

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengaruh Aplikasi Kompos dan Mikoriza *Glomus* sp. terhadap Pertumbuhan Tanaman Akar Wangi (*Vetiveria zizanioides*).

Aplikasi kompos dan interaksi kompos - mikoriza tidak memberikan pengaruh nyata terhadap seluruh parameter pertumbuhan tanaman, antara lain tinggi tanaman, jumlah anakan, berat kering per tanaman dan akar terinfeksi mikoriza. Aplikasi mikoriza *Glomus* sp. hanya memberikan pengaruh nyata terhadap parameter jumlah anakan dan akar terinfeksi mikoriza.

4.1.1 Tinggi tanaman

Hasil analisis data tinggi tanaman menunjukkan bahwa dinamika perubahan tinggi tanaman akar wangi selama 8 MST tidak dipengaruhi oleh perlakuan yang diberikan. Pengaruh aplikasi kompos sebagai faktor pertama, mikoriza sebagai faktor kedua maupun interaksi kompos dan mikoriza terhadap parameter tinggi tanaman adalah tidak berbeda nyata, seperti yang disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Pengaruh Aplikasi Kompos - Mikoriza terhadap Tinggi Tanaman.

Perlakuan	Rerata Tinggi Tanaman (cm)	Peningkatan (%)
Kompos		
T0	69,26	
T1	71,17	2,76
T2	69,36	0,14
BNT	3,53	
Mikoriza		
M0	65,22	
M1	73,30	12,39
BNT	2,83	

Perlakuan yang diberikan tidak memberikan pengaruh nyata diduga akibat aktifitas mikoriza belum maksimal, sehingga hara yang ada di dalam tanah dan kompos belum maksimal didistribusikan ke tanaman. Unsur hara yang keberadaannya sangat dibutuhkan tanaman untuk pertumbuhannya adalah unsur hara makro primer yaitu N, yang mempunyai peran besar untuk pembentukan atau pertumbuhan bagian vegetatif tanaman, seperti daun, batang dan akar. N dalam tanah berada dalam bentuk organik dan tanaman menyerap N dalam bentuk

anorganik, tergantung pada bantuan mikroba yang melepaskan N anorganik (NH_4^+ dan NO_3^-) (Hodge *et al.*, 2001). Diduga Mikoriza Vesikular Arbskular (MVA) mempunyai kemampuan yang rendah untuk meningkatkan serapan ion mobil (misalnya NO_3^-), meskipun MVA juga mentransfer sebagian kecil NH_4^+ yang juga bersifat mobil. Hal ini menyebabkan kemampuan akar tanaman di rizosfer yang terinfeksi mikoriza maupun tidak terinfeksi mikoriza mengalami keterbatasan untuk menyerap N (Tinker dan Nye, 2000).

4.1.2 Jumlah anakan

Parameter jumlah anakan, dipengaruhi oleh aplikasi mikoriza dan berbeda nyata seperti yang disajikan pada Lampiran 3. Perlakuan kompos dan interaksi kompos - mikoriza tidak berbeda nyata terhadap jumlah anakan tanaman akar wangi selama pengamatan. Pengaruh aplikasi kompos dan mikoriza terhadap parameter jumlah anakan disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Pengaruh Aplikasi Kompos dan Miokriza terhadap Jumlah Anakan.

Perlakuan	Rerata Jumlah Anakan	Peningkatan (%)
Kompos		
T0	11,02a	
T1	12,88a	16,89
T2	14,73a	33,67
BNT	3,58	
Mikoriza		
M0	11,01a	
M1	14,74b	33,88
BNT	2,88	

Keterangan : angka rerata yang didampingi huruf yang sama pada kolom yang sama berarti tidak berbeda nyata menurut uji BNT 5%

