

# **PENGARUH PEMBERIAN BAHAN ORGANIK PADA TANAH LIAT DAN LEMPUNG BERLIAT TERHADAP KEMAMPUAN MENGIKAT AIR**

## **(AFFECTED OF ORGANIC MATTER APPLICATION AT CLAY AND CLAY LOAM SOIL TEXTURE ON WATER HOLDING CAPACITY)**

**Yazid Ismi Intara<sup>1,\*</sup>, Asep Sapei<sup>2</sup>, Erizal<sup>2</sup>, Namaken Sembiring<sup>2</sup>, M. H Bintoro Djoefrie<sup>3</sup>**

### **ABSTRACT**

Amount of water that obtained soil depend on soil ability to quick absorp and continue water accepted from soil surface. Water holding capacity of soil are influenced by soil texture and organic matter. The purpose of this research was to study soil water holding capacity on two textures of soils i.e. clay, and clay loam by organic matter application of chicken manure and compost. Those treatments were control, combined of chicken manure different texture soils, and combined of compost different texture soil. Chicken manure and compost application consisted of two levels of 30 g 5 kg-1 soil texture and 50 g 5 kg-1 soil texture, respectively. Soil texture consisted of two kinds i.e. clay, and clay loam. The research was analyzed according to descrive method. Result of this research indicated that the highest available water capacity of 17.352 % was given by combined treatment of 50 g compost of 5 kg clay textured soils. The lowest evaporation rate had occur at clay texture soils.

**Keywords:** Soil water holding capacity, soil textures, organic matter.

### **ABSTRAK**

Jumlah air yang terdapat dalam tanah tergantung dari kemampuan tanah untuk dapat menyerap dan meneruskan air yang diterima dari permukaan tanah. Kemampuan mengikat air pada tanah dipengaruhi oleh tekstur dan bahan organik. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mempelajari kemampuan mengikat air pada dua tekstur tanah yaitu: tanah liat dan tanah lempung dengan aplikasi penambahan bahan organik pupuk kandang dan kompos. Perlakuan tekstur tanah merupakan control sedangkan perlakuan dikombinasikan antara pupuk kandang dengan tekstur tanah yang berbeda dan kombinasi pupuk kompos dengan tekstur tanah yang berbeda. Aplikasi pupuk kandang dan pupuk kompos menggunakan masing-masing dosis 30 g per 5 kg tanah (tekstur liat atau lempung) dan 50 g per 5 kg tanah tanah (tekstur liat atau lempung). Penelitian ini dianalisis menurut metode deskriptif. Hasil menunjukkan bahwa ketersediaan kapasitas air tanah tertinggi pada 17.325 % merupakan kombinasi perlakuan 50 g kompos dengan 5 kg tanah liat. Evaporasi terendah terjadi pada tanah bertekstur liat

**Kata kunci:** Kemampuan mengikat air, tekstur liat, bahan organik.

### **PENDAHULUAN**

Jumlah air yang diperoleh tanah tergantung pada kemampuan tanah menyerap cepat dan meneruskan air yang diterima dari permukaan tanah ke lapisan tanah di bawahnya. Kemampuan tanah menahan air dipengaruhi oleh tekstur tanah dan bahan organik. Tanah bertekstur liat tidak hanya memiliki permukaan yang luas tetapi juga bermuatan

listrik. Muatan listrik memberi sifat pada liat untuk dapat mengikat air maupun hara tanaman pada permukaannya. Inilah yang menyebabkan liat lebih banyak menyimpan air (Dixon, 1991). Bahan organik mempunyai peranan yang penting di dalam tanah yaitu terhadap sifat-sifat tanah (Reeves, 1997). Pengaruhnya sendiri terhadap sifat listrik tanah antara lain bahan organik dapat mendorong meningkatkan daya mengikat air tanah dan mempertinggi jumlah air tersedia untuk kebutuhan tanaman (Jumin, 2002).

Bahan organik yang diberikan dalam tanah akan mengalami proses pelapukan dan perombakan yang selanjutnya akan menghasilkan humus (Handayanto, 1998). Humus bersilat koloid hidrofil yang dapat menggumpal dan berbentuk gel, oleh sebab itu humus penting dalam pembentukan tanah

<sup>1</sup>Dep. Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Mulawarman.

<sup>2</sup>Dep. Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor.

