

**PELEPASAN KATION ABU VOLKAN GUNUNG MERAPI DENGAN MENGGUNAKAN  
BERBAGAI BAHAN ORGANIK<sup>1)</sup>**  
*(Cation Release of Mount Merapi Volcano Ash Using Some of Organic Matters)<sup>1)</sup>*

**Junianto Simaremare<sup>1</sup>, Iskandar<sup>2</sup>, Sudarsono<sup>2</sup>, Dyah T. Suryaningtyas<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Mahasiswa Program Studi Agroteknologi Tanah, Sekolah Pasca Sarjana, IPB

<sup>2</sup>Staf Pengajar Departemen Ilmu Tanah dan Sumber Daya Lahan, IPB

Jln. Raya Darmaga, Kampus IPB Darmaga, Bogor, 16680, juns\_cancer@yahoo.com

**Abstract**

*The release of nutrients from the minerals contained in rocks is a weathering process that requires a relatively long time. Organic compounds can accelerate the release of that nutrient.*

*The purpose of this study are: 1) determine the effect of various water-soluble organic compounds on the release of nutrients in the volcano ash, and 2) to know the amount of nutrients released from the volcano ash during weathering processes.*

*The materials which is used in this study are volcano ash from the eruption of Mount Merapi, 2010, composted chicken manure obtained from Bogor Regency, pine forest litter obtained from Mount Walat, Sukabumi, and peat soil obtained from Rawa Pening, Semarang. The various types of organic materials is added to Volcano ash, drained by water (percolation), then the percolate accommodated each day and analyzed every 2 (two) weeks for 3 (three) months.*

*Based on this research, it appears that the addition of organic matter to volcano ash can accelerate the process of weathering of minerals in volcano ash. The addition of various types of organic matter (chicken manure compost, pine litter, and peat) also gives a different effect on the amount of cations that can be released.*

*Keywords : Cation, organic matter, volcano ash, weathering.*

**ABSTRAK**

Pelepasan hara dari mineral yang terdapat dalam batuan adalah proses pelapukan yang membutuhkan waktu relatif lama. Senyawa organik dapat mempercepat pelepasan tersebut.

Tujuan penelitian ini adalah : 1) mengetahui pengaruh berbagai senyawa organik larut air terhadap pelepasan unsur hara dalam abu vulkan, dan 2) mengetahui jumlah unsur hara yang terlepas dari abu vulkan selama proses pelapukan.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari abu vulkan segar dari letusan Gunung Merapi 2010, kompos kotoran ayam diperoleh dari sekitar Kabupaten Bogor, serasah hutan pinus diperoleh dari Gunung Walat, Sukabumi, dan tanah gambut diperoleh dari Rawa Pening, Semarang. Masing-masing perlakuan abu vulkan yang ditambahkan dengan berbagai jenis bahan organik diperkolasi dengan menggunakan air, kemudian perkolat ditampung setiap hari dan dianalisa setiap 2 (dua) minggu selama 3 (tiga) bulan.

Berdasarkan hasil penelitian, terlihat bahwa penambahan bahan organik terhadap abu vulkan dapat mempercepat proses pelapukan mineral pada abu vulkan. Penambahan berbagai jenis bahan organik (kompos kotoran ayam, serasah pinus, dan gambut) juga memberikan pengaruh yang berbeda terhadap jumlah kation yang dapat dilepaskan.

Kata kunci : Abu vulkan, bahan organik, pelapukan, kation.

**PENDAHULUAN**

**Latar Belakang**

Kendala utama dalam pelepasan hara dari mineral yang terdapat dalam batuan adalah proses pelapukan yang membutuhkan waktu relatif lama. Menurut Brady (1990), banyak faktor yang mempengaruhi kecepatan pelapukan mineral, diantaranya adalah iklim, vegetasi, dan sifat fisik kimia mineral. Ukuran partikel, kekerasan, dan derajat sementasi merupakan tiga sifat fisik yang dapat mempengaruhi pelapukan. Mineral berukuran halus lebih tahan terhadap pelapukan secara fisik, tetapi lebih peka terhadap pelapukan secara kimia dibandingkan mineral berukuran kasar. Kekerasan

dan sementasi mempengaruhi pelapukan secara kimia. Sifat lain yang mempengaruhi pelapukan adalah sifat kimia dan struktur mineral. Menurut Rai dan Kittrick (1977), secara umum pelapukan mineral dipengaruhi oleh komposisi, koefisien ekspansi, adanya belahan/pecahan, struktur kristal, serta kekerasan dan luas permukaan spesifik mineral. Faktor lingkungan juga sangat mempengaruhi proses pelapukan seperti pH, kondisi oksidasi/reduksi, hidrasi, hidrolisis, karbonasi, dan lainnya.