Jumlah anakan dipengaruhi oleh aplikasi mikoriza, dimana terjadi peningkatan sebesar 33,88 % pada perlakuan M1 (dengan mikoriza). Perlakuan M1 mempunyai rerata jumlah anakan yang lebih banyak, yaitu 14,74 dibandingkan dengan perlakuan M0 (tanpa mikoriza) sebesar 11,01. Hal ini diduga akibat adanya peranan mikoriza. Menurut Hodge *et al.*, (2001) MVA menangkap unsur hara yang tidak mobil, diduga MVA juga mempunyai keterbatasan untuk menyerap unsur hara yang bersifat mobil. Meskipun prinsipnya mikoriza dapat menyerap unsur hara lebih dalam dan efektif dibanding akar tanaman, tetapi proses untuk menangkap unsur hara yang bersifat mobil

adalah tidak sederhana. Unsur hara makro primer yang bersifat tidak mobil adalah P. Pada akar yang terinfeksi mikoriza, terjadi peningkatan asam fosfatase, yang akan mengkatalisis hidrolisis kompleks P yang tidak larut dalam tanah, sehingga P meningkat pada daerah tersebut. (Mosse, 1973 dalam Satrahidayat, 2010). Salah satu fungsi unsur P adalah membantu pembentukan sel baru tanaman (Syekhiani, 2010). Jumlah anakan pada tanaman akar wangi yang berbeda pada perlakuan mikoriza (M1) dan tanpa mikoriza (M0) mengindikasikan bahwa pertumbuhan sel-sel baru dipengaruhi oleh peran mikoriza.

4.1.3 Berat kering

Aplikasi kompos dan mikoriza maupun interaksi kompos-mikoriza tidak berpengaruh nyata terhadap berat kering tanaman (Lampiran 3). Tabel 5 menyajikan pengaruh Aplikasi kompos, mikoriza dan interaksi kompos-mikoriza terhadap berat kering tanaman akar wangi.

Tabel 5. Pengaruh Aplikasi Kompos dan Mikoriza terhadap Berat Kering

Perlakuan	Rerata Berat Kering /Tanaman (g)	Peningkatan (%)
Kompos		
T0	84,18	
T1	86,60	2,87
T2	125,95	49,61
BNT	55,52	
Mikoriza		
M0	97,76	
M1	150,10	53,53
BNT	45,33	

Berat kering merupakan salah satu peubah yang digunakan untuk mengetahui tingkat pertumbuhan dan produktivitas suatu tanaman. Menurut Salisbury dan Ross (1992) berat kering lebih banyak digunakan untuk mengukur pertumbuhan dan produktivitas tanaman karena kandungan airnya tidak terlalu beragam. Dilain pihak mikoriza belum maksimal dalam penyerapan unsur hara untuk menunjang pertumbuhan tanaman, sehingga terhadap parameter berat kering tanaman juga belum menunjukkan pengaruh akibat aplikasi kompos dan mikoriza.

4.1.4 Akar Terinfeksi Mikoriza

Keberhasilan pengaplikasian mikoriza salah satunya dapat dilihat dari parameter akar terinfeksi mikoriza. Pengaruh aplikasi kompos dan interaksi

kompos - mikoriza terhadap parameter ini adalah tidak berbeda nyata (Lampiran 3), di lain pihak, aplikasi mikoriza berpengaruh nyata. Tabel 6 menyajikan pengaruh perlakuan kompos, mikoriza dan interaksi kompos - mikoriza terhadap parameter akar terinfeksi mikoriza.

Tabel 6. Pengaruh Aplikasi Kompos dan Mikoriza terhadap Akar Terinfeksi Mikoriza .

