

**PERANAN MULSA DAN PEMBENAH TANAH
PADA DINAMIKA DAN PENGAWETAN LENGAS TANAH**

**The Role of the Mulch and Soil Amendment to the
Soil Moisture Dynamics and Conservation**

**Oleh : AZ. Purwono Budi Santosa¹⁾, Supriyanto Notohadisuwarno²⁾, dan Soeprapto
Soekodarmodjo³⁾**

ABSTRACT

A study of the soil moisture dynamics and conservation resulted from the mulch adding and soil amendment was carried out in the Laboratory of Soil Science of Agriculture Faculty of Gadjah Mada University.

The experiment was conducted using a Factorial Completely Randomized Design consisting of mulch adding (M_0 = without the mulch and M_1 = with the mulch) and four rates of soil amendment ($P_0 = 0$, $P_1 = 4$, $P_2 = 8$ and $P_3 = 12 \text{ Mg.ha}^{-1}$). The experiment used **Mediterranean** top soil (**Vertic Eutropepts**). Tensiometers were installed at the 15, 30 and 45 cm soil depths of all plots. Every treatment was repeated three times.

The soil properties which were observed included particle size distributions, bulk density, particle density, soil moisture characteristic. Soil temperature, saturated and unsaturated hydraulic conductivity, organic matter, fulvic acid, C/N and HA/FA ratios. Tensiometer readings were taken daily, diurnal variation in soil temperature at a depth of 15 cm and air temperature were monitored with thermometers.

The result of this experiment, generally speaking, showed that the mulch adding decreases the upward flow of the soil moisture and reduces the evaporation rate and then decreases the loss of the soil moisture. The soil amendment from the green manure does not have a role to improve soil physical properties. However, it increases the ability to hold the soil moisture, so the loss of soil moisture resulted from percolation is decreased. In fact, the role of soil amendment to increase the soil moisture content is less than the mulch, and then there is no interaction between the two factors which are tested.

Key Words : mulch, soil amendment, soil moisture dynamics, soil moisture conservation.

1) *Mahasiswa Pasca Sarjana, UGM*

2&3) *Dosen Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian, UGM*

PENDAHULUAN

Air sangat penting bagi kehidupan, karena merupakan pereaksi alamiah yang berkemampuan besar dan berperan sangat luas. Hampir setiap proses tumbuhan langsung atau tidak langsung dipengaruhi oleh persediaan air. Air berfungsi sebagai penyusun utama protoplasma (85 % - 95 %), mencegah dehidrasi yang menyebabkan hancurnya protoplasma, medium tempat reaksi – reaksi berlangsung dan berguna dalam pembentukan karbohidrat, pelarut dan alat pengangkut makanan dan mineral – mineral. Air juga penting untuk proses fisiologi tanaman seperti pembelahan sel, respirasi dan fotosintesis (Hillel, 1971; Tisdale and Nelson, 1975, Kramer, 1983).

Air mempunyai banyak fungsi dalam pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Sebagai komponen struktural maupun fungsional air mutlak diperlukan tanaman. Oleh sebab itu tersedianya air yang proporsional merupakan syarat penting dalam keberhasilan usaha pertanian. Air merupakan salah satu faktor lingkungan yang sangat penting bagi pertumbuhan tanaman. Air dapat merupakan faktor pembatas yang serius bila ketersediaannya bagi tanaman kurang, sehingga pertumbuhan dan perkembangan tanaman akan terhambat.

Kebutuhan tanaman akan lengas berubah sepanjang periode pertumbuhan sesuai dengan tahap perkembangan hidup tanaman. Kebutuhan tersebut tidak selamanya terpenuhi karena adanya kenyataan bahwa agihan lengas di daerah perakaran tanaman tidak merata serta selalu berubah ubah selama masa pertumbuhan. Perubahan tersebut dipengaruhi oleh pengatusan, evapotranspirasi dan curah hujan yang menyebabkan pada waktu tertentu terjadi kelebihan lengas, sedangkan pada waktu lain terjadi kekurangan. Hal ini menuntut upaya pemeliharaan lengas di daerah perakaran agar terjamin keseimbangan antara ketersediaan lengas dengan kebutuhan tanaman. Usaha yang dapat dilakukan adalah mengurangi laju evaporasi dan perkolasi lengas yang berada di daerah perakaran tersebut.

