

**PERUBAHAN BEBERAPA SIFAT FISIK DAN KIMIA TANAH ATAS  
PERLAKUAN BAHAN ORGANIK DENGAN BERBAGAI WAKTU INKUBASI  
PADA TANAH PODSOLIK MERAH KUNING**

**LUSDI RAMLAN SETEL\***

\* Dosen pada STIKESMAS Abdi Nusa Palembang

**ABSTRAK**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perubahan beberapa sifat fisik dan kimia tanah Podsolik Merah Kuning dengan berbagai waktu inkubasi dan mengkaji hubungan akibat adanya perubahan sifat – sifat fisik dan kimia tanah tersebut pada pertumbuhan tanaman cabai. Penelitian ini merupakan percobaan faktorial dengan menggunakan rancangan acak kelompok (RAK) yang diulang tiga kali dan dua faktor percobaan. Faktor pertama adalah pemberian bahan organik yang berhasil dari pupuk hijau Azolla (A) dengan empat aras perlakuan yaitu : 0 ton/ha (A<sub>0</sub>), 8 ton / ha (A<sub>1</sub>), 16 ton / ha (A<sub>2</sub>) dan 24 ton / ha (A<sub>3</sub>), sedangkan faktor kedua adalah waktu inkubasi (W) dengan tiga aras perlakuan yaitu : 3 minggu (W<sub>1</sub>), 4 minggu (W<sub>2</sub>), dan 5 minggu (W<sub>3</sub>). Perubahan yang diamati adalah 1) Sifat fisik tanah yang meliputi : kerapatan bongkah, kerapatan butir, ruang pori total dan kemantapan agregat, 2) Sifat kimia tanah yang meliputi : pH (H<sub>2</sub>O), pH<sub>KCl</sub>, N total, kapasitas tukar kation (KTK), bahan organik (C-organik ) dan nisbah  $C/N$  dan 3) pertumbuhan tanaman yang meliputi : berat segar akar dan berat kering akar . hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan bahan organik dan waktu inkubasi, berpengaruh nyata sampai sangat nyata terhadap sifat fisik dan kimia tanah serta pertumbuhan akar tanaman cabai kecuali kerapatan butir yang berpengaruh tidak nyata. Perlakuan bahan organik 24 ton/ha dan waktu inkubasi 4 minggu (A<sub>3</sub>W<sub>2</sub>) memberikan hasil yang terbaik terhadap semua perubahan yang diamati. Hasil analisis korelasi menunjukkan bahwa perkembangan akar tanaman dipengaruhi oleh sifat fisik tanah, pH(LH<sub>2</sub>O), pH(KCL), KTK tanah dan kadar bahan organik tanah, kecuali terhadap kerapatan butir yang tidak dipengaruhinya.

**Kata Kunci** : Bahan Organik, waktu inkubasi, tanah podsolik merah kuning.

**PENDAHULUAN**

Produksi suatu usaha pertanian merupakan hasil saling tindak antara luas lahan dan produktifitasnya. Produktifitas ini ditentukan oleh tanahnya baik, baikn

kesuburan kimiawi maupun fisik dan juga tidak terlepas dari pengelolannya.

Sifat fisik dan kimia tanah merupakan anasir yang menentukan kesuburan tanah. Sifat – sifat fisik dan kimia suatu tanah jelek dapat dikatakan

bahwa tanah tersebut tingkat kesuburannya rendah dan dapat ditingkatkan kesuburannya dengan menerapkan cara – cara pengelolaan tertentu.

Salah satu pengelolaan myang dapat mempertahankan atau meningkatkan kesuburan tanah yaitu dengan mengembalikan sisa tanaman dan menambahkan pupuk hijau, kompos dan pupuk kandangkedalam tanah sebagai sumber bahan organik, karena penambahan bahan – bahan tersebut kedalam tanah dapat memperbaiki sifat – sifat fisik dan kimia tanah serta dapat menciptakan lingkungan yang sesuai untuk kehidupan mikroorganismen tanah yang menguntungkan (Larson dan Clapp, 1994).

Salah satu jenis tanah yang cukup penting artinya dalam pertanian di Indonesia adalah tanah Podsolik Merah Kuning (PMK), tanah PMK merupakan bagian yang terluas yaitu sekitar 27% dari luas daratan di Indonesia (Notohadiprawiro, 1983). Tanah PMK umumnya mempunyai sifat fisik dan kimia yang kurang baik bagi pertumbuhan tanaman dan salah satu penyebabnya yaitu rendahnya bahan kandungan organik tanah. Bahan organik tanah berpengaruh terhadap kelanjutan

tanah jangka panjang (Foll et al, 1987), karena mampu mengatur ke haraan tanah, memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologi tanah (Tate, 2012). Oleh karena itu dalam usaha memperbaiki sifat fisik dan kimia tanah PMK perlu ditambahkan bahan organik, antara lain dengan pemberian bahan organik yang berasal dari tanaman Azolla.

Azolla merupakan jenis paku air tawar yang hidup bersimbiosis dengan ganggang hijau Anabaena sehingga dapat mengasimilasi udara (Hesse, 1988). Azolla sebagaisalah satu sumber bahan organik telah dimanfaatkan pada pertanaman lahan padi kering, tanaman pangan dan tanaman buah – buahan. Menurut Hesse (1988) bahwa Azolla dapat terurai dalam waktu kurang dari 3 minggu setelah ditanamkan dalam tanah, sedangkan menurut lumpkin dan plucknet (1998), Azolla mulai terurai dalam waktu 15 – 20 hari dan kemudian segera melepaskan nitrogennya. Lebih lanjut watanabe etal, (2007) menyatakan bahwa Azolla mulai terurai 3 minggu setelah pembedaan, kemudian 60 -80 persen unsur – unsur atau senyawa – senyawa yang di kandung Azolla tersedia dan akan mencapai maksimal setelah 4 minggu pembedaan. Menurut Stevenson (1982), dekomposisi bahan organik sebgiaan

kecil terurai selama 20 hari inkubasi dan sebagian besar (sekitar 75%) terurai selama 40 hari inkubasi.