<sup>3</sup>Dep. Agronomi Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor.

\* Penulis korespondensi: izmi\_6@yahoo.com

yang remah (Sarief, 1985). Humus juga penting artinya agar tanah tidak akan cepat kering pada musim kemarau karena memiliki daya memegang air (*water holding capacity*) yang tinggi. Humus dapat mengikat air empat sampai enam kali lipat dari beratnya sendiri. Dengan terikatnya air oleh humus berarti dapat mengurangi penguapan air melalui tanah (Fitter dan Hay, 1998).

Bahan organik membantu mengikat butiran liat membentuk ikatan butiran yang lebih besar sehingga memperbesar ruang-ruang udara diantara ikatan butiran (Schjønning *et al.*, 2007). Kandungan bahan organik yang semakin banyak menyebabkan air yang berada dalam tanah akan bertambah banyak. Bahan organik dalam tanah dapat menyerap air 2–4 kali lipat dari berat bobotnya yang berperan dalam ketersediaan air (Sarief, 1985).

Penambahan bahan organik dalam tanah dapat dilakukan dengan cara pemberian pupuk organik. Keuntungan dari penambahan pupuk organik ke dalam tanah tidak hanya terletak pada kadar unsur haranya saja tetapi juga mempunyai peranan lain ialah memperbaiki keadaan struktur, aerasi, kapasitas menahan air tanah, mempengaruhi atau mengatur keadaan temperatur tanah dan menyediakan suatu zat hasil perombakan yang dapat membantu pertumbuhan tanaman (Purnomo *et al.*, 1992).

Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis kemampuan tanah mengikat air pada 2 kelas tekstur tanah yaitu tanah bertekstur liat dan lempung berliat dengan pemberian bahan organik yang berupa pupuk kandang ayam dan pupuk kompos.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan pada bulan September sampai dengan November 2009. Analisis tanah awal dan analisis tanah akhir dilakukan di Laboratorium Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari tanah dengan tekstur yang berbeda (liat dan lempung berliat), bahan organik yang berupa pupuk kandang ayam, dan kompos serta bahan-bahan kimia yang digunakan untuk analisa sifat fisik dan kimia tanah di laboratorium. Alat yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari cangkul, ring sampel, timbangan, ayakan tanah, termometer dan alat-alat laboratorium untuk analisa sifat fisik dan kimia tanah.

Tanah dengan tekstur berbeda diambil sampai kedalaman 0–20 cm kemudian dikering anginkan dan dihaluskan. Setelah tanah dihaluskan, tanah diayak dan ditimbang masing-masing seberat 5 kg,

kemudian dimasukkan dalam ember yang sudah diberi label. Selanjutnya diberi pupuk kandang, pupuk kompos sesuai dengan perlakuan.

Penelitian terdiri tanah bertekstur liat dan lempung berliat serta pupuk organik kompos dan kandang ayam dengan perlakuan dosis pupuk organik 30 gram dan 50 gram dan kontrol untuk tiap-tiap tekstur tanah (tanpa bahan organik):

1. 0 g dalam 5 kg<sup>-1</sup> tanah bertekstur liat
2. 0 g dalam 5 kg<sup>-1</sup> tanah bertekstur lempung berliat
3. pupuk kandang ayam dengan dosis 30 g
4. pupuk kandang ayam dengan dosis 50 g
5. pupuk kompos dengan dosis 30 g
6. pupuk kompos dengan dosis 50 g

Pada media tanah bertekstur liat, dan tanah bertekstur lempung berliat, masing-masing diperlakukan pencampuran bahan pupuk kandang ayam dan kompos. Baik pupuk kandang ayam maupun kompos digunakan dosis 30 g dan 50 g.

Data evaporasi aktual dilakukan dengan cara penimbangan pada masing-masing perlakuan, dari tatiap kapasitas lapang hingga tanah kembali pada keadaan berat kering semula. Hasil pengumpulan data dapat menunjukkan berapa lama tanah pada masing-masing tekstur untuk mengikat air.

