26,86	77,69	

*persen volumetrik

Sumber: Hasil analisis

Setelah dilakukan penambahan pupuk dalam berbagai dosis, terlihat bahwa jumlah pori drainase kedua jenis tanah tersebut cenderung mengalami peningkatan seiring bertambahnya persentase pupuk organik. Hal ini terjadi karena pupuk organik dapat menambah pori makro karena banyak mengandung humus yang bersifat koloid hidrofil yang dapat menggumpal dan membentuk gel, oleh sebab itu humus berperan dalam pembentukan tanah yang remah (Sarif, 1985 dalam Intara *et al.*, 2011). Pori drainase masih dapat menyediakan air bagi tanaman pada sistem genangan karena walaupun terjadi perkolasi, air genangan akan terus-menerus mengisi pori drainase mengganti kehilangan air karena perkolasi, keadaan tersebut akan berlangsung terus-menerus selama tanah masih digenangi. Jika tanah berhenti digenangi maka persediaan air dalam pori drainase akan habis akibat proses perkolasi sehingga pori drainase tidak lagi mensuplai air bagi tanaman. Tanaman selanjutnya akan menyerap air dari pori air tersedia. Pada sistem irigasi hemat air, pori air tersedia inilah yang perlu ditingkatkan jumlahnya.

4.7. Kemampuan Mengikat Air

Tabel 9, Gambar 6 dan Gambar 7 menunjukkan air tersedia (AT) atau kemampuan mengikat air

(KMA) pada tanah lempung dan lempung berpasir sebelum dan sesudah perlakuan. KMA merupakan selisih antara kadar air titik layu permanen atau *permanent wilting point* (pF 4,2) dan kapasitas lapang atau *field capacity* (pF 2,54). Dari ke-7 komposisi tanah lempung terlihat bahwa KMA tidak berbanding lurus seiring bertambahnya dosis pupuk kascing. Namun, penambahan pupuk kascing pada semua komposisi tanah lempung cenderung meningkatkan KMA.

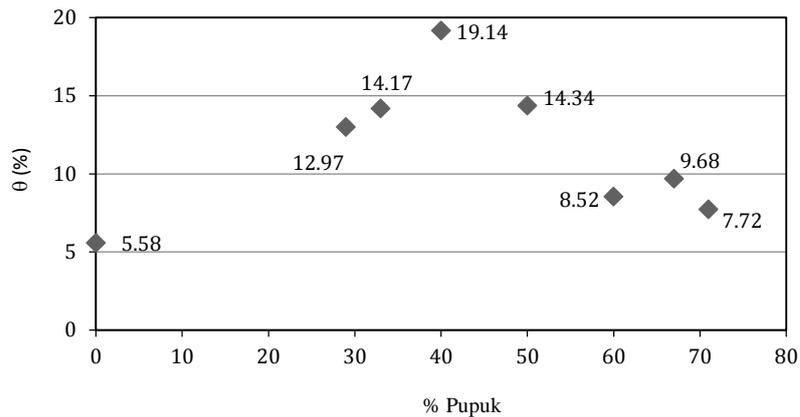
Tabel 9 Nilai pF2,54 dan pF4,2 untuk Perhitungan KMA

Tanah	% Pupuk	pF2.54 θ %*	pF4.2 θ %*	KMA θ %*
Lempung	0	37,79	32,22	5,58
	29	41,54	28,57	12,97
	33	41,75	27,58	14,17
	40	41,57	22,43	19,14
	50	37,78	23,44	14,34
	60	37,36	28,84	8,52
	67	42,70	33,02	9,68
Lempung Berpasir	71	30,51	22,80	7,72
	0	37,13	9,27	27,87
	29	38,68	22,87	15,81
	33	34,48	24,06	10,43
	40	34,63	21,29	13,35
	50	37,79	28,15	9,64
	60	34,14	25,23	8,90
67	34,70	24,54	10,15	
71	34,40	26,86	7,54	

