

PELEPASAN KATION BASA PADA BAHAN PIROKLASTIK GUNUNG MERAPI

Novalia Kusumarini*, Sri Rahayu Utami, Zaenal Kusuma

Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya

*penulis korespondensi: novakusuma8@gmail.com

Abstract

Mount Merapi is most active volcano and periodically erupted. The erupted materials are soil parent materials which rich of base cations that useful for plant growth. Leaching process was used as alternative approach to study base cations released. Leaching experiment used artificial rain water. The effort to reduce base cations leached and also increase base cations released was using chicken manure, leucana litters, and *Arachis pintoii* that used as cover crop as the treatment of experiment. The leaching experiment simulated 4 years rainfall intensity. After incubation for 96 days (4 years rainfall simulation), addition of chicken manure and leucana litters decreased base cations leached in Mount Merapi pyroclastic materials, except for K⁺ by 16%. Planting *Arachis pintoii* decrease base cations leached in Mount Merapi pyroclastic materials by 13% but did not increase base cations released.

Key words: pyroclastic, leaching, base cations

Pendahuluan

Gunung Merapi merupakan gunung yang teraktif di Indonesia. Berdasarkan penelitian Suriadikarta *et al.* (2011), abu vulkan Merapi pada letusan tahun 2010 memiliki kandungan P₂O₅ rendah sampai tinggi, KTK dan MgO rendah, CaO tinggi, SO₃ bervariasi mulai 2 hingga 160 ppm, serta kandungan logam berat cukup rendah. Pelapukan material piroklastik merupakan proses geokimia yang penting untuk menyediakan unsur hara bagi pertumbuhan tanaman.

Proses pelapukan dipengaruhi keadaan iklim, yaitu suhu, tekanan, dan kelembaban, serta komposisi mineral. Proses pelapukan dapat dipercepat dengan menambahkan bahan organik dan akar tanaman. Namun, kajian tentang pelapukan hasil letusan Gunung Merapi. Oleh sebab itu dilakukan penelitian yang bertujuan untuk mengetahui laju pelepasan dan upaya untuk mempercepat pelepasan kation basa dengan pendekatan pencucian menggunakan air hujan buatan.

Tujuan penelitian ini adalah untuk (1) mempelajari laju pelepasan kation basa, dan (2)

mempelajari pengaruh bahan organik pengaruh tanaman penutup tanah terhadap laju pelepasan kation basa.

Metode Penelitian

Material piroklastik Gunung Merapi diambil di wilayah selatan kaki gunung Merapi. Material piroklastik kemudian diayak dengan ayakan 2 mm untuk mendapatkan ukuran partikel yang seragam. Kotoran ayam dikering-udarkan kemudian diayak dengan ayakan 2 mm. Seresah daun lamtoro juga dikering-udarkan kemudian dihancurkan dengan mesin *grinding* untuk mendapatkan ukuran yang lebih halus. Kandungan kation basa total pada bahan organik disajikan dalam Tabel 1. Air hujan buatan dibuat dengan mencampurkan aquades dengan unsur yang terkandung di dalam air hujan yang dikumpulkan di desa Sumbersari, Ketawanggede, Malang (Tabel 2). Material piroklastik dan bahan organik dicampur sesuai dengan perlakuan dan kemudian dimasukkan ke dalam pot plastik. Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan 6 perlakuan, yaitu kontrol, material

piroklastik dicampur kotoran ayam, material piroklastik dicampur seresah lamtoro, material piroklastik ditanami *Arachis pintoii*, material piroklastik dicampur kotoran ayam dan ditanami *Arachis pintoii*, material piroklastik dicampur seresah lamtoroditanami *Arachis pintoii*.

Tabel 1. Kandungan kation basa total bahan organik

Bahan organik	Kandungan kation basa (%)			
	Ca	Mg	K	Na
Kotoran ayam	1,71	0,66	1,44	0,86
Seresah lamtoro	2,12	0,88	1,92	1,36

Intensitas curah hujan yang digunakan adalah 2440 ml/ th untuk material piroklastik Gunung Merapi.. Bahan organik, baik kotoran ayam, dan seresah lamtoro yang diberikan dengan dosis 20 t ha⁻¹. Dalam penelitian ini mensimulasikan 4 tahun keadaan curah hujan di lapang. Pemberian air hujan buatan dilakukan sebanyak 12 kali

untuk setiap satu tahun simulasi dengan interval penyiraman setiap 2 hari. Hasil pencucian setiap 1 tahun simulasi dikumpulkan dan dianalisis kandungan basa dapat ditukar dengan metode NH₄OAc pH 7.