Berdasarkan hal tersebut, pelapukan mineral yang terdapat dalam batuan perlu dipercepat melalui pemberian suatu bahan yang dapat memberikan kondisi dan lingkungan yang dapat menurunkan kestabilan mineral, agar unsur hara yang dilepaskan dapat segera dimanfaatkan oleh tanaman. Salah satunya adalah dengan memanfaatkan senyawa organik. Beberapa ahli telah banyak mengutarakan peran senyawa organik dalam proses pelapukan mineral primer melalui kelatisasi sebagai proses utama dalam pelepasan unsur hara. Menurut Tan (1993), berbagai senyawa organik yang dihasilkan di biosfer dapat bertindak sebagai pelarut bahan mineral. Berbagai asam organik termasuk di dalamnya asam humat, telah diakui memiliki peran penting dalam pelarutan dan mobilitas unsur dari mineral dalam batuan. Disamping itu, Huang dan Schnitzer (1997) menyatakan bahwa keefektifan asam organik dalam melarutkan mineral tergantung pada beberapa faktor, diantaranya konsentrasi dan reaktivitas kimia asam-asam organik tersebut. Berdasarkan reaktivitas kimianya, asam-asam organik dapat dibedakan ke dalam dua kelompok, yaitu (i) asam organik yang kemasamannya berasal dari gugus  $-COOH$ , seperti asam format, asam asetat, dan asam oksalat, dan (ii) asam organik yang kemasamannya berasal dari gugus  $-COOH$  dan fenolat meliputi asam humat, asam fulvat, dan sejumlah asam yang belum terhumifikasi lebih kompleks. Bahan organik memegang peranan utama dalam proses pelapukan melalui proses *acidolysis* ataupun *complexolysis*.

Menurut Fiantis *et al* (2009), komposisi mineral utama dari deposit piroklastik yang dihasilkan oleh Gunung Merapi mengandung mineral kristalin dan non kristalin. Mineral non kristalin tersebut adalah gelas vulkan (53-60 %), sedangkan mineral kristalin yang ada berupa plagioklas (labradorit, andesin, bitownit, dan anortit) dan fragmen litik, serta ditemukan juga dua jenis mineral piroksen (hipersten dan augit), amfibol, hornblende, mineral opak, dan sedikit apatit. Kandungan labradorit lebih besar dibandingkan anortit, bitownit, dan andesin. Hal ini mengimplikasikan kandungan Ca dan Na lebih besar daripada K.

Pelapukan abu vulkan dimulai dengan pencucian senyawa-senyawa yang relatif mudah larut oleh air hujan seperti  $H_4SiO_4$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Na^+$ , dan  $K^+$ , senyawa seskuioksida diakumulasi, sementara Al dan asam silikat membentuk mineral sekunder (Mohr *et al.*, 1972). Berdasarkan hasil penelitian Fiantis *et al.* (2010), bahan organik larut air dan asam-asam inorganik dalam proses pencucian dapat mempercepat pelapukan mineral primer yang terdapat dalam bahan vulkan. Namun penelitian ini dilakukan melalui suatu simulasi percobaan pencucian bahan vulkan dengan menggunakan berbagai jenis asam organik seperti asam sitrat, asam oksalat, asam nitrat, dan asam sulfat dengan konsentrasi 0,02 M yang kurang menunjukkan kondisi di alam yang sesungguhnya. Oleh karena itu, dibutuhkan suatu penelitian yang dapat memberikan informasi mengenai proses pelepasan hara tersebut dengan menggunakan suatu bahan yang terdapat di alam yang dapat mempercepat pelepasan hara dari abu vulkan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh berbagai senyawa organik larut air terhadap pelepasan unsur hara dalam abu vulkan, serta mengetahui jumlah unsur hara yang terlepas dari abu vulkan selama proses pelapukan.

## BAHAN DAN METODE

Untuk mencapai tujuan yang diharapkan, abu vulkan segar berukuran  $\leq 100 \mu m$  dan  $> 100 \mu m$  direaksikan dengan cara perkolasi menggunakan 3 jenis bahan organik yaitu kotoran ayam, serasah hutan pinus, dan gambut.