Menekan laju evaporasi dapat dilakukan dengan beberapa cara antara lain menutup permukaan tanah menggunakan mulsa dan menutup pori kapiler dengan pencangkulan. Beberapa bahan diketahui dapat digunakan sebagai mulsa antara lain serbuk gergaji, plastic, serasah, jerami dan lainnya. Pemulsaan akan menekan evaporasi, aliran limpas dan akan meningkatkan infiltrasi.

Pupuk hijau merupakan sumber bahan organik. Bahan organik sebagai pembenah tanah akan memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologi tanah. Peranan bahan organik terhadap sifat fisik tanah ialah memperbaiki struktur tanah, keterolahan, meningkatkan aerasi, ketersediaan lengas dan daya simpan lengas tanah. Dengan meningkatnya daya simpan lengas tanah, perkolasi dapat dikurangi.

Dengan pemulsaan yang disertai tindakan pembenahan tanah, proses kehilangan lengas tanah melalui evaporasi dan perkolasi dapat dikurangi, sehingga lengas tanah di daerah perakaran meningkat dan selanjutnya akan menjaga keseimbangan antara ketersediaan lengas dengan kebutuhan tanaman.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di rumah kaca, menggunakan tanah Mediteran (Vertic Eutropepts, Chromic Cambisols) yang diambil di Kabupaten Gunungkidul DIY sedalam lapis olah (0 - 20 cm). Tanah halus kering angin seberat 28,45 kg setara kering mutlak dimasukkan bak kayu ukuran panjang X lebar X tinggi : 20 X 20 X 70 cm, sampai setinggi 60 cm. Tanah setebal 25 cm bagian atas telah dicampur dengan pembenah tanah sesuai perlakuan.

Penelitian merupakan percobaan faktorial 2 X 4 yang disusun dengan Rancangan Acak Lengkap (Completely Randomized Design) dan diulang tiga kali. Faktor pertama adalah penggunaan mulsa yang terdiri dari : tanpa mulsa (M_0) dan dengan mulsa (M_1). Faktor kedua adalah takaran pembenah tanah dengan 4 aras takaran pemberian, masing-masing dalam satuan $Mg.ha^{-1}$ adalah : $P_0 = 0$, $P_1 = 4$, $P_2 = 8$, $P_3 = 12$, sehingga terdapat 8 kombinasi perlakuan.

Bak kayu yang telah diisi tanah dijenuhi air. Bila telah jenuh tensiometer dipasang pada kedalaman 15, 30, 45 cm. Bidang acuan (*reference level*) adalah permukaan tanah. Perlakuan M_1 segera ditutup dengan mulsa yang telah disiapkan. Tebal mulsa 5 cm (ditentukan beratnya dengan ditimbang supaya seragam) tiap perlakuan.

Potensial matriks dicatat dengan selang waktu dari hitungan menit sampai jam, yang semakin lebar selangnya. Suhu tanah diukur tiap hari pada jeluk 15 cm, pengukuran dilakukan pada pukul 07.00, 13.00 dan 16.00. Diukur pula suhu udara luar dan suhu thermometer bola basah untuk menentukan kelembaban udara. Setiap 2 minggu sekali diambil cuplikan contoh tanah pada jeluk 15, 30 dan 45 cm untuk ditentukan kadar lengasnya. Tiap 20 hari sekali diambil cuplikan contoh tanah pada jeluk 0 - 20 cm, dan dianalisis untuk mengetahui tingkat perombakan pembenah tanahnya.

Sifat - sifat tanah yang digunakan dalam penelitian diketahui berdasarkan analisis karakteristik lengas tanah, daya hantar hidraulik jenuh, potensial matriks, tekstur, kadar bahan organik, kadar nitrogen total, analisis asam fulvat dan asam humat, semua dilakukan menurut prosedur yang tercantum dalam petunjuk (Anonim, 1974; Soekodarmodjo dkk, 1984; Prawirowardoyo dkk, 1987).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sifat - sifat Tanah

Tanah Mediteran bertekstur lempung, dan didominasi mineral lempung metahalosit. Kadar C organik dan N total tanah rendah (Tabel 1).