Perlakuan	Akar Terinfeksi Mikoriza (%)	Peningkatan (%)
Kompos		
T0	10,56a	
T1	10,56a	0
T2	11,11a	5,20
BNT	9,634	
Mikoriza		
M0	8.89a	
M1	12.59b	41,62
BNT	7,7835	

Keterangan : angka rerata yang didampingi huruf yang sama pada kolom yang sama berarti tidak berbeda nyata menurut uji BNT 5%

Tabel 6 menunjukkan bahwa mikoriza yang diaplikasikan dalam bentuk tercampur dengan tanah, selama 8 minggu dapat menginfeksi akar tanaman sebanyak 12,59 %. Sedangkan tanaman yang tanpa perlakuan mikoriza (M0) dapat terinfeksi mikoriza secara alami sebesar 8,89%. Aplikasi mikoriza (M1) dapat meningkatkan akar terinfeksi sebesar 41,62 % dibanding dengan perlakuan tanpa mikoriza (M0). Jika dimasukkan dalam kriteria kelas infeksi akar mikoriza, tingkat infeksi akar pada penelitian ini termasuk dalam kategori rendah yang berkisar antara 6% - 25% (Norris *et al.*, 1992).

Menurut Islami dan Utomo (1995) mikoriza akan berkembang baik pada kondisi sebagai berikut : 1. tidak terdapat hambatan aerasi, 2. tanah berpasir (jika dibandingkan pada tanah berliat atau gambut) dan 3. kandungan bahan organik yang cukup. Ditambahkan oleh Allen dan Treseder (2002) bahwa pertumbuhan mikoriza lambat pada tanah yang kandungan Nitrogen dan P yang sangat rendah, sedangkan status hara N dan P yang rendah akan memacu pertumbuhan mikoriza. Pada penelitian ini, status hara N dan P yang termasuk dalam kategori sedang dan media tanam yang mempunyai fraksi debu lebih dominan (Lampiran 5). Pada kondisi tersebut menyebabkan perkembangan mikoriza yang kurang maksimal, dilihat dari tingkat infeksi akar masih dalam kategori rendah.

4.2 Pengaruh Aplikasi Kompos dan Mikoriza *Glomus* sp. terhadap Serapan Logam Berat Cd.

Kadar Cd dalam tanah pada semua perlakuan mengalami penurunan pada 8 MST. Hasil analisis ragam kadar Cd dalam tanah dan serapan Cd pada tanaman akar wangi menunjukkan bahwa aplikasi perlakuan tidak memberikan pengaruh nyata (Lampiran 3).

Tabel 7. Hasil Penurunan Kadar Cd dalam Tanah dan Serapan Cd oleh Tanaman Akar Wangi

No	Perlakuan	Kadar Cd (ppm)	Serapan Cd (μg)			Residu (ppm)	Penurunan (%)
			Akar	Tajuk	Total		
1	T0M0	1,060	0,567	1,978	2,730	0,9985	5,79
2	T0M1	1,027	0,650	3,364	4,231	0,9302	6,59
3	T1M0	1,034	0,879	2,000	3,173	0,9622	6,93
4	T1M1	0,997	0,460	1,795	2,412	0,9146	8,26
5	T2M0	1,031	0,779	3,383	4,873	0,9203	8,12
6	T2M1	1,001	0,907	5,280	6,490	0,9032	9,76

Keterangan : T0M0=tanah tercemar (kontrol), T0M1=tanah tercemar + mikoriza, T1M0=Tanah tercemar + kompos 10%, T1M1=tanah tercemar + kompos 10% + mikoriza, T2M0=Tanah tercemar + kompos 20% ,T2M1=Tanah tercemar + kompos 20% + mikoriza

Keberadaan Cd pada akar dan tajuk menandakan bahwa tanaman mampu menyerap Cd. Menurut Zhu *et al.*, (1999) dalam Prayitno (2008), agar tumbuhan dapat menyerap logam maka logam harus dibawa ke dalam larutan di sekitar akar (*rizosfer*). Setelah logam dibawa masuk ke dalam sel akar, selanjutnya logam diangkut melalui jaringan pengangkut yaitu *xilem* dan *floem* ke bagian tumbuhan lain. Untuk meningkatkan efisiensi pengangkutan, logam diikat oleh molekul khelat. Berbagai molekul khelat yang berfungsi mengikat logam dihasilkan oleh tumbuhan, misalnya *fitokhelatin-glutation* yang terikat pada Cd.