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Pengembangan Sumber Daya Fisik Lahan, Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor. Kegiatan penelitian dilaksanakan pada bulan Maret hingga Oktober 2011.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari abu vulkan segar Gunung Merapi yang diperoleh dari 3 lokasi yaitu : Desa Cangkringan, Kabupaten Sleman, Desa Jumoyo, Kabupaten Magelang, dan Jalan Kaliurang KM 5,8, Yogyakarta yang diperoleh pada tanggal 4-5 Nopember 2010 sesaat setelah letusan Gunung Merapi pada tanggal 3 dan 5 Nopember 2010, kemudian masing-masing abu vulkan dari 3 lokasi tersebut dicampur menjadi satu. Bahan lainnya berupa kompos kotoran ayam diperoleh dari sekitar Kabupaten Bogor, serasah hutan pinus diperoleh dari Gunung Walat, Sukabumi, sedangkan tanah gambut diperoleh dari Rawa Pening, Semarang.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Jenis Mineral

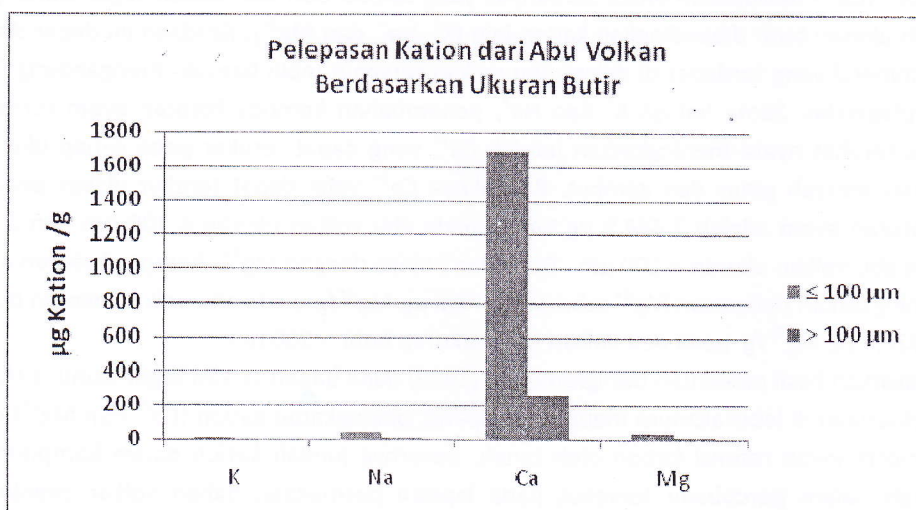
Berdasarkan hasil analisa terhadap berbagai jenis mineral dalam abu vulkan segar Gunung Merapi terlihat bahwa abu vulkan tersebut tersusun atas mineral-mineral plagioklas (labradorit, andesin), augit, hipersten, gelas vulkan, magnetit, kuarsa, serta bahan amorf.

Berdasarkan jenis mineral yang telah diidentifikasi, dapat diketahui bahwa augit sebagai sumber  $Ca^{2+}$  dan  $Mg^{2+}$ , gelas vulkan sebagai sumber  $K^+$ , plagioklas dan gelas vulkan sebagai sumber  $Na^+$  dan  $Ca^{2+}$ , Sedangkan yang akan diamati dalam penelitian ini adalah kation-kation seperti  $K^+$ ,  $Na^+$ ,  $Ca^{2+}$ , dan  $Mg^{2+}$ .

### Hasil Perkolasi

Pelepasan unsur hara dari abu vulkan menunjukkan hasil yang berbeda berdasarkan ukuran butir. Unsur-unsur yang terukur dalam perkolat menunjukkan peningkatan dengan semakin kecilnya ukuran butir selama diperkolasi dengan menggunakan air, dimana abu vulkan ukuran butir  $\leq 100 \mu m$  melepaskan  $12,6 \mu g K^+/g$ ,  $44,2 \mu g Na^+/g$ ,  $1.689,2 \mu g Ca^{2+}/g$ , dan  $37,0 \mu g Mg^{2+}/g$  yang jumlahnya jauh lebih kecil apabila dibandingkan dengan abu vulkan ukuran butir  $> 100 \mu m$  yang melepaskan  $4,6 \mu g K^+/g$ ,  $13,3 \mu g Na^+/g$ ,  $264,2 \mu g Ca^{2+}/g$ , dan  $10,9 \mu g Mg^{2+}/g$  selama perkolasi. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian yang dilaksanakan oleh Niwas *et al.* (1987), Arshad *et al.* (1972) serta Huang dan Keller (1970).