Suhu harian diukur pada pagi, siang dan sore di luar dan di dalam green house. Penentuan kandungan air tanah berdasarkan metode gravimetri. Volume air ditetapkan berdasarkan metode pressure plate pada berbagai tekanan. Air tanah tersedia (%) kandungan air tanah pada pF 2,54 (kapasitas lapang) dikurangi dengan kandungan air pada pF 4,2 (titik layu permanen). Kandungan karbon organik (%) yang ditetapkan dengan metode Walkley & Black. Selanjutnya data diolah dengan cara analisis deskriptif.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis sifat fisika tanah sebelumnya diberikan perlakuan bahan organik ditunjukkan pada tabel 1, dan 2. Tabel 1 menunjukkan kandungan bahan organik, titik layu permanen, kadar air tersedia pada beberapa tekstur, serta pada Tabel 2 ditunjukkan kandungan bahan organik pupuk kandang ayam lebih tinggi dari pada pupuk kompos.

Tabel 1. Hasil analisis kelas tekstur, kandungan bahan organik, kadar air tanah dan berat volume tanah sebelum pemberian bahan organik.

Kelas tekstur	% Fraksi			BO (%)	Berat Volume (g cm <sup>-3</sup> )	Kadar air tanah (% volume)			Kadar air tersedia
	liat	debu	pasir			Jenuh air (pF 0)	Kapasitas lapang (pF 2,54)	Titik layu permanen (pF 4,2)	
Liat	45	23	32	3,19	1,25	68.13	31.85	16.24	15.60
Lempung liat	32	31	39	3,82	1,25	57.60	30.76	15.85	14.91

Tabel 2. Hasil analisis kandungan c-organik dan bahan organik pada pupuk kandang ayam dan kompos.

Jenis Pupuk Organik	Kandungan C-Organik	Kandungan bahan Organik
Pupuk Kandang Ayam	7,27	13,34
Pupuk Kompos	6,96	12,19

Hasil penimbangan menunjukkan bahwa pemberian bahan organik mampu menekan laju evaporasi yang terjadi didalam tanah. Pemberian bahan organik pada perlakuan pemberian pupuk kompos dengan dosis 50 g dapat menekan laju evaporasi yang terjadi. Tabel 3 menunjukkan laju evaporasi tertinggi pada perlakuan kontrol. Rendahnya evaporasi yang terjadi pada perlakuan pemberian pupuk kompos dengan dosis 50 g diduga karena dengan pemberian pupuk kompos dapat

menambah kandungan bahan organik yang sekaligus pula meningkatkan kadar humus dalam tanah. Humus bersifat hidrofil, oleh sebab itu humus dapat meningkatkan daya serap air dalam tanah dan juga menyebabkan daya simpan air menjadi tinggi.

Saat penelitian pengamatan suhu baik di dalam rumah plastik dan di luar rumah plastik selalu mengalami perubahan. Keadaan suhu yang selalu berubah-ubah menyebabkan penguapan yang beragam pula setiap harinya. Apabila suhu di dalam rumah plastik rendah maka penguapan yang terjadipun akan rendah, tetapi apabila suhu cukup tinggi maka penguapan tinggi pula. Kondisi tersebut juga ditunjukkan pada pengamatan data evapotranspirasi potensial yang terjadi bulan Oktober lebih tinggi daripada bulan November. Hal ini diduga karena dipengaruhi keadaan iklim pada bulan tersebut seperti temperatur, lama penyinaran, jumlah hari dalam sebulan, besarnya evaporasi dan lain-lainnya. Hakim *et al.*, (1986), menyatakan bahwa

Tabel 3. Laju evaporasi rata-rata pada tanah dengan tekstur liat (mm hr<sup>-1</sup>).

Hari ke-	perlakuan					Suhu Rata
	0 g 5 kg tanah bertekstur liat	pupuk kandang ayam ; 30 g 5 kg <sup>-1</sup> tanah bertekstur liat	pupuk kandang ayam ; 50 g 5 kg <sup>-1</sup> tanah bertekstur liat	pupuk kompos ; 30 g 5 kg <sup>-1</sup> tanah bertekstur liat	pupuk kompos ; 50 g 5 kg <sup>-1</sup> tanah bertekstur liat	
1	20	40	30	30	37	27,3
3	70	83	37	70	50	29,7
5	63	107	80	90	47	30,7
7	77	97	100	70	140	31
9	120	107	80	67	103	30,7
11	133	80	150	57	53	29
13	80	50	80	73	120	28
15	73	60	53	60	87	29
17	40	37	70	77	67	29,7
19	60	53	73	80	60	30
21	30	33	47	70	37	30
23	13	10	17	47	43	29,3
25	10	7	7	23	37	30,7
27	-	10	10	7	27	30,3
29	-	-	10	7	10	27,7
31	-	-	-	10	7	27
33	-	-	-	-	10	30,3

faktor-faktor iklim yang berpengaruh terhadap evapotranspirasi adalah penyinaran matahari, temperatur udara, tekanan udara, dan kecepatan angin.

