

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

1. Hasil Analisis Kandungan Kalsium (Ca)

Hasil analisis kandungan unsur hara Ca, Pb, Cd, Ar dan Hg pada media tanah selama masa inkubasi diperlihatkan pada Tabel lampiran 1, terlihat bahwa tanah tidak tercemar dan tanpa pemberian kombinasi *cocopeat* dan pupuk kandang mengandung 0,00026% Ca dan 91,09 % Pb, sementara kandungan logam lainnya tidak terdeteksi. Demikian juga dengan tanah tercemar tanpa pemberian komposisi *cocopeat* dan pupuk kandang mengandung 0,00036 % Ca.

Kandungan Ca pada media tanah tercemar dengan pemberian komposisi *cocopeat* dan pupuk kandang diperlihatkan pada Tabel 1. Terlihat bahwa kandungan Ca sangat tinggi pada masa inkubasi 30 hari dan turun setelah 60 hari inkubasi

Tabel 1. Kandungan Ca media tanah sebelum dan setelah inkubasi (0, 30 dan 60 hari masa inkubasi)

Komposisi media tanah	Kandungan Ca selama masa inkubasi (%)		
	0 hari	30 hari	60 hari
P0 : Tanah tidak tercemar tanpa ccp dan pk	0,000026(sr)	0,000026(sr)	0,000026(sr)
P1 : 70% tanah tercemar + 15% ccp + 15% pk	0,00559(sr)	47,53(st)	26,32(st)
P2 : 70% tanah tercemar + 20% ccp + 10 % pk	0,00576(sr)	42,94(st)	27,13(st)
P3 : 70% tanah tercemar + 10% ccp + 20 % pk	0,00513(sr)	43,78(st)	24,83(st)
P4 : 70% tanah tercemar + 30% ccp	0,0017(sr)	48,6(st)	29,58(st)
P5 : 70% tanah tercemar + 30% pk	0,0034(sr)	43,68(st)	25,58(st)
P6 : Tanah tercemar tanpa ccp dan pk	0,000355(sr)	0,000355(sr)	0,000355(sr)

Keterangan : ccp : *cocopeat*

pk: pupuk kandang

sr : sangat rendah

st : sangat tinggi

Pada Tabel 1 terlihat bahwa kandungan Ca pada semua komposisi media tanah sangat sedikit sebelum inkubasi (0 hari) yaitu berkisar 0,000026%-0,0057% dan meningkat pada 30 hari masa inkubasi, kandungan Ca tetinggi terlihat pada

komposisi P4 yaitu 48,6%, sementara pada P0 dan P6 kandungan Ca tetap. Namun setelah 60 hari inkubasi kandungan Ca turun hampir setengah dari kandungan sebelumnya, pada semua komposisi media.

2. Hasil Analisis kandungan Magnesium (Mg)

Hasil analisis kandungan Mg pada media tanah selama inkubasi pada semua komposisi media tanah diperlihatkan pada Tabel Lampiran 2. Terlihat bahwa pada semua komposisi mengandung Mg, kecuali pada komposisi tanah tidak tercemar dan tanah tercemar.

Tabel 2. Kandungan Mg media tanah sesudah inkubasi (30 dan 60 hari masa inkubasi)

Komposisi media tanah	Kandungan Mg selama masa inkubasi (%)		
	0 hari	30 hari	60 hari
P0 : Tanah tidak tercemar tanpa ccp dan pk	ttd	0	0
P1 : 70% tanah tercemar + 15% ccp+ 15% pk	ttd	0,298(sr)	3,05(t)
P2 : 70% tanah tercemar + 20% ccp + 10 % pk	ttd	0,250(sr)	3,17(t)
P3 : 70% tanah tercemar + 10% ccp + 20 % pk	ttd	0,197(sr)	3,09(t)
P4 : 70% tanah tercemar + 30% ccp	ttd	0,194(sr)	3,09(t)
P5 : 70% tanah tercemar + 30% pk	ttd	0,056(sr)	2,84(t)
P6 : Tanah tercemar tanpa ccp dan pk	ttd	0	0