Pada umumnya, pelepasan masing-masing kation ( $K^+$ ,  $Na^+$ ,  $Ca^{2+}$ , dan  $Mg^{2+}$ ) dari abu vulkan segar yang ditambah bahan organik terlihat lebih tinggi dibandingkan pelepasan kation dari bahan organik saja maupun abu vulkan saja. Jumlah kation yang terukur pada minggu pertama jauh lebih besar dibandingkan minggu-minggu berikutnya. Hal ini dikarenakan permukaan abu vulkan Gunung Merapi yang masih segar merupakan bidang-bidang patahan kristal. Unsur-unsur tersebut seolah-olah hanya "menempel" pada permukaannya, sehingga mudah lepas dan tercuci oleh air pada saat diperkolasi. Setelah unsur-unsur yang berada pada bidang patahan kristal hilang tercuci, maka pelepasan unsur-unsur selanjutnya berasal dari dalam struktur kristal mineral dan membutuhkan waktu yang relatif lama.

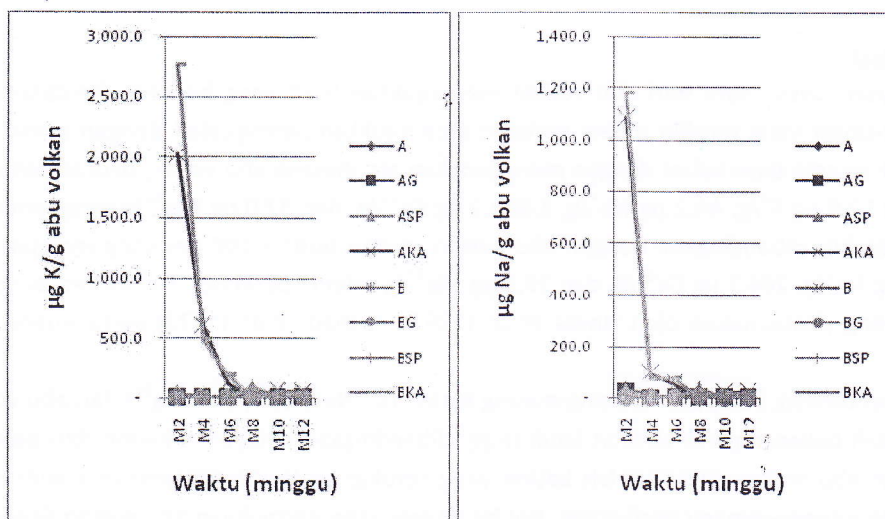


Gambar 1. Pelepasan  $K^+$ ,  $Na^+$ ,  $Ca^{2+}$ , dan  $Mg^{2+}$  pada Berbagai Ukuran Butir Abu Vulkan

## Pelepasan K<sup>+</sup> dan Na<sup>+</sup>

Pelepasan kation K<sup>+</sup> dan Na<sup>+</sup> pada abu vulkan segar Gunung Merapi dengan ukuran butir ≤ 100 μm dan > 100 μm menggunakan berbagai bahan organik dapat dilihat pada Gambar 1. Adapun mineral-mineral yang menjadi sumber K<sup>+</sup> dan Na<sup>+</sup> adalah labradorit dan gelas vulkan. Berdasarkan Gambar 2, terlihat bahwa kompos kotoran ayam mampu memberikan pengaruh terbaik terhadap total K<sup>+</sup> dan Na<sup>+</sup> yang terlepas dari abu vulkan hingga minggu ke-12 dibandingkan serasah pinus dan gambut, dimana total K<sup>+</sup> yang terukur hingga akhir percobaan adalah sebesar 2.871,8 μg K<sup>+</sup>/g pada abu vulkan ukuran butir ≤ 100 μm dan sebesar 3.553,7 μg K<sup>+</sup>/g untuk abu vulkan ukuran butir > 100 μm. Sedangkan Na<sup>+</sup> yang terukur adalah sebesar 1.283,1 μg Na<sup>+</sup>/g pada ukuran butir ≤ 100 μm dan sebesar 1.376,3 μg Na<sup>+</sup>/g.