Tingginya kandungan bahan organik dapat menyebabkan banyaknya air yang dapat disimpan dalam tanah. Kondisi tersebut dapat menyebabkan bila temperatur dan radiasi sinar matahari tinggi membuat kelembaban tinggi pula sehingga evaporasi yang terjadi akan rendah. Hal ini sesuai dengan pendapat Sarief (1985), bahwa dengan terikatnya air oleh bahan organik tanah berarti dapat mengurangi kehilangan air melalui perkolasi dan evaporasi sehingga air yang tersimpan dalam tanah menjadi banyak.

Tanah dengan tekstur liat memiliki laju evaporasi terendah bila dibandingkan dengan tanah bertekstur lempung berliat (lihat Tabel 3 dan 4). Hal ini diduga karena liat memiliki ukuran yang kecil dengan permukaan yang sangat luas sehingga mampu menahan air dalam jumlah yang besar dan sekaligus menyebabkan evaporasi yang terjadi pun rendah. Sesuai dengan pendapat Dixon (1991), bahwa liat tidak hanya memiliki permukaan yang luas tetapi juga bermuatan negatif. Dengan muatan negatif inilah yang menyebabkan liat mempunyai kemampuan mengikat air lebih tinggi dan juga jumlah ruang pori mikro pada liat jauh lebih besar

daripada jumlah ruang pori mikro diantara butiran pasir sehingga gerak air dan udara dalam fraksi liat terhambat. Al-Shayea (2001), menambahkan bahwa karena halusanya butir-butir liat maka susunan butir-butirnya sangat rapat. Air dan udara sukar masuk didalamnya, artinya sukar merembeskan air dan air yang telah masuk akan sukar keluar, maka itu tanah liat lambat kering.

Hasil pada Tabel 5, menunjukkan adanya penurunan kadar air tanah dengan semakin tinggi pF. Kadar air tertinggi terdapat pada pF 0 yaitu pada saat kondisi tanah jenuh air dan kadar air terendah pada pF 4,2 yaitu pada saat kondisi tanah titik layu permanen. Hasil analisa menunjukkan bahwa pada tanah dengan tekstur liat memiliki kadar air tertinggi daripada tanah dengan tekstur lempung berliat baik dalam kondisi jenuh air (pF0), kondisi jenuh lapang (pF1), kondisi kapasitas lapang (pF2,54), dan kondisi titik layu permanen (pF4,2).

Pairunan *et al.*, (1985), menyatakan bahwa liat dapat menyimpan air lebih banyak daripada pasir karena liat tidak hanya memiliki permukaan yang luas tetapi juga bermuatan negatif sehingga sebagian besar air dalam pori-pori berupa selaput air akan tertarik pada permukaan liat. Kemudian Dixon (1991), menambahkan bahwa partikel liat memiliki permukaan yang bermuatan negatif. Bagian negatif inilah yang akan mengikat sisi positif dari molekul air

Tabel 4. Laju evaporasi rata-rata pada tanah dengan tekstur lempung berliat ( $\text{mm hr}^{-1}$ ).

Hari ke-	perlakuan					Suhu Rata
	0 g 5 kg tanah bertekstur lempung berliat	pupuk kandang ayam; 30 g 5 kg <sup>-1</sup> tanah bertekstur lempung berliat	pupuk kandang ayam; 50 g 5 kg <sup>-1</sup> tanah bertekstur lempung berliat	pupuk kompos; 30 g 5 kg <sup>-1</sup> tanah bertekstur lempung berliat	pupuk kompos; 50 g 5 kg <sup>-1</sup> tanah bertekstur lempung berliat	
1	10	30	20	20	10	27,3
3	17	50	73	93	23	29,7
5	63	53	67	90	60	30,7
7	70	83	57	77	90	31
9	83	70	90	93	47	30,7
11	103	60	67	43	57	29
13	103	60	67	50	50	28
15	110	70	90	57	93	29
17	93	103	53	47	103	29,7
19	50	67	67	50	83	30
21	20	43	60	57	63	30
23	7	20	30	40	53	29,3
25	-	13	17	30	47	30,7
27	-	-	10	27	27	30,3
29	-	-	-	10	7	27,7
31	-	-	-	-	10	27

Tabel 5. Hasil rata-rata analisis kadar air tanah berbagai pF dan berat volume.