Serapan logam berat Cd yang masih rendah, diduga akibat kinerja mikoriza yang belum maksimal, sehingga proses mentranslokasikan logam berat dari tanah ke tanaman akar wangi belum maksimal. Kompos yang ditambahkan dalam kurun waktu 8 MST belum mampu meningkatkan pertumbuhan akar wangi secara nyata. Kompos dan mikoriza yang diberikan belum memberikan pengaruh yang nyata untuk penurunan logam berat Cd, didukung dengan data pengaruh aplikasi perlakuan pada parameter pertumbuhan tanaman yang juga tidak berpengaruh nyata.

4.3 Korelasi Antar Parameter

Ditinjau dari parameter yang diamati, terdapat 7 korelasi yaitu : (1) berat kering tanaman dengan residu Cd dalam tanah, (2) berat kering tanaman dengan serapan Cd pada akar, (3) berat kering tanaman dengan serapan Cd pada tajuk, (4) berat kering tanaman dengan total serapan Cd pada tanaman, (5) jumlah anakan dengan residu Cd dalam tanah, (6) serapan Cd pada akar dengan total serapan Cd pada tanaman dan (7) serapan Cd oleh tajuk dengan total serapan Cd oleh tanaman.

Korelasi pertama yaitu antara berat kering tanaman dengan residu Cd dalam tanah mempunyai korelasi yang negatif (-0,572*) (Lampiran 4), dimana semakin meningkat berat kering per tanaman, akan semakin sedikit residu logam berat Cd yang ada di dalam tanah. Korelasi kedua (0,568*) yaitu berat kering tanaman dengan serapan Cd pada akar, korelasi ketiga (0,817**) berat kering tanaman dengan serapan Cd pada tajuk dan korelasi keempat (0,846**) berat kering tanaman dengan total serapan Cd pada tanaman memiliki korelasi yang positif, dimana bertambahnya berat kering, akan meningkatkan serapan Cd pada akar, tajuk dan total serapan pada tanaman. Korelasi pertama hingga keempat didukung dengan korelasi kelima yaitu jumlah anakan dengan residu Cd dalam tanah yang berkorelasi negatif (-0,482*), dimana semakin meningkatnya jumlah anakan, semakin sedikit sisa logam berat yang ada di dalam tanah. Dapat disimpulkan dari kelima korelasi antar parameter tersebut, bahwa bertambahnya nilai berat kering tanaman akan meningkatkan serapan Cd dalam jaringan tanaman.

Korelasi keenam (0,487*) dan ketujuh (0,992**) mempunyai hubungan yang positif, dimana semakin meningkatnya serapan Cd dalam akar dan tajuk akan meningkatkan total serapan Cd dalam tanaman. Dari semua hubungan antar parameter bahwa pertumbuhan tanaman yang meningkat, dilihat dari jumlah anakan dan berat kering tanaman, akan meningkatkan efektifitas penyerapan logam berat oleh tanaman akar wangi, sehingga kadar Cd dalam tanah akan berkurang. *Vetiveria zizanioides* yang digunakan untuk tujuan fitoremediasi, perlu ditingkatkan biomasa dan perkembangbiakannya agar efisiensi dalam menyerap logam berat lebih tinggi (Roongtanakiat, 2009).

4.4 Pembahasan Umum

Aplikasi kompos dimaksudkan untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman akar wangi melalui penambahan unsur hara ke dalam media, sehingga Cd dapat diserap tanaman dengan maksimal, sedangkan penambahan mikoriza untuk proses serapan hara dan logam berat menjadi lebih efektif. Aplikasi kompos maupun interaksi kompos - mikoriza tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap semua parameter pertumbuhan tanaman. Tanah yang digunakan dalam penelitian mempunyai bahan organik tanah yang tinggi (Lampiran 5), sehingga aplikasi kompos belum menunjukkan pengaruh nyata. Kadar air kompos tidak memenuhi standar kualitas kompos (Lampiran 5), hal tersebut juga menghambat pengaruh dari kompos terkait dengan pertumbuhan tanaman dan serapan logam berat.