Tabel 1 : Sifat - sifat fisik dan kimia tanah

SIFAT TANAH	KANDUNGAN/KADAR
Pasir (%)	1,23
Debu (%)	6,04
Lempung (%)	92,73
Tekstur (USDA)	Lempung (clay)
Kerapatan Bongkah ($Mg.m^{-3}$)	1,10
Kerapatan Butir ($Mg.m^{-3}$)	2,18
Porositas (%)	49,61
Karbon Organik (%)	1,10

Bahan Organik (%)	1,89
Nitrogen Total (%)	0,12
Nisbah C/N	9,28
Tipe mineral lempung	Metahaloisit

Walaupun tanahnya bertekstur lempung, tetapi karena mineral lempungnya mempunyai luas permukaan jenis kecil ($\pm 20 \text{ m}^2.\text{gr}^{-1}$) dan bertipe 1 : 1 yang tidak bisa mengembang bila lengas tanah meningkat, dan karena kadar bahan organik tanah rendah, daya simpan lengasnya tidak begitu tinggi, selain itu kehilangan lengas karena evaporasi relative besar karena keberadaan pori mikro yang mempunyai kapilaritas tinggi lebih banyak daripada pori makro.

Kandungan Humus Tanah

Hasil analisis tanah menunjukkan bahwa pemberian mulsa meningkatkan bahan organik, asam fulvat, nisbah C/N dan H/F (Tabel 2). Peningkatan tersebut dapat terjadi karena ada sebagian dari mulsa mengalami perombakan selanjutnya meningkatkan tolok ukur tadi. Kelengasan tanah sangat mendukung proses tersebut. Pemberian mulsa menjaga kondisi kelengasan berada dalam keadaan yang sesuai bagi kehidupan mikro organisme tanah yang berperan dalam perombakan tersebut. Paul and Clark (1989) menyebutkan bahwa umumnya aktivitas mikro organism optimal pada kondisi kelengasan dengan potensial - 0,01 MPa. Pada kelengasan tersebut terjadi kenaikan karbon organik dari 0,99 % menjadi 2,26 %, karena pemberian mulsa jerami $2,6 \text{ Mg.ha}^{-1}$ (Tindall et al., 1991).

Tampak bahwa takaran pembenah tanah berpengaruh meningkatkan kandungan bahan organik tanah, asam fulvat, menurunkan nisbah H/F. Peningkatan karena pemberian pembenah tanah lebih besar dibandingkan dengan pemulsaan. Perubahan kandungan humus tersebut telah diduga sebelumnya. Pembenah tanah yang berasal dari pupuk hijau mengandung sejumlah besar karbon, selama dikomposisi karbon tadi akan dirombak dan disintesis oleh mikro organism tanah, sehingga terjadi kenaikan kandungan humus tanah.

Tabel 2 : Pengaruh mulsa dan takaran pembenah tanah terhadap kandungan bahan organik, asam fulvat dan nisbah C/N, H/F tanah setelah perlakuan.

Perlakuan	Bahan Organik	Asam Fulvat	Nisbah C/N	Nisbah H/F
Mulsa	----- % -----	----- % -----		
Mo	2,00 a	0,26 a	8,90 a	1,67 a
M ₁	2,11 b	0,28 b	9,33 b	1,72 a
Pembenah tanah				
Po	1,89 a	0,25 a	8,99 a	1,82 a
P ₀	2,01 b	0,27 b	9,12 a	1,77 ab
P ₁	2,15 c	0,28 c	9,35 a	1,70 ab
P ₂	2,19 c	0,29 d	8,99 a	1,50 b
P ₃				
Kombinasi				