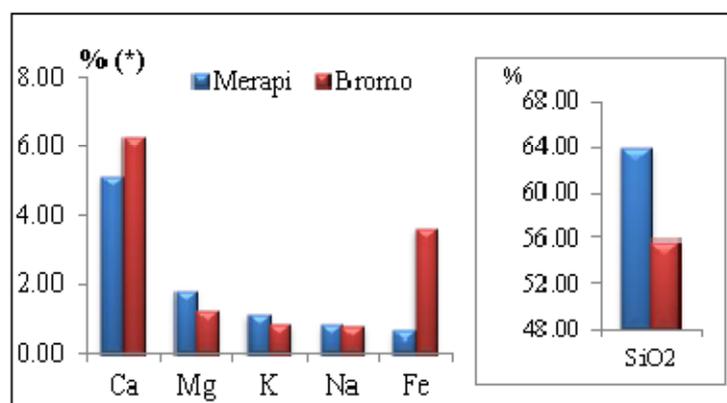
Hasil dan Pembahasan

Potensi kation basa material piroklastik

Kandungan silika material piroklastik Merapi pada letusan periode tahun 2010-2011 adalah 63,90% (Lasino *et al.*, 2011). Dengan demikian, material piroklastik tersebut memiliki sifat kemasaman intermedier. Selain ditentukan kadar silika, sifat kemasaman batuan juga ditentukan oleh mineral kalam (mineral kaya akan Fe dan Mg). Semakin sedikit mineral kalam, maka sifat batuan semakin masam (Hardjowigeno, 1993). Kandungan Fe dan Mg material piroklastik Merapi adalah 0,61% dan 1,78% (Lasino *et al.*, 2011). Berdasarkan kandungan kation basa total, dapat disimpulkan bahwa potensi kation basa pada material piroklastik Gunung Merapi relatif tinggi. Gambar 1 menyajikan data kandungan kation basa total pada material piroklastik.

Tabel 2. Beberapa kandungan kimia air hujan

Unsur	Satuan	Kandungan
NH ₄	ppm	0
NO ₃	ppm	0,242
NO ₂	ppm	< 0,001
Cl ⁻	ppm	2,0
K ⁺	ppm	0
Na ⁺	ppm	2,96
Ca ²⁺	ppm	1,92
Mg ²⁺	ppm	0,14
SO ₄	ppm	0
PO ₄	ppm	0
pH	ppm	7,62



Gambar 1. Kandungan kation basa, Fe₂O₃ dan SiO₂ material piroklastik Gunung Merapi

Pencucian kation basa

Kation basa tercuci ditunjukkan oleh kandungan kation basa yang terkandung di dalam *leachate*. Pencucian kation basa terjadi karena air gravitasi membawa kation basa tersedia dalam material piroklastik. Pencucian kation basa pada berbagai perlakuan menunjukkan perbedaan sangat nyata selama empat tahun simulasi, kecuali pada unsur Na⁺. Kandungan kalium pada air tercuci paling rendah diantara kation basa yang lain. Rendahnya kandungan dari K⁺ ini sesuai dengan sifat K⁺ yang memang kurang reaktif dengan valensi satu bila dibandingkan dengan unsur dari kelompok alkali tanah yang mempunyai muatan dua (valensi dua). Pola pencucian selama 4 tahun simulasi dengan air hujan disajikan dalam Gambar 2. Setelah 4 tahun simulasi, Kalsium tercuci tertinggi terdapat pada perlakuan kontrol (K), yaitu 332,13 mg, sedangkan terendah terdapat pada perlakuan penambahan seresah lamtoro dan ditanam *Arachis pinto* (M5), yaitu 148,53 mg. Magnesium tercuci tertinggi juga terdapat pada perlakuan kontrol, yaitu 166,76 mg dan terendah juga terdapat pada perlakuan M5, yaitu 91,91 mg. Secara umum, perlakuan kontrol mencuci Ca²⁺ dan Mg²⁺ lebih tinggi dibandingkan perlakuan penambahan bahan organik. Penanaman *Arachis pinto* pada material piroklastik tanpa bahan organik mengurangi pencucian Ca²⁺ dan Mg²⁺ Mg²⁺ tertinggi hingga 40,5% dan 44,88%. Berbeda dengan Ca²⁺ dan Mg²⁺, kandungan K⁺ tercuci tertinggi justru terdapat pada