## **METODE PENELITIAN**

Penelitian telah dilaksanakan di kebun petani kelurahan Alang – alang Lebar Kecamatan Alang – alang Lebar Kotamadya Palembang, sedangkan untuk analisis sifat fisik, kimia dan bahan organik dilakukan dilaboratorium D3 Analisis STiKES Abdi Nusa Palembang. Penelitian dilaksanakan pada bulan maret sampai dengan bulan mei 2016.

Penelitian ini merupakan percobaan factorial 4x3 yang disusun dengan Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang diulang 3 kali. Faktor pertama adalah perlakuan bahan organik pupuk hijau Azolla dengan 4 aras perlakuan yaitu :  $A_0 = 0$  ton /ha,  $A_1 = 8$  ton / ha,  $A_2 = 16$  ton / ha dan  $A_3 = 24$  ton / ha. Faktor kedua inkubasi dengan 3 aras perlakuan yaitu :  $W_1 = 3$  minggu,  $W_2 = 4$  minggu dan  $W_3 = 5$  minggu. Peubah yang diamati yaitu 1) sifat fisik tanah yang meliputi : kerapatan bongkah (BV), kerapatan butir (BJ), ruang pori total dan kemantapan Agregat, 2) sifat kimia tanah yang meliputi pH(H<sub>2</sub>O), pH(KCl), N-Total, Kapasitas Tukar Kation (KTK), bahan organik (C – organik) dan 3)

Pertumbuhan tanaman yang meliputi : berat segar akar dan berat kering akar.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **Hasil**

#### 1. Analisis Keragaman

Hasil analisis keragaman atas perlakuan bahan organik dengan berbagai waktu inkubasi serta interaksinya disajikan pada tabel 1

pada tabel 1 terlihat bahwa perlakuan bahan organik dan waktu inkubasi berpengaruh nyata sampai sangat nyata terhadap sifat fisik dan kimia tanah serta pertumbuhan akar tanaman, kecuali terhadap kerapatan butir yang berpengaruh tidak nyata. Tidak berpengaruh pemberian bahan organik dan waktu inkubasi, hal ini dikarenakan kerapatan butir hanya berdasarkan pada zarah tanah persatuan volume tanpa memperhatikan ruang porinya. Jadi lebih banyak dipengaruhi oleh jenis mineral penyusun zarah tanahnya. Hal ini benar seperti yang dinyatakan Kohnke (1988), bahwa bahan organik tidak begitu mempengaruhi kerapatan butir, karena kerapatan butir tanah lebih dipengaruhi oleh jenis mineral yang menyusun tanahnya. Demikian juga terhadap interaksinya berpengaruh nyata sampai sangat nyata terhadap kerapatan bongkah, ruang pori

total, kemantapan agregat, nisbah  $C/N$  dan kapasitas tukar kation (KTK), sedangkan terhadap peubah lainnya berpengaruh tidak nyata.

Tabel 1. Hasil Analisis Keragaman Terhadap Perubahan yang diamati

Peubah yang diamati	F.Hitung			KK
	A	W	I	(%)
<u>sifat fisik tanah</u>				
1. Kerapatan bongkah	73,00**	35,00**	13,00**	7,40
2. Kerapatan butir	2,00 <sup>tn</sup>	0,40 <sup>tn</sup>	0,20 <sup>tn</sup>	4,63
3. Ruang pori total	82,65**	32,57**	10,96**	1,30
4. Kemantapan agregat	78,72**	59,58**	4,32*	1,42
<u>Sifat kimia tanah</u>				
1. pH H <sub>2</sub> O	53,60**	20,50**	1,50 <sup>tn</sup>	1,60
2. pH KCl	1,22 <sup>tn</sup>	0,11 <sup>tn</sup>	0,22 <sup>tn</sup>	1,79
3. Bahan organik	94,47**	10,16**	0,53 <sup>tn</sup>	8,63
4. Nisbah $C/N$	94,45**	26,72**	3,70*	2,70
5. Kapasitas tukar kation	96,22**	38,26**	3,15*	2,27
6. N – total	174,20**	2,86*	0,14 <sup>tn</sup>	7,20
7. P – tersedia	37,15**	23,12**	2,70 <sup>tn</sup>	5,25
8. Ca – tersedia	72,14**	39,18**	2,16 <sup>tn</sup>	4,75
Pertumbuhan akar tanaman				
9. Berat segar akar	206,67**	24,86**	1,48 <sup>tn</sup>	6,48
10. Berat kering akar	318,35**	27,49**	0,33 <sup>tn</sup>	6,21
F.Tabel	5%	3,63	3,63	3,01
	1%	6,22	6,22	4,76

Keterangan : \*\* = Berpengaruh Sangat Nyata  
 \* = Berpengaruh Nyata  
 tn = Berpengaruh Tidak Nyata

2. Sifat – sifat Tanah Podsolik Merah Kuning

Hasil analisis sifat fisik dan kimia tanah yang digunakan dalam penelitian ini disajikan pada tabel 2.

Berdasarkan tabel tersebut terlihat tanahnya bertekstur lempung berdebu yang didominasi oleh fraksi debu yaitu 74,40%, kerapatan bongkah tergolong tinggi, kerapatan butir tergolong rendah, nilai

porositas total rendah yaitu 35,47 persen. Kemantapan agregat 43,26 persen, angka ini menunjukkan bahwa pada tanah tersebut agregatnya kurang mantap. Kandungan bahan organik, KTK, N-total dan Mg-tersedia tergolong rendah. P-tersedia tergolong tinggi, sedangkan K-tersedia dan Ca-tersedia tergolong sedang. Reaksi tanah (pH) tergolong masam, kondisi ini tidak menguntungkan untuk menopang pertumbuhan tanaman. Karena kondisi

yang kurang menguntungkan termasuk kemampuan memegang air rendah dan kondisi kimia yang buruk, maka pemberian

bahan organik merupakan praktek yang sangat tepat untuk menanggulangi tanah – tanah seperti ini.