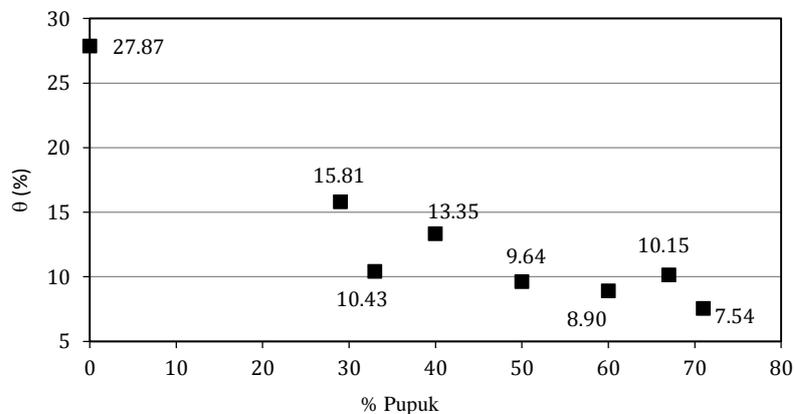
*persen volumetrik

Sumber: Hasil analisis

Persentase pupuk 40% merupakan komposisi dengan KMA maksimum yaitu sebesar 19,14%, meningkat sebesar 13,56% dari tanah asli (0% pupuk) yang hanya memiliki KMA sebesar 5,58%. Peningkatan KMA terjadi pada tanah lempung setelah perlakuan disebabkan karena tanah lempung memiliki pori tidak berguna (pori sangat kecil) yang banyak sehingga jika tanah asli lempung ditambah dengan pupuk organik yang memiliki kemampuan agregasi maka pori tidak berguna yang terbentuk dari butiran-butiran kecil akan digumpalkan oleh bahan organik menjadi butiran lebih besar dan membentuk pori air tersedia sehingga KMA meningkat. Pupuk organik membantu mengikat butiran liat membentuk ikatan yang lebih besar sehingga memperbesar ruang-ruang udara di antara ikatan butiran (Schjønning, Munkholm, Elmholt, & Olesen, 2007).



Gambar 6 Hubungan KMA Tanah Lempung dengan Dosis Pupuk



Gambar 7 Hubungan KMA Tanah Lempung Berpasir dengan Dosis Pupuk

Pemberian pupuk kascing pada tanah lempung berpasir tidak meningkatkan KMA. KMA maksimum tanah lempung berpasir terjadi pada tanah asli (0% pupuk) yaitu sebesar 27,87%. Tabel 8 menunjukkan bahwa tanah asli lempung berpasir sudah memiliki pori AT yang sangat baik, penambahan pupuk menyebabkan proses agregasi terjadi sehingga pori AT berpotensi berkembang menjadi pori drainase, akibatnya pori AT menjadi berkurang. Walaupun kedua tanah ini memiliki porositas yang hampir sama namun KMA tanah asli lempung berpasir jauh lebih besar. Hal ini terjadi karena tanah asli lempung memiliki titik layu permanen pada kadar air yang besar jika dibandingkan dengan tanah asli lempung berpasir. Kandungan liat pada tanah asli lempung lebih banyak jika dibandingkan dengan tanah asli lempung berpasir. Partikel liat yang sangat kecil berkontribusi dalam terbentuknya pori tidak berguna (pF 4,2). Pori tidak berguna ini akan meningkatkan jumlah kadar air titik layu permanen. Rawls, Pachepsky, Ritchie, Sobecki, & Bloodworth (2003) membuat *regression tree* untuk retensi air pada kapasitas lapang dan titik layu dengan 12.000 sampel tanah.

Terlihat bahwa semakin tinggi kandungan liat maka kadar air titik layu permanen akan semakin besar. Nilai kadar air titik layu permanen pada tanah asli lempung berpasir sangat kecil jika dibandingkan dengan komposisi lainnya yaitu 9,27%. Jika parameter liat dan c-organik tanah lempung berpasir pada Tabel 2 dan 3 dimasukkan pada *regression tree* (Rawls *et al.*, 2003) maka nilai titik layu permanen yang dihasilkan tidak jauh berbeda yaitu 8,20% dengan standar deviasi 2,3.

V. KESIMPULAN

KMA tanah asli lempung (komposisi pupuk 0%) adalah 5,58%. Komposisi terbaik yang memiliki nilai KMA maksimum adalah pada persentase pupuk kascing 40% dengan nilai KMA sebesar 19,14% atau meningkat 13,56% dari tanah asli lempung. Komposisi tanah ini dapat digunakan pada sistem irigasi hemat air.

Pemberian bahan organik pada tanah lempung berpasir cenderung menurunkan air tersedia. KMA maksimum terjadi pada tanah asli (persentase pupuk 0%) sebesar 27,87%.

Penambahan pupuk kascing tidak selamanya meningkatkan KMA. Jenis tanah dan komposisi pupuk sangat mempengaruhi KMA.