Keterangan : ccp: *cocopeat*

pk: pupuk kandang

ttd: tidak terdeteksi

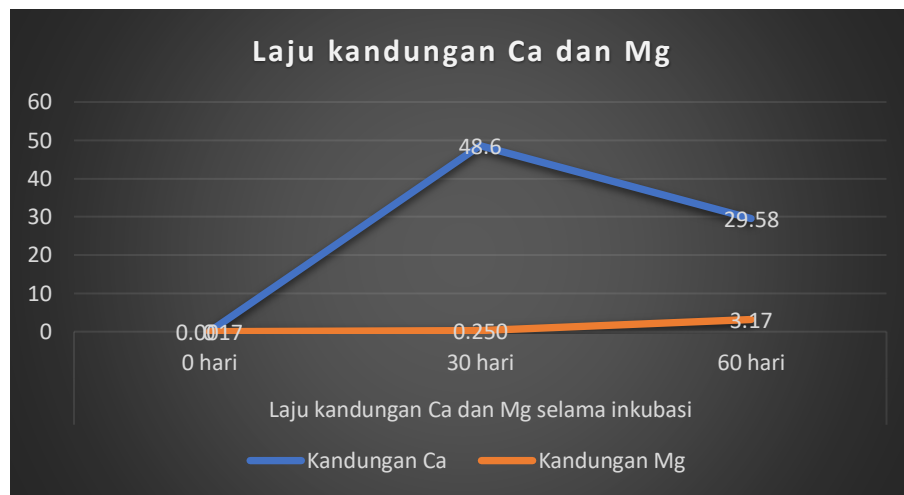
sr : sangat rendah

t : tinggi

Kandungan Mg pada masing-masing komposisi sebelum dan setelah inkubasi dapat dilihat pada Tabel 2. Terlihat bahwa sebelum inkubasi (0 hari) kandungan Mg tidak terdeteksi pada semua komposisi, namun kandungan Mg mulai terlihat pada 30 hari masa inkubasi, tertinggi diperlihatkan oleh komposisi P1 yaitu 0,298 %. Pada 60 hari masa inkubasi kandungan Mg meningkat pada semua komposisi dan tertinggi diperlihatkan oleh komposisi P3 dan P4 yaitu 3,09%.

3. Laju Kandungan Kalsium dan Magnesium

Laju kandungan Ca dengan komposisi media tanah 70% tanah tercemar + 30% *cocopeat* diperlihatkan pada Gambar 1. Grafik tersebut (warna biru) mewakili komposisi yang lain dengan pola laju kandungan Ca yang hampir sama pada setiap masa inkubasi. Terlihat bahwa laju pertambahan kandungan Ca dimulai dari awal inkubasi sampai 30 hari inkubasi (0,0017 %-48,6%), setelah itu terjadi penurunan 29,58% sampai 60 hari masa inkubasi.



Gambar 1. Laju kandungan Ca dan Mg pada media tanah selama inkubasi

Laju kandungan Mg dengan komposisi media tanah 70% tanah tercemar + 20% *cocopeat* + 10% pupuk kandang diperlihatkan pada Gambar 1. Grafik tersebut (warna orange) mewakili komposisi yang lain dengan pola laju kandungan Mg yang hampir sama pada setiap masa inkubasi. Terlihat bahwa laju pertambahan kandungan Mg dimulai dari awal inkubasi sampai 30 hari inkubasi (0%-0,250%), setelah itu meningkat 3,178% sampai 60 hari masa inkubasi.

Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa dinamika unsur Ca dan Mg selama masa inkubasi mengikuti pola perubahan yang berbeda namun saling berkaitan. Pada awal inkubasi (0 hari), kandungan Ca pada seluruh perlakuan masih sangat rendah, karena sebagian besar Ca pada tanah pascatambang marmer berada dalam bentuk CaCO_3 yang belum larut sehingga tidak terdeteksi secara signifikan oleh AAS. Pada tanah berbasis karbonat, Ca memang cenderung berada dalam bentuk terikat dan baru larut ketika terjadi perubahan pH atau meningkatnya aktivitas mikroba. Hal ini sejalan dengan pernyataan Wasis & Fitriani (2022) dan Lukita et al (2023) yang menyatakan bahwa bahan organik dapat mempercepat pelarutan karbonat melalui produksi asam organik selama dekomposisi.