Tabel 2 Sifat fisik dan kimia tanah podsolik merah kuning

Sifat – sifat tanah (Soil properties)	Nilai (Value)	Satuan (Unit)	Kriteria (Criteria)
1. Tekstur			Lempung
Berdebu			
a. Pasir	18,50	%	
b. Debu	74,40	%	
c. Liat	7,10	%	
2. Kerapatan Bongkah	1,39	g/cm <sup>3</sup>	Tinggi
3. Kerapatan Butir	2,15	g/cm <sup>3</sup>	Rendah
4. Ruang pori total	35,47	%	Rendah
5. Kemantapan agregat	43,26	%	Kurang Mantap
6. c-organik	2,05	%	Rendah
7. Bahan organik	3,53	%	Rendah
8. Nisbah <sup>C</sup> / <sub>N</sub>	14,64		-
9. pH H <sub>2</sub> O	5,34		Masam
pH KCl	5,28		Sedang
10. KTK	12,56	me/100g	Rendah
11. Kandungan hara tanah			
a. N – total	0,14	%	Rendah
b. P – tersedia	7,28	ppm	Tinggi
c. K – tersedia	0,17	me/100g	Sedang
d. Ca – tersedia	6,28	me/100g	Sedang
e. Mg – tersedia	0,99	me/100g	Rendah

3. Sifat – sifat bahan organik pupuk hijau Azolla

Sifat – sifat pupuk hijau Azolla yang digunakan dalam penelitian ini disajikan pada tabel 3 dibawah ini

Tabel 3 sifat – sifat pupuk hijau Azolla yang digunakan dalam penelitian ini.

Sifat – sifat pupuk hijau Azolla	Nilai
pH H <sub>2</sub> O	6,7
pH KCl	6,1
c – organik (%)	3,46
bahan organik (%)	5,97
N – total (%)	0,46
P – tersedia (ppm)	26,97
K – tersedia (me/100g)	10,92
Ca – tersedia (me/100g)	7,51
M – tersedia (me/100g)	1,82
KTK (me/100g)	7,32

Nisbah  $C/N$

7,52

Berdasarkan tabel 3 tersebut terlihat bahwa kadar bahan organik dan P – tersedia tergolong tinggi. Ketersediaan N – tersedia, Ca – tersedia dan Mg – tersedia tergolong sedang, sedangkan K – tersedia sangat tinggi. Kapasitas tukar kation (KTK) termasuk sedang, pH tergolong netral dan nisbah  $C/N$  rendah.

4. Sifat – sifat fisik tanah

Angka – angka perubahan sifat – sifat fisik tanah disajikan pada tabel 4. Pada tabel 4 terlihat pemberian bahan organik berpengaruh nyata dalam menurunkan kerapatan bongkah tanah dibandingkan

tanpa pemberian bahan organik ( $A_0$ ). Terjadinya penurunan kerapatan bongkah tanah, hal ini dikarenakan dengan penambahan bahan organik tersebut dalam tanah akan mengakibatkan terbentuknya agregat – agregat tanah. Tanah yang tersusun oleh agregat – agregat, keadaanya akan menjadi longgar, akibatnya kerapatan bongkah tanah persatuan volume akan menjadi kecil. Menurut Hodges (1991), bahwa terjadinya penurunan kerapatan bongkah tanah dengan adanya pemberian bahan organik kedalam tanah.

Tabel 4. Pengaruh perlakuan bahan organik dengan berbagai waktu inkubasi terhadap sifat fisik tanah.

Perlakuan	Kerapatan bongkah ( $g/cm^3$ )	Ruang pori total (%)	Kemantapan Agregat (%)
<b>Bahan organik (A)</b>			
$A_0$	1,39 a	35,47 a	41,98 a
$A_1$	1,37 ab	36,70 b	57,09 b
$A_2$	1,35 bc	37,58 c	57,24 c
$A_3$	1,32 c	38,92 d	62,41 d
BNT 0,05 = 0,04		BNT 0,05 = 0,74	
<b>Waktu inkubasi (W)</b>			
$W_1$	1,37 a	36,46 a	53,08 a
$W_2$	1,34 b	38,02 b	55,50 b
$W_3$	1,36 c	37,02 c	50,95 c
BNT 0,05 = 0,008		BNT 0,05 = 0,64	
$A_0 W_1$	1,42 g	33,89 a	42,03 ab
$A_0 W_2$	1,36 de	36,66 bcd	43,03 b
$A_0 W_3$	1,38 f	35,85 b	40,87 a
$A_0 W_1$	1,38 f	36,01 bc	51,41 b
$A_0 W_2$	1,38 f	36,83 cde	53,28 e
$A_1 W_3$	1,35 c	37,25 de	48,57 c
$A_2 W_1$	1,37 ef	36,73 cde	56,57 g
$A_2 W_2$	1,33 c	38,46 f	60,41 i

A <sub>2</sub> W <sub>3</sub>	1,35	d	37,54	e	54,73	f
A <sub>3</sub> W <sub>1</sub>	1,35	b	39,19	f	62,30	j
A <sub>3</sub> W <sub>2</sub>	1,29	a	40,12	g	65,29	k
A <sub>3</sub> W <sub>3</sub>	1,35	c	37,44	de	59,64	h
BNT 0,05 = 0,01		BNT 0,05 = 0,82		BNT 0,05 = 1,28		

Keterangan : Angka – angka yang diikuti oleh huruf yang sama berarti berbeda tidak nyata.

Penurunan kerapatan bongkah tertinggi dicapai pada pemberian bahan organik Azolla sebesar 24 ton/ha (A<sub>3</sub>) yaitu 1,32 g/cm<sup>3</sup>, hal ini dikarenakan keberadaan bahan organik tersebut, dimana semakin tinggi takarannya, maka akan memicu dan mamacu agregasi sehingga akan menurunkan kerapatan bongkah. Hal ini sejalan dengan pendapat Larson dan Clapp (1994) yang menyatakan bahwa pada tanah – tanah yang berbahan organik tinggi akan mempunyai kerapatan bongkah yang rendah dibandingkan pada tanah – tanah yang berbahan organik sedikit, sebaliknya kerapatan bongkah cenderung meningkat tanpa pemberian bahan organik (A<sub>0</sub>), hal ini dikarenakan proses agregasi akan mengalami hambatan sehingga agregat akan terurai menjadi bagian – bagian yang kecil. Menurut Hamblin dan Davies (2007), bahwa pada tanah – tanah yang berbahan organik rendah akan menyebabkan terbentuknya agregat – agregat yang lebih kecil, agregat – agregat yang lebih kecil ini tersusun lebih rapat sehingga kerapatan bongkah tanah menjadi lebih besar.