perlakuan bahan organik. Kandungan K⁺ tercuci pada kontrol lebih rendah dibandingkan perlakuan bahan organik. Namun, pada perlakuan penanaman *Arachis pinto*, perlakuan kontrol mencuci Na⁺ lebih tinggi dibandingkan bahan organik.

Pelapukan material piroklastik

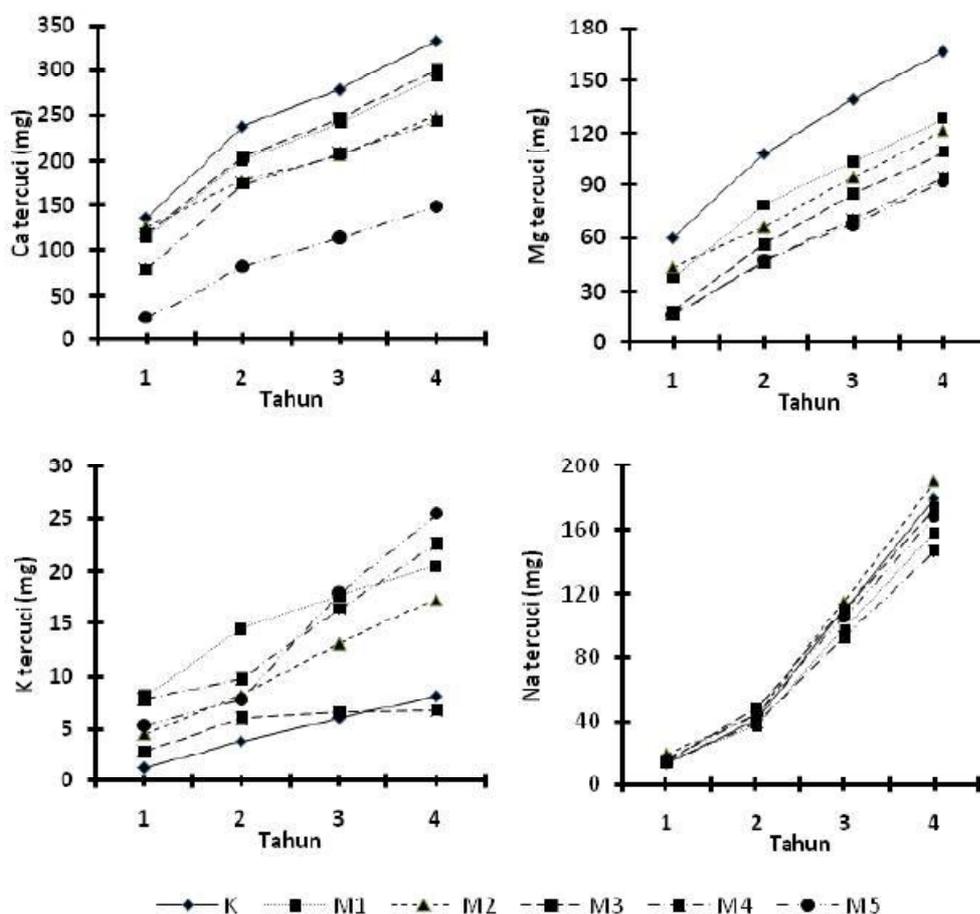
Menduga pelapukan yang terjadi pada material piroklastik dilakukan dengan menghitung kation basa yang terlepas dari material piroklastik. Kation basa terlepas diestimasi berdasarkan jumlah kation basa tercuci dan kation basa yang tertinggal setelah percobaan pencucian. Apabila jumlah kation basa yang terlepas lebih rendah dibandingkan kation basa dapat ditukar yang diukur sebelum masa inkubasi berarti belum terjadi pelapukan lebih lanjut dari material piroklastik.