Penambahan asam organik dan asam inorganik ternyata dapat meningkatkan kelarutan kation-kation dari deposit abu vulkan. Pelepasan K<sup>+</sup> and Na<sup>+</sup> dari bahan vulkan dengan adanya asam organik terlihat lebih besar pada asam sitrat dibandingkan asam oksalat baik berupa asam trikarboksilat dan dikarboksilat, secara berurutan (Fiantis *et al.*, 2010). Berdasarkan hasil analisa gugus fungsional terhadap ketiga bahan organik yang digunakan, terlihat bahwa masing-masing bahan organik (kompos kotoran ayam, serasah pinus dan gambut) memiliki gugus asam karboksilat. Selain itu, ketiga bahan organik tersebut mengandung gugus O-H seperti alkohol dan fenol, N-H berupa amida dan amina, serta C-N berupa amina.



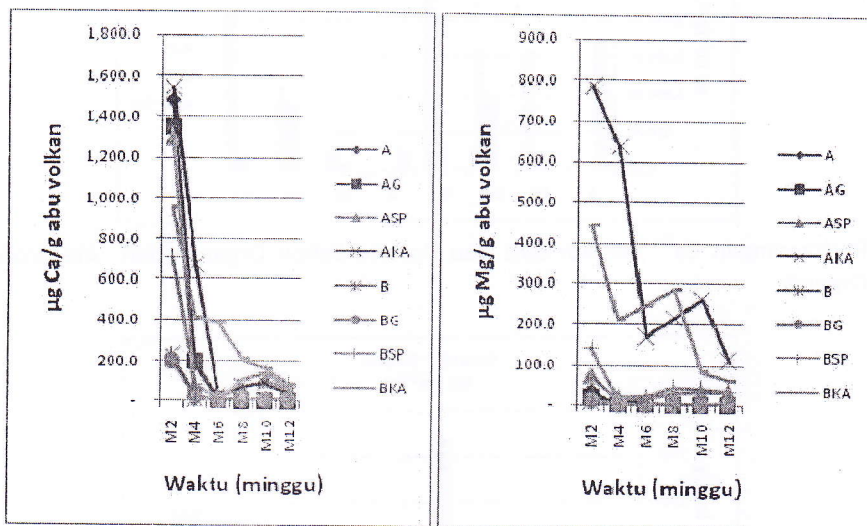
Gambar 2. Pelepasan K<sup>+</sup> dan Na<sup>+</sup> pada Abu Vulkan Gunung Merapi dengan Menggunakan Berbagai Jenis Bahan Organik

## Pelepasan Ca<sup>2+</sup> dan Mg<sup>2+</sup>

Kalsium (Ca<sup>2+</sup>) merupakan unsur terbanyak yang tercuci dari abu vulkan segar Gunung Merapi dari seluruh ukuran butir dibandingkan kation lain (K<sup>+</sup>, Na<sup>+</sup>, dan Mg<sup>2+</sup>). Keadaan ini dapat disebabkan oleh jenis mineral yang terdapat di dalam abu vulkan tersebut lebih banyak mengandung Ca<sup>2+</sup> yaitu augit dan plagioklas. Sama halnya K<sup>+</sup> dan Na<sup>+</sup>, penambahan kompos kotoran ayam terhadap abu vulkan juga terlihat nyata meningkatkan jumlah Ca<sup>2+</sup> yang dapat terukur pada setiap ukuran butir, dibandingkan serasah pinus dan gambut. Banyaknya Ca<sup>2+</sup> yang dapat terukur akibat penambahan kompos kotoran ayam adalah 2.444,9 μg Ca<sup>2+</sup>/g pada abu vulkan ukuran ≤ 100 μm dan 2.206,2 μg Ca<sup>2+</sup>/g pada abu vulkan ukuran > 100 μm. Demikian halnya dengan Mg<sup>2+</sup>, kompos kotoran ayam juga efektif meningkatkan pelepasan Mg<sup>2+</sup> sebesar 2.172,2 μg Mg<sup>2+</sup>/g pada abu vulkan ukuran butir ≤ 100 μm dan 1.320,3 μg Mg<sup>2+</sup>/g pada abu vulkan segar ukuran butir > 100 μm.