MoPo	1,86 a	0,24 a	8,92 ab	1,74 a
MoP ₁	1,97 bc	0,26 b	9,01 ab	1,73 a
MoP ₂	2,07 d	0,26 bc	9,03 ab	1,72 a
MoP ₃	2,11 d	0,27 c	8,63 a	1,50 a
M ₁ Po	1,92 ab	0,25 b	9,06 ab	1,90 a
M ₁ P ₁	2,04 cd	0,27 c	9,22 bc	1,81 a
M ₁ P ₂	2,23 e	0,29 d	9,68 c	1,68 a
M ₁ P ₃	2,27 e	0,30 d	9,35 bc	1,50 a

Keterangan: Angka diikuti dengan huruf sama menunjukkan berbeda tidak nyata atas dasar Uji Duncan pada taraf nyata 5 %.

Dalam penelitian ini tidak diperoleh takaran maksimum pembenah tanah agar jumlah bahan organik, asam fulvat maksimum. Artinya takaran pembenah tanah masih dapat ditingkatkan sehingga diperoleh jumlah bahan organik dan asam fulvat yang paling menguntungkan bagi perubahan sifat – sifat tanah.

Kerapatan Bongkah dan Konduktivitas Hidraulik Jenuh.

Hasil analisis tanah menunjukkan bahwa pemberian mulsa dan pembenah tanah tidak berpengaruh terhadap kerapatan bongkah dan konduktivitas hidraulik jenuh tanahnya (Tabel 3).

Tabel 3 : Pengaruh mulsa dan takaran pembenah tanah terhadap kerapatan bongkah (*BV*), konduktivitas hidraulik jenuh (*Ks*), pori drainasi cepat (*PDC*), pori drainasi lambat (*PDL*) dan pori pemegang air (*PPA*).

Perlakuan	BV Mg.m ⁻³	PDC %	PDL %	PPA %	Ks cm.jam ⁻¹
Mulsa					
Mo	1,14 a	5,57 a	6,77 a	26,41 a	0,09 a
M ₁	1,13 a	3,06 b	5,83 a	28,52 b	0,09 a
Pembenah Tanah					
Po	1,14 a	5,40 ab	6,47 a	27,34 a	0,10 a
P ₁	1,14 a	6,33 a	6,45 a	26,35 a	0,06 a
P ₂	1,13 a	3,42 bc	6,20 a	27,9 a	0,08 a
P ₃	1,12 a	2,11 c	6,09 a	28,26 a	0,12 a

Perlakuan	BV Mg.m ⁻³	PDC %	PDL %	PPA %	Ks cm.jam ⁻¹
Kombinasi					
MoPo	1,14 a	9,12 a	7,02 a	26,51 ab	0,11 a
MoP ₁	1,14 a	7,53 ab	6,84 a	25,25 b	0,11 a

MoP ₂	1,12	a	3,11	cd	6,40	a	26,97	ab	0,13	a
MoP ₃	1,11	a	2,54	cd	6,81	a	26,92	ab	0,04	a
M ₁ P ₀	1,14	a	1,69	d	5,92	a	28,17	ab	0,12	a
M ₁ P ₁	1,13	a	5,13	bc	6,05	a	27,45	ab	0,08	a
M ₁ P ₂	1,13	a	3,73	cd	6,00	a	28,85	a	0,04	a
M ₁ P ₃	1,13	a	1,68	cd	5,36	a	29,61	a	0,03	a

Keterangan: Angka diikuti dengan huruf sama menunjukkan berbeda tidak nyata atas dasar Uji Duncan pada taraf nyata 5 %.