Hasil uji BNT (Tabel 4) menunjukkan bahwa pemberian bahan organik berbeda nyata dalam meningkatkan ruang pori total tanah, hal ini dikarenakan adanya peranan positif dari bahan organik tersebut yaitu peruraiannya akan mengisi ruang antar mikro agregat, fraksi debu dan pasir (Greenland, 2009). Peningkatan ruang pori total akibat pemberian bahan organik, dikarenakan adanya bahan organik tersebut dalam tanah akan terjadi proses agregasi tanah dan menurunkan kerapatan bongkah. Penurunan kerapatan bongkah akan berpengaruh terhadap porositas total tanah dengan kata lain semakin rendahnya kerapatan bongkah, semakin tinggi ruang pori totalnya. Menurut Tate (2012), besaran ruang pori total berbanding terbalik dengan kerapatan bongkah tanah, artinya penurunan kerapatan bongkah tanah akan diikuti peningkatan ruang pori total. Selain itu pula Wilson (2011) menyatakan bahwa bahan organik bersifat sarang (porus) kehadirannya di dalam tanah akan memperbesar total pori – pori tanah.

Peningkatan ruang pori total tanah tertinggi dicapai pada pemberian bahan organik sebesar 24 ton/ha ( $A_3$ ), hal ini wajar karena kandungan bahan organik pada pupuk hijau *Azolla* cukup tinggi yaitu sebesar 5,97 persen (tabel 3), sehingga dalam proses dekomposisi akan menghasilkan bahan organik yang lebih banyak dalam tanah. Hal ini sejalan dengan pendapat Brady (1990) yang menyatakan bahwa pada tanah – tanah yang kadar bahan organiknya tinggi akan mempunyai porositas total yang tinggi dibandingkan pada tanah – tanah yang mempunyai kadar bahan organik sedikit.

Hasil uji BNT (tabel 4) menunjukkan bahwa pemberian bahan organik berbeda nyata dalam meningkatkan kemantapan agregat dari tingkat kurang mantap menjadi mantap. Kemantapan agregat menunjukkan ketahanan tanah terhadap daya pukulan dan daya larut air hujan. Tanah yang kurang mantap, agregatnya bila kena air hujan akan mudah hancur dan larut menjadi butir – butir tanah yang lebih halus sehingga lebih mudah dihanyutkan oleh air.

Kemantapan agregat tanpa penambahan bahan organik ( $A_0$ ) hanya 41,98 persen yang tergolong kurang mantap. Pemberian bahan organik

sebesar 8 ton/ha ( $A_1$ ) sudah menunjukkan peningkatan kemantapan agregat yaitu sebesar 51,09 persen yang tergolong agak mantap, hal ini dapat dimaklumi karena peranan dari bahan organik itu sendiri yaitu sebagai bahan pembenah tanah. Bahan organik walaupun jumlahnya kecil, tetapi mempunyai peranan penting merupakan sumber energi bagi jasad mikro tanah (Stevenson, 1982) dan bersama – sama dengan ekskresi jasad mikro merupakan komponen pembentuk struktur tanah sehingga memungkinkan terbentuknya agregat yang mantap (Brady, 1990).

Hasil uji BNT menunjukkan bahwa waktu inkubasi 4 minggu ( $W_2$ ) berbeda nyata dengan waktu inkubasi 3 minggu ( $W_1$ ) dan waktu inkubasi 5 minggu ( $W_3$ ) dan memberikan hasil terbaik dalam menurunkan kerapatan bongkah, meningkatkan kemantapan agregat dan ruang pori total (tabel 4). Membaiknya kerapatan bongkah, kemantapan agregat dan pori total pada waktu inkubasi 4 minggu ( $W_2$ ), hal ini dikarenakan bahan organik sudah mengalami peruraian lebih lanjut (lebih cepat terurai) sehingga akan memudahkan terbentuknya agregat tanah yang lebih baik (mantap). Cepatnya perombakan bahan organik *Azolla*, hal ini disebabkan kandungan bahan



Organik Azolla cukup tinggi (5,97%) dengan nisbah  $C/N \leq 10$  dan menjadi mineralisasi jika nisbah  $C/N$  17 – 19.

Pada inkubasi 3 minggu ( $W_1$ ) menunjukkan kerapatan bongkah, ruang pori total dan kemantapan agregat memberikan hasil yang lebih rendah dibandingkan dengan waktu inkubasi 4 minggu ( $W_2$ ), hal ini dikarenakan pada waktu inkubasi 3 minggu ( $W_1$ ) tersebut belum terurai lebih lanjut atau belum mencapai keadaan yang maksimal sehingga hasil peruraiannya belum mencukupi untuk meningkatkan atau memperbaiki sifat – sifat fisik tanah tersebut. Menurut watanabe *etal* (2001), bahwa Azolla mulai akan terurai 3 minggu setelah pembedaan dan sekitar 60 – 80 persen. Senyawa – senyawa yang dikandung tersedia dan akan mencapai peruraian maksimal setelah mencapai inkubasi 4 minggu. Sebaliknya inkubasi 5 minggu ( $W_3$ ) terjadi peningkatan kerapatan bongkah, penurunan ruang pori total dan kemantapan agregat, keadaan ini disebabkan bahan organik yang diberikan kedalam tanah makin lama makin berkurang karena di rombak oleh mikroba sehingga kerapatan bongkah tanah menjadi lebih besar dengan kata

lain terjadinya pemadatan tanah. Adanya pemadatan tanah ini atau meningkatnya kerapatan bongkah akan menyebabkan porositas tanah menjadi menurun.

Hasil uji BNT menunjukkan bahwa interaksi perlakuan bahan organik 24 ton/ha dan waktu inkubasi 4 minggu ( $A_3W_2$ ) memberikan hasil terbaik terhadap kerapatan bongkah, porositas total dan kemantapan agregat tanah hal ini dikarenakan dengan waktu inkubasi 4 minggu tersebut akan menyebabkan bahan organik 4 minggu tersebut akan menyebabkan bahan organik yang diberikan akan terurai menghasilkan kadar bahan organik yang banyak (terurai lebih lanjut) didalam tanah. Dengan semakin banyak kadar bahan organik di dalam tanah, akan menyebabkan sifat – sifat fisik tanah semakin baik, menurut Tisdale *etal.*, (1995), bahwa pada tanah – tanah yang kadar bahan organiknya tinggi akan menyebabkan sifat fisik tanah menjadi lebih baik pula.