Berdasarkan hasil penelitian Dahlgren *et al.* (1999) pada bahan vulkan segar Gunung Helen, baik dalam pelaksanaan di laboratorium maupun di lapang, peningkatan kation (Ca<sup>2+</sup> dan Mg<sup>2+</sup>) dari studi lapang mencerminkan retensi kation oleh tanah. Besarnya jumlah kation dalam kompleks jerapan yang diamati dalam percobaan tersebut pada lapisan permukaan bahan vulkan menjadi habis.

kecepatan pelapukan ini diduga terjadi karena adanya pertukaran kation dengan ion hidrogen di permukaan.



Gambar 3. Pelepasan  $\text{Ca}^{2+}$  dan  $\text{Mg}^{2+}$  pada Abu Vulkan Gunung Merapi dengan Menggunakan Berbagai Jenis Bahan Organik

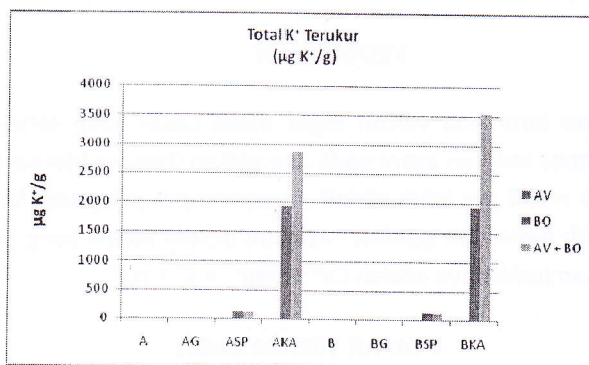
Keterangan :

A : Abu vulkan ukuran butir  $\leq 100 \mu\text{m}$   
 B : Abu vulkan ukuran butir  $> 100 \mu\text{m}$

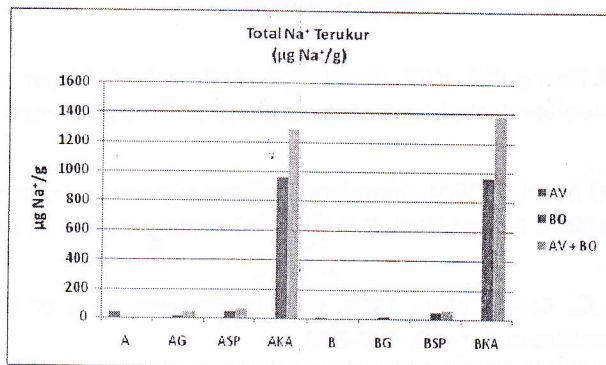
KA : Kompos kotoran ayam  
 SP : Serasah pinus

G : Gambut

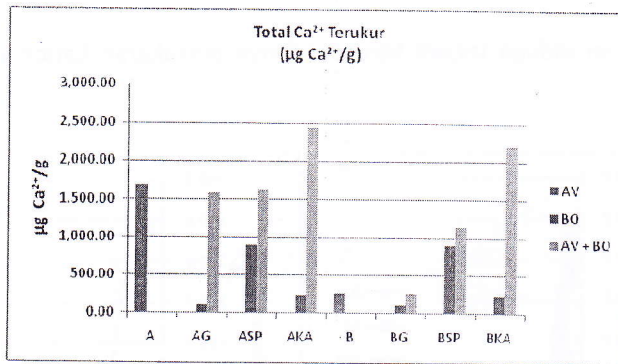
Masing-masing abu vulkan yang ditambah berbagai bahan organik (kompos kotoran ayam, serasah pinus, dan gambut) pada umumnya melepaskan kation ( $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ , dan  $\text{Mg}^{2+}$ ) yang jumlahnya lebih besar dibandingkan dengan jumlah kation yang terukur dari berbagai bahan organik yang dapat diekstrak dengan air. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 5,6,7 dan 8.



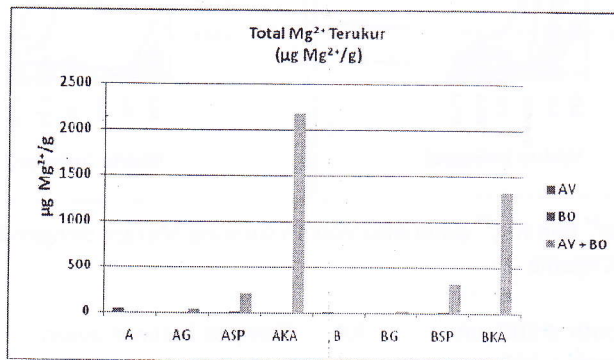
Gambar 5. Perbandingan  $\text{K}^+$  Terukur dari Abu Vulkan, Bahan Organik, dan Abu Vulkan + Bahan Organik