Data analisis varian menunjukkan bahwa hanya aplikasi mikoriza *Glomus* sp. yang berpengaruh nyata terhadap beberapa parameter pertumbuhan tanaman yaitu jumlah anakan dan akar terinfeksi mikoriza. Hal tersebut menunjukkan bahwa pertumbuhan tanaman berorientasi untuk tumbuh dan berkembang, meskipun memerlukan waktu yang lebih dari 8 MST, dimana menurut Truong dan Smeal (2003) biomasa akar wangi usia 12 minggu merupakan masa puncak pertumbuhannya.

Kinerja mikoriza dapat dilihat dari parameter akar terinfeksi mikoriza, dimana kategori infeksi mikoriza pada penelitian ini tergolong dalam kategori rendah. Perkembangan mikoriza dipengaruhi status hara N dan P. Kandungan N dan P yang rendah akan menstimulasi mikoriza untuk tumbuh lebih maksimal. Sedangkan dalam media tanam dalam penelitian ini mempunyai kandungan unsur N dan P adalah sedang, sehingga pertumbuhan mikoriza kurang maksimal. Mikoriza berkembang dengan maksimal pada aerasi yang baik, tanah berpasir dibandingkan pada tanah berliat atau gambut, media tanam pada penelitian ini termasuk dominan debu dan bertekstur lempung liat berdebu (Lampiran 5).

Aplikasi kompos, mikoriza, maupun interaksi kompos - mikoriza tidak berpengaruh nyata terhadap penurunan kadar Cd dalam tanah dan serapan Cd pada akar dan tajuk tanaman akar wangi. Pada kondisi dimana pH netral, bahan organik tanah yang tinggi, seperti tanah yang digunakan dalam penelitian ini dan terdapat masukan bahan organik berupa kompos menjadikan logam berat menjadi

tidak tersedia bagi tanaman, sehingga penyerapan oleh tanaman akar wangi menjadi terbatas.

Adanya bahan organik tanah akan menyebabkan pengkhelatan kation logam, sehingga Cd tidak dalam kondisi bebas/dapat dipertukarkan (Soepardi, 1983). Tanah dalam penelitian ini memiliki kandungan liat yang tinggi (Lampiran 5), Tan (1991) menyatakan bahwa larutan tanah mengandung suatu campuran kation. Kation tersebut akan dapat tertarik ke permukaan liat. Jumlah yang diserap sering tidak setara dengan yang ditukarkan. Ion divalen, termasuk Cd^{2+} diikat lebih kuat dibandingkan ion monovalen, sehingga susah untuk dipertukarkan.

Dalam tanah, Cd dapat berada dalam bentuk ion terlarut dalam air tanah, garam karbonat, oksida, terjerap dalam kompleks pertukaran maupun dalam bentuk ikatan dengan bahan organik tanah. Kebanyakan Cd terserap oleh tanaman dalam bentuk ion terlarut (Cd-bebas) yang kehadirannya berhubungan erat dengan kemasaman tanah. Pada pH yang rendah ($<5,5$), konsentrasi Cd bebas lebih tinggi dibanding dengan tanah yang pH lebih tinggi ($>6,5$), sehingga serapan Cd oleh tanaman lebih banyak pada kondisi masam (pH $<5,5$) dibanding tanah dalam kondisi netral maupun basa (pH $>5,5$) (Korcak, 1989).

Lindsay (1979) menyatakan bahwa reaksi tanah merupakan faktor penting dalam perilaku logam dalam tanah. Bertambahnya nilai pH tanah, kation logam berubah menjadi bentuk hidroksida dan oksida. Naiknya pH tanah dan meningkatnya muatan negatif permukaan mineral liat yang bermuatan tidak tetap sehingga mengubah kation logam berat Cd menjadi senyawa yang mengendap. Hal tersebut menyebabkan Cd berada dalam bentuk yang tidak bisa diserap oleh tanaman.