##### 5. Sifat – sifat kimia tanah

Anka – angka perubahan sifat – sifat kimia tanah disajikan pada tabel 5 dan tabel 6.

---

Tabel 5 pengaruh perlakuan bahan organik dengan berbagai waktu inkubasi terhadap sifat kimia tanah.

---

Perlakuan Organik	pH(H <sub>2</sub> O)	N-total	P-tersedia	ca-tersedia	Bahan
<b>Bahan Organik (A)</b>					
A <sub>0</sub>	6,16 a	0,14 a	17,28 a	6,28 a	3,53 a
A <sub>1</sub>	6,34 b	0,27 b	25,80 b	9,54 b	6,59 b
A <sub>2</sub>	6,64 c	0,31 c	28,49 c	9,87 b	7,02 b
A <sub>3</sub>	6,70 c	0,33 c	30,64 d	11,89 c	7,05 b
BNT 0,05=0,10    BNT 0,05=0,02    BNT 0,05=2,09    BNT 0,05=1,98    BNT 0,05=0,51					
<b>Waktu Inkubasi (W)</b>					
W <sub>1</sub>	6,16 a	0,25 a	24,80 a	6,75 a	5,57 a
W <sub>2</sub>	6,18 a	0,27 b	25,29 a	9,11 b	6,21 b
W <sub>3</sub>	6,39 b	0,27 b	26,56 b	10,33 c	6,43 c
BNT 0,05=0,09    BNT 0,05=0,017    BNT 0,05=1,13    BNT 0,05=1,20    BNT 0,05=0,017					

Keterangan : angka – angka yang diikuti oleh huruf yang sama berarti berbeda tidak nyata.

Pada tabel 4 terlihat bahwa pemberian pupuk hijau Azolla sebagai sumber bahan organik dapat meningkatkan pH(H<sub>2</sub>O) dan menunjukkan perbedaan yang nyata dengan tanpa pemberian bahan organik (A<sub>0</sub>), adanya peningkatan ini dikarenakan terjadinya peningkatan konsentrasi ion O H<sup>-</sup> yang bersumber dari reduksi lingkungan setelah penambahan bahan tersebut akibat dari adanya peningkatan efektifitas mikroba sehingga mereduksi NO<sub>3</sub>, Mn dan Fe oksida amorf dengan melepaskan ion O H<sup>-</sup>. Pada umumnya tanah mempunyai daya sanggah terhadap perubahan pH sehingga ion H<sup>+</sup> hasil disosiasi asam – asam organik akan dinetralkan kembali. Peningkatan pemberian bahan organik Azolla 24 ton/ha (A<sub>3</sub>) diikuti pula dengan peningkatan pH(H<sub>2</sub>O), hal ini logis karena banyaknya peningkatan konsentrasi ion O H<sup>-</sup>, dan

unsur – unsur basa. Pernyataan ini sesuai dengan pendapat Stevenson (1982) yang menyatakan bahwa dalam tanah yang kaya akan unsur – unsur basa dan asam humat yang merupakan hasil akhir dekomposisi bahan organik berada dalam bentuk terikat, akibatnya tanah bereaksi netral, Asam humat mempunyai berat molekul yang tinggi sehingga bersifat sebagai kation kation polivalen, dimana dengan adanya kation – kation tersebut, maka pH tanah akan meningkat.

Pemberian bahan organik 8 ton/ha (A<sub>1</sub>) sudah menunjukkan peningkatan terhadap N-total, P-tersedia, Ca-tersedia dan kandungan bahan organik dan menunjukkan perbedaan nyata dibandingkan tanpa pemberian bahan organik (A<sub>0</sub>) dan cenderung meningkat dengan meningkatnya pemberian bahan

organik. Terjadinya peningkatan tersebut, hal ini dikarenakan kandungan unsur – unsur tersebut tersedia dalam pupuk hijau Azolla sehingga dalam proses pelapukannya nanti akan menghasilkan unsur hara N, P, K, Cadan Mg lebih banyak dalam tanah. Menurut Lumpkin dan Plucnett (1998), bahwa terjadinya peningkatan unsur – unsur tersebut karena terjadinya proses mineralisasi unsur – unsur hara yang dikandung oleh pupuk hijau Azolla selama proses peruraian berlangsung, dimana semakin tinggi kandungan hara dalam bahan organik tersebut, maka akan semakin banyak pula pelepasan haranya,

Selain itu pula peningkatan jumlah P-tersedia dan Ca - tersedia dapat disebabkan pula naiknya pH tanah, dimana semakin tinggi pH tanah maka ketersediaan P dan Ca semakin meningkat. Sedangkan pada N – total terjadinya peningkatan tersebut, hal ini diduga meneralisasi N – organik yang baru lebih muda terjadi di bandingkan N – organik asli. Pada tabel 5 terlihat bahwa peningkatan pemberian bahan organik Azolla diikuti pula dengan peningkatan kadar bahan organik dalam tanah. Peningkatan tersebut merupakan yang wajar, karena pupuk hijau Azolla

merupakan bahan organik yang mempunyai kandungan C dalam jaringan cukup tinggi sebesar 44 persen dari total bahan penyusun jaringan sehingga pemberian pupuk hijau tersebut dalam tanah dapat meningkatkan kadar bahan organik.

Pada tabel 5 menunjukkan bahwa lama inkubasi 4 minggu ( $W_2$ ) menghasilkan sifat – sifat kimia (pH ( $H_2O$ ), N-total, P-tersedia, Ca-tersedia dan bahan organik) yang lebih baik dan berbeda nyata dibandingkan waktu inkubasi 3 minggu ( $W_1$ ) dan 5 minggu ( $W_3$ ). Terjadinya peningkatan yang lebih baik pada inkubasi 4 minggu ( $W_2$ ) terhadap semua peubah sifat kimia yang diamati, hal ini dikarenakan proses peruraian bahan organik sudah mencapai maksimal dimana dalam proses tersebut dilepaskan sejumlah basa – basa dan unsur – unsur mikro lainnya. Dalam penelitian ini bahan organik Azolla piñata R.Brown memiliki nisbah  $C/N$  termasuk rendah (7,82) yang dapat dikategorikan bahan organik yang dalam proses peruraiannya tergolong cepat sehingga dapat di maklumi mengapa waktu inkubasi 4 minggu ( $W_2$ ) menghasilkan sifat – sifat kimia yang lebih baik.