Perlakuan	Kadar air (% vol)			Kadar air tersedia (% vol)
	pF1	pF2,54	pF4,2	
0 g 5 kg <sup>-1</sup> tanah bertekstur liat	54.07	34.11	17.12	16.99
Pupuk kandang ayam; 30 g 5 kg <sup>-1</sup> tanah bertekstur liat	53.42	34.03	17.36	16.66
Pupuk kandang ayam; 50 g 5 kg <sup>-1</sup> tanah bertekstur liat	51.58	33.63	17.09	16.54
Pupuk kompos; 30 g 5 kg <sup>-1</sup> tanah bertekstur liat	63.04	33.37	16.37	17.00
Pupuk kompos; 50 g 5 kg <sup>-1</sup> tanah bertekstur liat	63.41	33.87	16.51	17.35
0 g 5 kg <sup>-1</sup> tanah bertekstur lempung berliat	47.87	28.08	14.42	13.66
Pupuk kandang ayam; 30 g 5 kg <sup>-1</sup> tanah bertekstur lempung berliat	47.75	27.27	14.44	14.91
Pupuk kandang ayam; 50 g 5 kg <sup>-1</sup> tanah bertekstur lempung berliat	48.15	29.46	15.30	14.16
Pupuk kompos; 30 g 5 kg <sup>-1</sup> tanah bertekstur lempung berliat	48.26	29.94	15.34	14.59
Pupuk kompos; 50 g 5 kg <sup>-1</sup> tanah bertekstur lempung berliat	49.47	30.16	15.47	15.47

yang kemudian akan mengikat kuat pada permukaannya. Hal inilah yang menyebabkan tanah dengan tekstur liat memiliki daya simpan air yang cukup besar.

Pemberian bahan organik dapat meningkatkan kadar air tersedia sehingga dapat mengurangi besarnya penguapan. Pada perlakuan yang diberi bahan organik baik berupa pupuk kandang ayam dan kompos mampu meningkatkan kadar air tersedia dalam tanah dibandingkan dengan tanpa bahan organik. Keadaan tersebut diduga dengan meningkatnya bahan organik dalam tanah akan meningkatkan daya pegang tanah terhadap air, sehingga akan mengurangi laju evaporasi yang terjadi di dalam tanah. Sesuai pendapat Sarief (1989), bahwa dengan meningkatnya daya pegang tanah terhadap air akibat pemberian bahan organik maka akan meningkatkan pula volume air yang terkandung dan tersimpan dalam tanah yang berarti meningkatkan air tersedia bagi tanaman.

Hasil analisis pengaruh bahan organik terhadap berat volume menunjukkan adanya penurunan dibandingkan kontrol. Berat volume terendah pada tanah bertekstur liat rata-rata sebesar 1,203 g cm<sup>-3</sup> (pupuk kompos dengan dosis 50 g) dan rata-rata tertinggi sebesar 1,314 g cm<sup>-3</sup> (tanpa bahan organik), sedangkan tanah bertekstur lempung berliat rata-rata berat volume terendah sebesar 1,271 g cm<sup>-3</sup> (pupuk kompos dengan dosis 50 g) dan rata-rata tertinggi sebesar 1,332 g cm<sup>-3</sup> (tanpa bahan organik). Keadaan tersebut dapat disebabkan kompos mengandung bahan organik yang cukup dapat memperkecil berat volume tanah. Foth (1991), menyatakan bahwa tanah yang mengandung bahan organik tinggi menyebabkan tanah menjadi gembur sehingga tanah longgar dan membentuk gumpalan-

gumpalan tanah yang menyebabkan berat volume tanah menjadi rendah.