Penelitian ini dapat dilanjutkan dengan uji coba tanaman padi pada komposisi terbaik menggunakan metode hemat air. Penelitian tentang evaporasi dapat dilakukan pada komposisi yang sama.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada Laboratorium Mekanika Tanah Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada dan Laboratorium Fisika Tanah dan Tanah Umum Fakultas Pertanian, Universitas Gadjah Mada atas fasilitas dan bantuan selama proses pengambilan data penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Anwar, E. K. (2009). Efektivitas cacing tanah *Pheretima hupiensis*, *Edrellus* sp. dan *Lumbricus* sp. dalam proses dekomposisi bahan organik. *Jurnal Tanah Trop*, 14(2), 149-158.
- Ayu, S. P. C. (2013). *Kapasitas Maksimum Kepadatan Tanah pada Berbagai Distribusi Ukuran Partikel dan Kadar Bahan Organik Tanah dalam Kondisi Kering Udara dan Kapasitas Lapang* (Skripsi). Institut Pertanian Bogor, Bogor. Diperoleh dari <http://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/63706>
- Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. (2006). *Sifat Fisik Tanah dan Metode Analisisnya*. Bogor: Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Departemen Pertanian.
- Baskoro, D. P. T., & Tarigan, S. D. (2007). Karakteristik kelembaban tanah pada beberapa jenis tanah. *Jurnal Tanah dan Lingkungan*, 9(2), 77-81.
- Chaudhari, P. R., Ahire, D. V., Ahire, V. D., Chkravarty, M., & Maity, S. (2013). Soil bulk density as related to soil texture, organic matter content and available total nutrients of coimbatore soil. *International Journal of Scientific and Research Publications*, 3(2), 1-8.
- Hillel, D. (1971). *Soil and Water Physical Principles and Processes*. London: Academic Press.
- Hirich, A., Choukr-Allah, R., & Jacobsen, S. E. (2014). Deficit irrigation and organic compost improve growth and yield of quinoa and pea. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 200(5), 390-398.
- Intara, Y. I., Sapei, A., Erizal, Sembiring, N., & Djoefrie, M. H. B. (2011). Pengaruh pemberian bahan organik pada tanah liat dan lempung berliat terhadap kemampuan mengikat air. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 16(2), 130-135.
- Kusumawati, N. (2011). Evaluasi perubahan temperatur, pH dan kelembaban media pada pembuatan vermikompos dari campuran jerami padi dan kotoran sapi menggunakan *Lumbricus rubellus*. *Jurnal Inovasi dan Aplikasi Teknologi*, 15(1), 45-56.
- Margolang, R. D., Jamilah, & Sembiring, M. (2015). Karakteristik beberapa sifat fisik, kimia, dan biologi tanah pada sistem pertanian organik. *Jurnal Online Agroekoteknologi*, 3(2), 717-723.
- Mawardi, M. (2011). *Tanah-Air-Tanaman: Asas Irigasi dan Konservasi Air*. Yogyakarta: Bursa Ilmu.
- Novita, R. Y., Samporno, & Khoiri, M. A. (2014). Pemberian pupuk kascing dan urea terhadap pertumbuhan bibit kakao (*Theobroma cacao* L.). *Jom Faperta*, 1(2), 1-10.
- Nurrochmad, F. (2007). Kajian pola hemat pemberian air irigasi. *Jurnal Forum Teknik Sipil*, 17(2), 517-529.
- Rawls, W. J., Pachepsky, Y. A., Ritchie, J. C., Sobecki, T. M., & Bloodworth, H. (2003). Effect of soil organic carbon on soil water retention. *Geoderma Journal*, 116(1-2), 61-67.
- Richards, L. A., & Fireman, M. (1943). Apparatus for measuring moisture sorption and transmission by soils. *Soil Science Journal*, 56(6), 395-404.
- Rusdianto, E. (2008). *Kajian Metode Irigasi Hemat Air Padi Sawah*. Yogyakarta: Universitas Gajah Mada.
- Schjønning, P., Munkholm, L. J., Elmholt, S., & Olesen, J. E. (2007). Organic matter and soil tilth in arable farming: Management makes a difference within 5-6 years. *Agriculture, ecosystems & environment*, 122(2), 157-172.
- Soegiman. (1982). *Ilmu Tanah*. Jakarta: Bhratara Karya Aksara.
- Subari, Joubert, M. D., Sofiuiddin, H. A., & Triyono, J. (2012). Pengaruh perlakuan pemberian air irigasi pada budidaya SRI, PTT dan konvensional terhadap produktivitas air. *Jurnal Irigasi*, 7(1), 28-42.
- Sudirja, R. (2007). *Standar Mutu Pupuk Organik dan Pembenah Tanah*. Bandung: Balai Besar Pengembangan dan Perluasan Kerja, Departemen Tenaga Kerja dan Transmigrasi, Republik Indonesia.
- Utomo, P. (2014). *Kajian Pengaruh Pupuk Organik Terhadap Sifat Hidrofisik Pada Tanah Sawah di Dusun Pepen Desa Trimulyo Kecamatan Sleman Kabupaten Sleman* (Skripsi). Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.
- Walkley, A., & Black, I. A. (1934). An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter, and a proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil Science Journal*, 37(1), 29-38.