Tabel 6. Pengaruh perlakuan bahan organik dengan berbagai waktu inkubasi terhadap nisbah  $C/N$  dan KTK tanah.

Perlakuan	Nisbah $C/N$	KTK
<b>Bahan Organik (A)</b>		
A <sub>0</sub>	14,38 a	12,56 a
A <sub>1</sub>	14,21 a	19,17 b
A <sub>2</sub>	13,30 b	19,66 c
A <sub>3</sub>	12,53 c	20,09 d
	BNT 0,05 = 0,36	BNT 0,05 = 0,40
<b>Waktu Inkubasi</b>		
W <sub>1</sub>	13,88 a	17,51 a
W <sub>2</sub>	13,97 a	18,70 b
W <sub>3</sub>	12,98 b	17,40 c
	BNT 0,05 = 0,31	BNT 0,05 = 0,34
<b>Interaksi</b>		
A <sub>0</sub> W <sub>1</sub>	14,43 gh	12,44 b
A <sub>0</sub> W <sub>2</sub>	14,69 h	13,51 c
A <sub>0</sub> W <sub>3</sub>	14,02 efg	11,72 a
A <sub>1</sub> W <sub>1</sub>	14,26 fgh	18,59 d
A <sub>1</sub> W <sub>2</sub>	14,36 fgh	19,85 f
A <sub>1</sub> W <sub>3</sub>	14,02 efg	19,07 de
A <sub>2</sub> W <sub>1</sub>	13,76 def	19,12 de
A <sub>2</sub> W <sub>2</sub>	13,59 cde	20,22 f
A <sub>2</sub> W <sub>3</sub>	13,56 b	19,63 ef
A <sub>3</sub> W <sub>1</sub>	13,06 bc	19,87 f
A <sub>3</sub> W <sub>2</sub>	13,22 cd	21,23 g
A <sub>3</sub> W <sub>3</sub>	11,30 a	19,17 def
	BNT 0,05 = 0,62	BNT 0,05 = 0,69

Keterangan : angka – angka yang diikuti oleh huruf yang sama berarti berbeda tidak nyata.

Hasil uji BNT menunjukkan bahwa nisbah  $C/N$  cenderung menurun dengan semakin meningkatnya bahan organik yang diberikan, hal ini dikarenakan peruraian bahan organik akan melepaskan nitrogen ini terbukti dengan adanya peningkatan N – total tanah (tabel 5). Seperti diketahui kadar N – total dalam tanah sangat mempengaruhi percepatan dekomposisi bahan organik dalam tanah. Semakin tinggi kandungan N – total dalam tanah, maka akan semakin cepat proses peruraiannya. Selain itu pula penurunan nisbah  $C/N$

disebabkan oleh kegiatan mikrobial yang merombak bahan organik untuk mendapatkan energy dan mensistesis C – organik serta N untuk pertumbuhan dan perkembangan.

Hasil uji BNT menunjukkan bahwa pemberian bahan organik 8 ton/ha (A<sub>1</sub>) sudah menunjukkan peningkatan terhadap KTK dan menunjukkan berbeda nyata dengan tanpa pemberian bahan organik (A<sub>0</sub>). Terjadinya peningkatan KTK tanah dengan pemberian bahan organik tersebut disebabkan oleh bahan organik itu sendiri

yang mempunyai KTK yang tinggi yang bersumber dari gugus – gugus fungsional asam organik seperti  $O^-H$  dan  $COOH^-$ . KTK tanah ditentukan oleh jenis dan banyaknya lempung serta bahan organik tanah. Jumlah bahan organik sekalipun kecil, namun besar sekali pengaruhnya dalam KTK tanah (Stevenson, 1982). Dengan demikian dapatlah dimengerti bahwa semakin tinggi pemberian bahan organik maka akan semakin tinggi pula KTK tanah. Menurut Hardjowngeno (1987), bahwa pada tanah dengan kandungan bahan organik tinggi mempunyai KTK lebih tinggi daripada tanah – tanah dengan kandungan bahan organik rendah.

Hasil uji BNT menunjukkan bahwa interaksi antara bahan organik 24 ton/ha dan lama inkubasi 4 minggu ( $A_3W_2$ ) memberikan hasil yang terbaik terhadap nisbah  $C/N$  dan KTK. Keadaan ini disebabkan dengan semakin banyak bahan organik yang diberikan, maka akan semakin banyak pula hara yang dilepaskan

dalam tanah. Menurut Brady (1990), bahwa pada tanah – tanah yang kadar bahan organiknya tinggi akan mempunyai sifat fisik kimia yang lebih baik dibandingkan pada tanah – tanah yang mempunyai kadar bahan organik sedikit. Jika dihubungkan dengan waktu inkubasi 4 minggu ( $W_2$ ), maka jelaslah bahwa bahan organik tersebut akan terurai sempurna atau mencapai maksimal dengan melepaskan hara – hara yang terkandung di dalamnya. Menurut Watanbe *etal* (2001), bahwa Azolla mulai akan terurai 3 minggu setelah pembedaan dan sekitar 60 – 80 persen unsur – unsur hara atau senyawa – senyawa yang dikandungnya tersedia dan akan mencapai peruraian maksimal setelah mencapai inkubasi 4 minggu.

#### 6. Aspek tanaman

Hasil uji BNT pengaruh perlakuan bahan organik dan waktu inkubasi terhadap aspek tanaman disajikan pada tabel 7.