Kerapatan bongkah dan daya hantar hidraulik jenuh merupakan tolok ukur yang menunjukkan baik tidaknya struktur tanah. Struktur tanah dipengaruhi oleh bahan organik tanah. Peningkatan bahan organik dan asam fulvat karena pemulsaan dan pemberian pembenah tanah (Tabel 2) tidak mempengaruhi kerapatan bongkah dan daya hantar hidraulik jenuh tanah yang diteliti. Diduga penambahan bahan organik, asam fulvat, mutu serta waktu 2 bulan belum cukup untuk pembentukan struktur tanah. Hal ini sesuai dengan penelitian Hulugalle and Kang (1991), bahwa tanah geluh pasiran yang diberi pangkasan tanaman pupuk hijau 3,5 Mg.ha⁻¹ selama 4 bulan tidak berubah kerapatan bongkahnya, sekitar 1,35 Mg.m⁻³. Berdasarkan konsep Monnier (1965) Theng (1986) menyebutkan bahwa pembentukan humus yang berperan dalam agregasi tanah perlu waktu yang panjang. Dijelaskan lebih lanjut bahwa pemberian pupuk hijau ke dalam tanah dengan cepat menghasilkan biomassa microbial (*microbial biomass*) seiring dengan terbentuknya eksudat dari polisakarida yang meningkatkan agregasi tanah, tetapi akan menurun lagi secara drastis, secepat pembentukan polisakarida ekstra seluler yang mengurangi ikatan antar partikel. Proses ini berlangsung beberapa minggu saja.

Suhu Tanah

Pemberian mulsa dan pembenah tanah meningkatkan suhu tanah pada jeluk 15 cm (Tabel 4), Pemberian mulsa berpengaruh nyata meningkatkan suhu tanah mulai hari ke 14 sampai dengan hari ke 35, hari - hari berikutnya sampai selesainya percobaan tidak menunjukkan pengaruh lagi.

Tabel 4 : Pengaruh mulsa dan takaran pembenah tanah terhadap suhu tanah jeluk 15 cm.

Perlakuan	Hari ke				
	0	14	28	35	56
Mulsa					
Mo	28,03	28,94	26,84	27,57	28,95
M ₁	28,40	29,40	27,28	28,08	29,32
Pembenah Tanah					
P ₀	28,23	29,08	26,96	27,79	28,95
P ₁	28,11	29,11	27,04	27,83	29,16
P ₂	28,32	29,30	27,06	27,73	29,12
P ₃	28,23	29,22	27,18	27,93	29,30

Kombinasi					
-----------	--	--	--	--	--

MoPo	28,12	a	28,97	a	26,75	b	27,57	ab	28,82	a
MoP ₁	27,87	a	28,80	a	26,90	ab	27,65	ab	29,13	a
MoP ₂	28,20	a	29,07	a	26,70	b	27,40	b	28,70	a
MoP ₃	27,95	a	28,95	a	27,00	ab	27,67	ab	29,15	a
M ₁ Po	28,33	a	29,20	a	27,17	ab	28,02	ab	29,10	a
M ₁ P ₁	28,35	a	29,42	a	27,18	ab	28,02	ab	29,18	a
M ₁ P ₂	28,43	a	29,53	a	27,42	a	28,07	ab	29,53	a
M ₁ P ₃	28,50	a	29,48	a	27,35	ab	28,20	a	29,45	a

Keterangan : Angka diikuti dengan huruf sama menunjukkan berbeda tidak nyata atas dasar uji Duncan pada taraf nyata 5 %.

Mikro organisme tanah berperan besar dalam proses dekomposisi mulsa dan pembenah tanah. Brady (1990) menyebutkan bahwa selama proses dekomposisi akan dikeluarkan energy berupa panas. Panas yang terbentuk akan teragih pada laksana tanah, pemulsaan menghambat terlepasnya panas keluar permukaan tanah sehingga meningkatkan suhu tanah. Pada perlakuan pembenah tanah panas yang terbentuk dapat teragih ke segala tempat dan karena tidak ada penghalang maka dapat terlepas ke luar permukaan tanah secara lancer, sehingga tidak ada perbedaan yang nyata suhu tanahnya. Pada awal sebelum terjadi dekomposisi dan akhir dekomposisi, pemulsaan tidak menurunkan suhu tanah seperti diduga sebelumnya, karena mulsa yang diberikan masih dapat ditembus sinar matahari. Penelitian yang dilakukan oleh Hastuti dan S.L. Aminah (1986) pada tanah vertisol menyebutkan bahwa pemulsaan setebal 10 cm baru mempunyai arti menurunkan suhu tanah sampai lebih dari 1° C

Kehilangan Lengas Tanah

Kehilangan lengas tanah pada tiap jeluk ditentukan dengan cara mengurangi simpanan lengas pada awal penelitian (t_0) dengan simpanan lengas pada waktu tertentu (t_1) pada jeluk yang bersangkutan.