Memasuki 30 hari inkubasi, Ca meningkat sangat tajam pada seluruh perlakuan yang mendapat *cocopeat* dan pupuk kandang. Dekomposisi bahan organik menghasilkan berbagai asam organik yang mampu melarutkan CaCO_3 , menyebabkan Ca^{2+} terlepas ke larutan tanah dan terbaca sangat tinggi pada analisis. *Cocopeat* yang mampu menyimpan air juga mempercepat pelarutan melalui peningkatan kontak air–mineral. Peningkatan ini sesuai dengan pernyataan Shafira et al (2021) dan Rahman et al (2021) bahwa bahan organik mempercepat pelapukan mineral karbonat dan melepaskan Ca ke dalam tanah.

Namun pada 60 hari inkubasi, kandungan Ca menurun kembali pada seluruh perlakuan. Penurunan ini menandai fase stabilisasi ion, di mana Ca yang sebelumnya berada dalam bentuk larut kembali terikat oleh senyawa humat dan fulvat hasil dekomposisi lanjut. Bahan organik diketahui mampu mengikat Ca melalui mekanisme kompleksasi dan pertukaran kation (Juarsah 2000 dalam Wahyu Mahdani et al., 2021), sehingga konsentrasi Ca larut menurun.

Berbeda dengan Ca, unsur Mg baru terdeteksi pada 30 hari setelah inkubasi. Kenaikan Mg menjadi sangat signifikan pada 60 hari inkubasi. Pada fase ini, proses mineralisasi bahan organik telah berlangsung optimal sehingga unsur Mg dilepaskan secara lebih intensif ke dalam larutan tanah. Selain itu, peningkatan kapasitas tukar kation (KTK) akibat penambahan bahan organik memungkinkan Mg menggantikan sebagian Ca pada kompleks jerapan, sehingga ketersediaan Mg semakin meningkat. Temuan ini sejalan dengan pernyataan Chen et al. (2018) dan Tang & Luan (2017) bahwa mobilitas serta ketersediaan Mg sangat dipengaruhi oleh struktur tanah dan kompetisi antar-kation.

Peningkatan Mg pada fase akhir juga berkaitan erat dengan kontribusi *cocopeat* sebagai sumber Mg alami. Berdasarkan laporan Nafilah (2022), *cocopeat* mengandung Mg sebesar 0,32%, sehingga selama dekomposisi, Mg dari *cocopeat* dilepaskan secara bertahap dan menambah Mg tersedia dalam tanah. Dengan demikian, selain berasal dari proses desorpsi dan substitusi Mg pada kompleks jerapan, peningkatan Mg pada 60 hari juga dipengaruhi oleh pasokan Mg dari *cocopeat* yang termineralisasi. Hal ini memperkuat bahwa amelioran organik bekerja efektif tidak hanya dalam memperbaiki struktur serta KTK tanah, tetapi juga dalam meningkatkan ketersediaan Mg dan menyeimbangkan rasio Ca:Mg pada tanah pascatambang marmer.

Hubungan pola Ca dan Mg menunjukkan bahwa kedua unsur tidak bekerja secara terpisah, tetapi saling memengaruhi dalam dinamika kimia tanah. Peningkatan Ca pada awal inkubasi terjadi karena pelarutan CaCO_3 , sedangkan peningkatan progresif Mg terjadi ketika bahan organik mulai terurai dan Ca tidak lagi mendominasi kompleks jerapan. Penurunan Ca bersamaan dengan peningkatan

Mg pada fase akhir menunjukkan bahwa amelioran organik berperan penting dalam memperbaiki rasio Ca:Mg yang sebelumnya terlalu lebar pada tanah pascatambang marmer.

Grafik perubahan Ca dan Mg memperlihatkan bahwa ameliorasi menggunakan cocopeat dan pupuk kandang efektif dalam meningkatkan pelarutan karbonat, memperbaiki kapasitas tukar kation, menyeimbangkan kation basa, dan memperbaiki sifat kimia tanah pascatambang yang semula miskin hara dan tidak seimbang.