Tabel 7. Pengaruh perlakuan bahan organik dengan berbagai waktu inkubasi terhadap aspek tanaman

Perlakuan	Berat Segar akar (g)	Berat Kering akar (g)
-----------	----------------------	-----------------------

Bahan organik (A)		
A <sub>0</sub>	5,29 a	2,20 a
A <sub>1</sub>	5,75 b	2,80 b
A <sub>2</sub>	7,78 c	3,30 c
A <sub>3</sub>	10,22 d	4,99 d
BNT 0,05 = 0,146		BNT 0,05 = 0,20
Waktu inkubasi (i)		
W <sub>1</sub>	6,72 a	3,12 a
W <sub>2</sub>	7,04 a	3,20 a
W <sub>3</sub>	8,02 b	3,70 b
BNT 0,05 = 0,46		BNT 0,05 = 0,17

Keterangan : Angka – angka yang diikuti oleh huruf yang sama berarti berbeda tidak nyata.

Berdasarkan tabel tersebut terlihat bahwa pemberian bahan organik *Azolla pinnata* R. Brown memberikan pengaruh yang lebih baik dibandingkan tanpa pemberian bahan organik (A<sub>0</sub>) terhadap berat segar dan kering akar tanaman. Semakin tinggi takaran bahan – bahan organik yang diberikan semakin tinggi peningkatan berat segar dan kering akar tanaman tersebut dan menunjukkan perbedaannya dengan perlakuan lainnya.

Membbaiknya pertumbuhan akar tanaman dengan semakin tingginya takaran bahan organik (A<sub>3</sub>) disebabkan karena kondisi kimia tanah menjadi lebih baik, hal ini tercermin dari hasil analisis sifat – sifat kimia tanah yang menunjukkan kecendrungan meningkat dengan adanya pemberian bahan organik tersebut. Disamping itu kondisi sifat – sifat fisik tanah ikut menentukan dalam melaksanakan pemupukan yang selanjutnya berpengaruh terhadap tanaman.

Menurut Greenland (2009) dan Millar (2005), bahwa usaha pemupukan tidak akan menguntungkan jika sifat – sifat fisik tanahnya kurang baik, sedangkan menurut Thompson dan Troeh (1998), bahwa sifat – sifat fisik tanah mempunyai pengaruh langsung terhadap zona akar, air dan udara tanah dan berpengaruh tidak langsung melalui aspek – aspek biologi dan kimia tanah. Tanah merupakan suatu media bagi pertumbuhan tanaman, tempat berjangkarnya akar, berkembang dan mengisap unsur hara serta air. Untuk mendapatkan hasil yang cukup memuaskan, maka harus diciptakan kondisi fisik tanah yang baik bagi pertumbuhan tanaman. Dengan membaiknya sifat fisik ini, maka secara tak langsung akan menyebabkan kondisi kimia tanah menjadi lebih baik dengan menyediakan unsur hara yang dilepaskan dalam proses peruraian bahan organik.

7. Hubungan Antara Sifat – sifat Tanah Dengan Perkembangan Akar Tanaman

Hubungan antara sifat – sifat tanah dengan tanaman dapat dicerminkan dari perkembangan

akar tanaman yang selanjutnya akan berpengaruh terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman.

Tabel 8. Hubungan antara sifat – sifat fisik dan kimia tanah dengan berat akar tanaman.

Sifat – sifat tanah	Persamaan Regresi	r	r <sup>2</sup>
Berat Segar akar			
Kerapatan bongkah	$y = 107,64 - 73,94 x$	0,99**	0,98**
Kerapatan butir	$y = -559,44 + 262,67 x$	0,58 <sup>tn</sup>	0,34 <sup>tn</sup>
Ruang Pori total	$y = -48,14 + 1,49 x$	0,96**	0,92**
Kemantapan Agregat	$y = -5,30 + 0,24 x$	0,92**	0,85**
pH(H <sub>2</sub> O)	$y = -10,05 + 2,05 x$	0,77**	0,60**
pH(KCl)	$y = -325,20 + 62,58 x$	0,99**	0,98**
KTK	$y = -0,26 + 0,42 x$	0,65**	0,44**
Kandungan bahan organik	$y = 1,90 + 0,89 x$	0,66**	0,44**
Berat kering akar			
Kerapatan bongkah	$y = 58,11 + 40,35 x$	0,97**	0,94**
Kerapatan butir	$y = -323,88 + 151,69 x$	0,60 <sup>tn</sup>	0,36 <sup>tn</sup>
Ruang pori total	$y = -27,03 + 0,82 x$	0,93**	0,86**
Kemantapan Agregat	$y = -3,46 + 0,13 x$	0,91**	0,83**
pH(H <sub>2</sub> O)	$y = -6,03 + 1,50 x$	0,72**	0,52**
pH(KCl)	$y = -175 + 0,24 x$	0,98**	0,96**
KTK	$y = 0,93 + 0,24 x$	0,69**	0,48**
Kandungan bahan organik	$y = 0,34 + 0,50 x$	0,68**	0,46**

Hasil analisis korelasi yang tertera pada tabel 8 menunjukkan bahwa kerapatan bongkah, ruang pori total dan kemantapan agregat berkorelasi sangat nyata terhadap perkembangan akar tanaman (berat segar dan kering akar), kecuali kerapatan butir yang menunjukkan berkorelasi tidak nyata. Berkorelasi sangat nyatanya sifat – sifat fisik tanah tersebut dengan perkembangan akar tanaman, hal ini membuktikan bahwa adanya peningkatan sifat – sifat fisik tanah

akar diikuti pula peningkatan perkembangan akar tanaman (berat segar dan kering akar). Hal ini berarti apabila sifat fisik tanah baik, maka perkembangan akar tanaman semakin dalam dan ekspansif sehingga penyerapan unsur hara dan air yang diperlukan tanaman juga semakin baik yang pada gilirannya akan meningkatkan produktifitas tanaman. Menurut Grendland (2009), bahwa salah satu sifat tanah yang mempengaruhi

perkembangan akar tanaman adalah sifat fisik tanahnya, karena untuk mendapatkan hasil yang cukup memuaskan, maka harus diciptakan kondisi sifat fisik tanah yang baik bagi pertumbuhan tanaman.