Tampak bahwa pemberian mulsa dan pemberian pembenah tanah efektif dalam menekan laju kehilangan lengas tanah (Tabel 5). Dengan bertambahnya waktu, kemampuan mulsa dan pembenah tanah dalam menekan kehilangan lengas tanah semakin besar, bedanya kemampuan mulsa lebih besar dibandingkan dengan pembenah tanah yaitu antara 2,83 - 8,50 mm disbanding 2,04 - 3,54 mm.

Proses kehilangan lengas erat kaitannya dengan suhu tanah, Suhu tanah yang tinggi segera diikuti penguapan yang tinggi. Tingginya evaporasi pada perlakuan Mo disebabkan luasnya difusi uap air dari dalam tanah ke udara. Potensial hidraulik tempat yang ditinggal uap air tersebut menjadi kecil, dan segera diisi lengas dari bawah sebab lebih besar potensial hidrauliknya. Pada perlakuan M₁, difusi uap air dari dalam tanah ke udara tidak seeluasa pada tanah terbuka. Mulsa merupakan penghambat difusi uap air ke udara dan juga mengurangi pengaruh angin sehingga kehilangan lengas lebih sedikit jika dibandingkan dengan tanah tanpa mulsa.

Tabel 5 : Pengaruh mulsa dan takaran pembenah tanah terhadap kehilangan lengas tanah jeluk 15 cm.

Perlakuan	Kehilangan lengas tanah (mm)			
	12 Jam	504 jam	1008 jam	1516 jam
Mulsa				

Mo	0,52	a	5,76	a	9,20	a	11,87	a
M ₁	0,32	a	1,93	b	2,74	b	3,37	b
Pembenah Tanah								
P ₀	0,68	a	5,02	a	7,47	a	9,60	a
P ₁	0,46	a	4,12	ab	6,57	ab	8,08	ab
P ₂	0,33	a	3,26	b	5,46	bc	6,74	bc
P ₃	0,22	a	2,98	b	4,38	c	6,06	c
Kombinasi								
MoPo	0,58	a	7,58	a	11,82	a	15,24	a
MoP ₁	0,73	a	6,15	ab	9,98	ab	12,36	b
MoP ₂	0,37	a	4,51	b	8,16	bc	10,09	b
MoP ₃	0,39	a	2,45	c	6,86	c	9,82	b
M ₁ P ₀	0,78	a	2,09	c	3,12	d	3,97	c
M ₁ P ₁	0,19	a	2,01	c	3,17	d	3,80	c
M ₁ P ₂	0,28	a	1,17	c	2,76	d	3,39	c
M ₁ P ₃	0,06	a	1,76	c	1,89	d	2,30	c

Keterangan : Angka diikuti dengan huruf sama menunjukkan berbeda tidak nyata atas dasar Uji Duncan pada taraf nyata 5 %.

Berkurangnya kehilangan lengas setelah 1416 jam terutama disebabkan karena berkurangnya pori drainasi cepat dan lambat, konsentrasi asam fulvat, bahan organik dan pori pemegang air bertambah. Berkurangnya pori drainasi cepat diimbangi dengan meningkatnya pori pemegang air, serta bertambahnya kandungan bahan organik, asam fulvat yang mempunyai kemampuan memegang air yang tinggi menyebabkan kehilangan lengas perlakuan P₀ lebih besar daripada perlakuan P₁ - P₃. Stevenson (1982) menyebutkan bahwa bahan organik mampu memegang air 20 kali beratnya dalam air. Lebih lanjut disebut bahwa asam fulvat mempunyai kemasaman total lebih besar disbanding dengan asam humat. Tan (1982) menyebut bahwa besarnya kemasaman total tersebut disebabkan karena kadar karboksil asam fulvat 2 - 3 kali daripada asam humat. Disosiasi gugus karboksil dan fenol dari asam fulvat menghasilkan situs - situs bermuatan negative, yang selanjutnya berikatan dengan air yang mempunyai muatan positif dan negative (*dipoles*).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian mengenai dinamika lengas tanah yang diberi mulsa dan pembenah tanah dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