Gambar 6. Perbandingan  $\text{Na}^+$  Terukur dari Abu Vulkan, Bahan Organik, dan Abu Vulkan + Bahan Organik



Gambar 7. Perbandingan Ca<sup>2+</sup> Terukur dari Abu Volkan, Bahan Organik, dan Abu Volkan + Bahan Organik



Gambar 8. Perbandingan Mg<sup>2+</sup> Terukur dari Abu Volkan, Bahan Organik, dan Abu Volkan + Bahan Organik

Keterangan :

- |    |                                    |    |                 |    |                 |
|----|------------------------------------|----|-----------------|----|-----------------|
| A  | : Abu volkan ukuran butir ≤ 100 µm | SP | : Serasah pinus | BO | : Bahan organik |
| B  | : Abu volkan ukuran butir > 100 µm | G  | : Gambut        |    |                 |
| KA | : Kompos kotoran ayam              | AV | : Abu volkan    |    |                 |

### KESIMPULAN

Semakin kecil ukuran butir abu volkan segar maka unsur yang terlepas juga akan semakin banyak. Penambahan kompos kotoran ayam pada abu volkan Gunung Merapi baik ukuran butir ≤ 100 µm maupun ukuran butir > 100 µm lebih efektif mempercepat pelepasan kation (K<sup>+</sup>, Na<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, dan Mg<sup>2+</sup>) dibandingkan serasah pinus dan gambut. Adapun urutan kation yang terlepas dari Abu Volkan Gunung Merapi berdasarkan jumlahnya adalah Ca<sup>2+</sup> > Mg<sup>2+</sup> > K<sup>+</sup> > Na<sup>+</sup>.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kami sampaikan kepada PT. Petrokimia Gresik yang telah memfasilitasi kegiatan penelitian ini.

### DAFTAR PUSTAKA

- Arshad MA, St. Arnaud RJ, Huang PM. 1972. Dissolution of trioctahedral layer silicates by ammonium oxalate, sodium dithionite-citrate-bicarbonate and potassium pyrophosphate. *Can J Soil Sci.* 52: 19–26
- Chen, Y., De Nobili, M., and Aviad, T. 2004. Stimulatory effects of humic substances on plant growth. p : 103 – 124. In : Magdoff, F., and Weil, R.R (Ed). *Soil organic matter in sustainable agriculture*. CRC Press. USA.
- Dahlgren, R.A., Ugolini, F.C., Casey, W.H., 1999. Field weathering rates of Mt. St. Helens tephra. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 63, 587–598.

- Fiantis, D., Malik, N., E. Van Rast, Jusop, S., Nikolla, P.Q. 2009. Chemical weathering of new pyroclastic deposit from Mt. Merapi (Java), Indonesia. *J Mt. Sci* (2009) 6: 240-254.
- , Elisabetta, L., C., Eliana, Nicola, S. 2010. Leaching experiments in recent tephra deposits from Talang volcano (West Sumatera), Indonesia. *J Geoderma* 156 (2010) : 161-172.
- Huang, W.H and Keller W.D. 1970. Dissolution of rock-forming silicate minerals in organic acids: simulated first-stage weathering of fresh mineral surfaces. *The American Mineralogist* 55: 2076 – 2094.
- Huang, P.M. and M. Schnitzer. 1997. Interaksi mineral tanah dengan organik alami dan mikroba (Terjemahan Didiek Hadjar Goenadi). Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Mohr, E.C.J.F.A. Van Baren, and J. Van Schuylenborgh. 1972. Tropical soils, a comprehensive study of their genesis. Mouton-ichtiar Bharu-van Hoeve. Paris-Jakarta.
- Niwas JM, Dissanayake CB, Keerthisinghe G. 1987. Rock as fertilizers: Preliminary studies on potassium availability of some common rocks in Sri Lanka. *App Geochem* 2: 243 – 246.
- Rai, D. And Kittrick, J.A. 1977. Mineral equilibria and the soil system. In Dixon, J.B., and Weed, S.B (eds). *Mineral in soil environment*, SSS Am. USA.
- Schulze, D.G. 1989. An introduction to soil mineralogy. p : 1 – 34. In : Dixon, J.B., and Weed, S.B (Ed). *Minerals in soil environment*. SSS Am. USA
- Tan, K.H. 1993. Principles of soil chemistry. 2nd Ed. Marcel Dekker, Inc. New York.