Pada Tabel 5 menunjukkan pemberian bahan organik memberikan pengaruh terhadap kapasitas air tersedia dalam tanah. Pada perlakuan kompos dengan dosis kompos 50 g pada masing-masing tekstur menghasilkan kapasitas air tersedia yang tinggi yaitu pada tanah dengan tekstur liat rata-rata kapasitas air tersedia tertinggi sebesar 17.352% dan pada tanah bertekstur lempung berliat rata-rata kapasitas air tersedia tertinggi adalah 15.472%. Hal ini karena kompos berasal dari penumpukan bahan-bahan organik yang telah terdekomposisi sehingga lebih dapat menghasilkan humus dalam tanah, dan humus ini dapat memperbaiki sifat fisik tanah. Menurut Sarief (1989), bahwa bahan organik dalam tanah dapat menyerap air 2–4 kali lipat dari berat bobotnya yang berperan dalam ketersediaan air. Pemberian kompos dalam tanah dapat membentuk struktur tanah menjadi lebih baik sehingga daya ikat air dalam tanah menjadi lebih besar.

Tanah bertekstur liat memiliki kapasitas air tersedia yang lebih tinggi daripada tanah bertekstur lempung berliat. Hal ini diduga karena tanah bertekstur liat umumnya lebih banyak memiliki pori mikro sehingga jumlah air yang dapat ditahan lebih banyak yang berarti pula kapasitas air tersedia menjadi lebih tinggi. Hakim dkk. (1986), menyatakan bahwa tekstur tanah yang halus dapat meningkatkan kapasitas air tersedia.

## KESIMPULAN

Pemberian bahan organik yang berasal dari pupuk kandang ayam dan kompos dapat menekan laju evaporasi yang terjadi dalam tanah. Tanah

dengan tekstur liat memiliki tingkat evaporasi yang lebih rendah apabila dibandingkan dengan tanah lempung berliat. Pemberian bahan organik yang berasal dari pupuk kandang ayam dan kompos pada tanah dengan tekstur liat dapat meningkatkan kadar air tanah dan kapasitas air tersedia serta dapat menurunkan berat volume tanah. Bahan organik pupuk kompos lebih dapat mempertahankan kapasitas air tersedia dibandingkan pupuk kandang

Sarief, S.E. 1989. Kesuburan dan Pemupukan Tanah Pertanian. Pustaka Buana, Bandung.

Schjøning, P, L. J. Munkholm, S. Elmholt, J E. Olesen. 2007. Organic Matter and Soil Tilth in Arable Farming: Management Makes A Difference within 5–6 Years. *Agriculture, Ecosystems and Environment* (122); 157–172.

## DAFTAR PUSTAKA

- Al Shaye N. A, 2001. The Combined of Clay and Moisture Content on the Behavior of Remolded Unsaturated Soil. *Engineering Geology*. (62); 319-342
- Dixon J.B, 1991. Roles of Clays in Soils. *Applied Clay Science*, (5); 489-503
- Fitter dan Hay. 1998. Fisiologi Lingkungan Tanaman. Terjemahan. Sri Andani dan Purbayanti Gajah Mada University Press, Yogyakarta
- Foth, H.D. 1972. *Fundamental of Soil Science*. John Welly and sons. Inc., New York
- Hakim, N., M.Y Nyakpa, A.M lubis, S.G Nugraha, M.R saul, M.A Diha, G.B Hong dan H.H Bailey. 1986. *Dasar-dasar Ilmu Tanah*. Universitas Lampung, Lampung
- Handayanto, 1998. Pengelolaan Kesuburan Tanah secara Biologi untuk Menuju Sistem Pertanian Sustainabel. *Habitat* (104); 1-9.
- Jumin, H.B. 2002. *Agroekologi*. Raja Grafindo. Jakarta.
- Pairunan, A.K.Y, J.J Nanero, Arifin, Solo S.R, Samosir, R tangkaisari, J.R Laloua, B. Ibrahim, dan H. Asmadi. 1985. *Dasar-dasar Ilmu Tanah*. Badan Kerjasama Perguruan Tinggi Indonesia Bagian Timur, Ujung Pandang.
- Punomo J, Mulyadi, Amin I, dan Suhardjo H, 1992. Pengaruh Berbagai Bahan Hijau Tanaman Kacang-kacangan terhadap Tanah dan Agroklimat. *Jurnal Tanah dan Agroklimat* (8); 61-65
- Reeves. W, 1997. The Role of Soil Organic Matter in Maintaining Soil Quality in Continuous Cropping Systems. *Soil & Tillage Research* (43) ; 131-167.
- Sarief, S. E. 1985. *Konservasi Tanah dan Air*. Pustaka Buana, Bandung.