- A. Pemulsaan efektif dalam menekan laju evaporasi dan kehilangan lengas tanah walaupun tidak menurunkan suhu tanahnya.
- B. Dekomposisi pembenah tanah dari pupuk hijau meningkatkan bahan organik, asam fulvat. Takaran 8 Mg.ha⁻¹ pembenah tanah efektif menekan kehilangan lengas tanah, Pembenah tanah sampai takaran 12 Mg.ha⁻¹ belum mampu merubah struktur tanahnya.
- C. Kehilangan lengas karena pemulsaan tidak menunjukkan saling tindak dengan kehilangan lengas karena pembenah tanah.

- D. Pemulsaan dan pembenah tanah mampu mengurangi gerakan lengas tanah ke bawah dan ke atas ditunjukkan dengan ditekannya kehilangan lengas tanah.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 1974 Petunjuk pratikum ilmu tanah umum. Yayasan Pembina Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.
- Baver, L.D., W.H. Gardner and W.R. Gardner, 1972. Soil physics. Wiley Eastern Limited, New Delhi.
- Brady, N.L., 1990. The Nature and properties of soils. 10th ed. Macmillan Publishing Company, New York.
- Hastuti, S dan Siti Lela Aminah, 1986. Evaporasi pada tanah Vertisol bermulsa jerami dengan berbagai ketebalan. Jurusan Ilmu Tanah Fakultas Pertanian UGM Yogyakarta.
- Hallel, D., 1971. Soil and water : Physical principles and processes. Academic Press, New York.
- _____, 1980. Fundamental of soil physics. Academic Press. New York London Toronto Sydney San Fransisco.
- Hulugalle, N.R. and B.T. Kang 1991. Effect of hedgerow species in alley cropping systems on surface soil physical properties of an oxic paleustalf in southwestern Nigeria. International Institute of Tropical Agriculture (IITA) Research 3 : 14 - 18.
- Kemper, W.D, R.C. Rosenau and A.R. Dexter, 1987. Cohesion development in disrupted soils as affected by clay and organic matter contents and temperature. Soil Sci. Soc. Am. J. 51 : 860 - 867.
- Kohnke, H., 1968. Soil Physics. Tata Mc Graw-Hill Publ. Co. Ltd., New Delhi.
- Kramer, P. J. 1983. Plant and Soil water relationships. A modern synthesis. Tata Mc Graw-Hill Publ, Co. Ltd. New Delhi
- Paul, E.A. and F.E. Clark, 1989. Soil microbiology and biochemistry. Academic Press, Inc. San Diego California.
- Prawirowardoyo, S, A. Roesmarkam, D, Shiddieq, 1978. Prosedur analisa kimia tanah. Departemen Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.

- Soekodarmodjo, S., Bambang Djadmo K., Sri Hastuti S, Supriyanto N, 1985. Panduan Analisis fisika Tanah. Jurusan Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.
- Stevenson, F.J., 1982. Humus Chemistry. Genesis, composition, reactions. A Wiley-Interscience Publ. John Wiley & Sons. New York Chichester Brisbane Toronto Singapore.
- Tan, K.H, 1982. Dasar – dasar Kimia Tanah. Terjemahan D. H. Goenadi dan B. Radjagukguk. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Theng, B.K.G, 1986. Clay-humic Interactions and soil aggregate stability. In Soil structure And aggregate stability .(Ed) P. Rengasamy. Proceeding of a seminar held on 4 th August, 1986. At the Institute for Irrigation and Salinity Research, Tatura Australia. 32 - 73.
- Tindall, J. A., R.B. Beverly and D.E. Radolife, 1991. Mulch effect on soil properties and Tomato growth using micro irrigation. *Agron. J.* 83 : 1028 - 1034.
- Tisdale, S. and Werner Nelson, 1975. Soil fertility and fertilizier (3rd.ed.). Macmillan Pub. Co., Inc., New York.