Berdasarkan tabel 8 menunjukkan bahwa perkembangan akar tanaman nampaknya lebih dipengaruhi oleh kerapatan bongkah dibandingkan dengan ruang pori total dan kemantapan agregat, hal ini terlihat dengan besarnya nilai korelasi ( $r = 0,99^{**}$ ). Keadaan ini wajar, karena kerapatan bongkah menunjukkan tingkat kepadatan tanah, porositas rendah merupakan penghambat mekanis yang menyebabkan perkembangan akar tanaman terhambat (Marsehner, 1989). Namun demikian adanya pemberian bahan organik, maka kepadatan tanah akan berkurang (kerapatan bongkah rendah). Dengan demikian akar akan mudah menembus tanah. Menurut Taylor dan Asheroff (1992), semakin mudah akar menembus tanah biasanya pertumbuhan tanaman semakin cepat dan memberikan hasil yang baik.

Berdasarkan tabel 8 terlihat pula bahwa pH (H<sub>2</sub>O), pH (KCl), KTK dan bahan organik berkorelasi nyata sampai sangat nyata terhadap perkembangan akar tanaman. Adanya korelasi ini dikarenakan pH tanah dan KTK merupakan sifat kimia

yang sangat penting dan erat hubungannya dengan kesuburan tanah. Pertumbuhan akar tanaman akan menjadi tertanggung perkembangan pada pH tanah yang rendah, hal ini dikarenakan kemungkinan adanya unsur – unsur beracun pada tanah tersebut. Selain itu pula keberadaan unsur P menjadi tidak tersedia karena terfiksasi oleh ion – ion Al dan Fe sehingga tidak tersedia dalam tanah. Dengan adanya pemberian bahan organik menyebabkan adanya peningkatan pH tanah yang mengarah netral sehingga unsur – unsur hara yang dilepaskan dari peruraiannya bahan organik dapat tersedia. Menurut Linch (2003), bahwa pada umumnya unsur hara akan lebih tersedia dan mudah diserap oleh akar tanaman pada pH sekitar netral, karena pada pH tersebut kebanyakan unsur hara mudah larut dalam air.

## SIMPULAN DAN SARAN

### Simpulan

1. Pemberian bahan organik AzollaPinnata R. Brown 24 ton/ha dan waktu inkubasi 4 minggu memberikan hasil yang terbaik terhadap sifat fisik dan kimia tanah serta pertumbuhan akar tanaman.
2. Perkembangan akar tanaman dipengaruhi dengan nyata oleh sifat fisik dan kimia tanah, kecuali kerapatan butir yang berpengaruh tidak nyata.
3. Sifat fisik dan kimia tanah berkorelasi nyata sampai sangat nyata terhadap



pertumbuhan tanaman (Berat segar dan kering akar tanaman).

### **Saran**

Untuk memperoleh gambaran yang jelas tentang manfaat bahan organik Azollapinnata R.Brown dengan berbagai waktu inkubasi, penelitian perlu dilanjutkan dengan melihat efek residunya terhadap pertumbuhan tanaman dengan beberapa kali penanaman.

### **DAFTAR PUSTAKA**

- Brady, N.C. 1990. The Nature and Properties of soils, 10<sup>th</sup> ed. Mac Millan pub. Co. New York
- Follet, R.F., S.E. Gupta and P.C. Hunt. 1987. Conservation practices : Relation to the Management of Plant Nutrient for crop Production. Madison, Wilcousin
- Greenland, D.J. 2009. Structural Organization of Soil and crop Production in Soil Physic, Properties and crop Production in the Tropic : R. Lal and D.J Greenland (eds). John Willey and Sons, Chichester, New York.
- Hamblin, A.P and D.B. Davies. 2007. Influence of Organic Matter on The Physical Properties on Some East Anglian of Hight Content. J. Soils. Sci.
- Hasse, P.R, 1988. Azolla Propagation and Smal Scale Biogas Technology, FAO Soils Bulletin. Rome.
- Hodges, R.D. 1991. Soil Organic Matter, Its Central Position in organic Farming, 355-364p. in W.S. Wilson, ed Advances in Soil Organic Matter Research. The Impact on Agricultural and Environment. The Royal Soc, of chem. Cambridge.
- Kohnke, H. 1988. Soil Physics. Tata Megraw-Hill Publishing Co, Ltd. Bombay-New Delhi.
- Larson, W.E. and C.E. Clapp. 1994. Effect of Organic Matter on Soil Physical Properties.
- Li, Shiye. 1994. Azolla in Paddy Field of Eastern china in IRRI (ed) Organic Matter and Rice, Los Banos. Philippines.
- Linch, J.M. 2013. Soil Biotechnology, Microbiological Factor use Management in crop Production. Wetview-Press, inc, Colorado.
- Lumpkin, T.A. and D.L. Plucknett, 1998. Azolla as Green Manure use and Management in crop Production. Wetview.
- Marschner, H. 1986. Mineral Nutrition of Higher Plants, Academic Press Inc. London
- Millar, C.E. 2005. Soil Fertility. John Willey and Sons. New York.
- Notohadiprawiro, T. 1983. Persoalan Tanah Masam Dalam Pembangunan Pertanian di Indonesia. Dalam Prociding Seminar Alternatif – alternative Pelaksanaan Program Pengapuran Tanah Mineral Masam di Indonesia. Fak. Pertanian UGM. Yogyakarta. Bull. 18.
- Stevenson, F.J. 1982. Humus Chemistry, Genesis, Conposition, Reaction. John Willey and Sons. New York.

- Tanaka, A. 1996. Role of Organic Matter. In Soil and Rice IRRI, Los Banos. Philippines.
- Tate, R.L. 2012, Soil Organic Matter, Biological and Ecological Effect. John Willey and Sons, Inc. New York.
- Taylor, S.A. and G.L. Ashcroff, 1992. Physical Edafology. W.H Freeman and Co. San Fransisco.
- Thompson, M.L., and F.R. Troeh. 1998. Soil and Soil Fertility. McGraw-Hill Book Co. New York.
- Thisdale, J.M., W.L. Nelson, and J.D. Beaton. 1995. Soil Fertility and Fertilizers, 4<sup>th</sup> ed. MacMillan. Publ.Co. New York.
- Watanabe, I., N.S. Berja and D.C. Del Rosario. 2001. Growth of Azolla in Paddy Field as Affected by Phosphorous Fertilizer. Soil Sci.
- Wilson, W.S. 2011. Advances in Soil Organic Matter Research The Impact on Agriculture and The Enviromen. The Royal Soc. Of chem. Cambridge.