Estimasi kation basa terlepas pada material piroklastik

Tabel 3 menyajikan data tentang estimasi kation basa terlepas pada material piroklastik Merapi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kandungan Ca dan Mg terlepas pada perlakuan kontrol justru lebih tinggi dibandingkan perlakuan bahan organik. Hal ini tidak sesuai dengan penjelasan oleh Hardjowigeno (1993) yang menyatakan bahwa bahan organik dapat mempercepat pelapukan. Perlakuan penanaman tanaman penutup tanah justru memiliki total Ca dan Mg terlepas lebih rendah dibandingkan tanpa penutup tanah. Hal tersebut tidak sesuai dengan teori yang dikemukakan oleh Berner *et al.* (2005). Menurut

Berner *et al.* (2005) akar tanaman dapat meningkatkan pelapukan mineral. Pada percobaan ini tidak diukur serapan kation basa oleh tanaman sehingga dimungkinkan bahwa Ca^{2+} banyak yang terserap oleh tanaman sehingga ketersediaannya dalam tanah menjadi lebih rendah. Jumlah Mg^{2+} terlepas lebih rendah daripada Ca^{2+} terlepas dengan rasio rata-rata mencapai 2,20. Hal ini menunjukkan bahwa tanah yang terbentuk dari material piroklastik masih dapat terus berkembang karena umurnya juga masih sangat muda. Rerata K^+ terlepas pada perlakuan penambahan bahan organik lebih tinggi daripada kontrol. Rerata peningkatan pelepasan K^+ karena penambahan kotoran ayam dan seresah lamtoro berturut-turut adalah 59,7% dan 48,9%. Hal ini membuktikan bahwa menambahkan bahan organik dapat mempercepat pelapukan mineral. Pada

perlakuan penanaman tanaman penutup tanah, penambahan bahan organik menghasilkan pelepasan K^+ lebih tinggi dibandingkan tanpa bahan organik. Pelepasan K^+ dengan tanaman penutup tanah lebih rendah dibandingkan tanpa tanaman penutup tanah, kecuali pada perlakuan penambahan seresah lamtoro. Hal ini membuktikan bahwa akar tanaman dapat mempercepat pelapukan kation. Sifat pelarutan Na^+ sama dengan kation basa yang lain. Rerata konsentrasi Na^+ terlepas tertinggi terdapat pada perlakuan penambahan seresah lamtoro, yaitu sebesar 3,1% dibandingkan kontrol. Pelepasan Na^+ pada perlakuan dengan tanaman penutup tanah lebih rendah dibandingkan tanpa tanaman penutup tanah meskipun jumlahnya tidak signifikan. Hal ini diduga disebabkan karena tanaman menyerap Na^+ untuk metabolisme tubuhnya meskipun dalam jumlah kecil.



Gambar 2. Pola pencucian kation basa pada bahan piroklastik dari Gn. Merapi.

Tabel 3. Estimasi kation basa terlepas pada material piroklastik Gunung Merapi

Perlakuan	Kation Basa Terlepas (mg)				Terlepas dari Kristal (mg)			
	Ca	Mg	K	Na	Ca	Mg	K	Na
K	344,4	173	10,9	222,6	37,3	0	0	114,72
M1	306,1	135	27	196,2	0	0	0	88,40
M2	270,5	125,1	21,3	229,8	0	0	0	121,95
M3	313,3	116,7	10	221,8	6,28	0	0	113,98
M4	261,9	102,4	25,2	186,9	0	0	0	79,09
M5	169,3	97,87	28,3	213,6	0	0	0,11	105,79

Estimasi jangka waktu pelepasan kation basa total

Estimasi waktu yang dibutuhkan untuk melepaskan kation basa total diperoleh dari perbandingan antara kation basa total dan estimasi kation basa terlepas dari kristal selama masa percobaan. Tabel 4 menunjukkan estimasi total waktu yang dibutuhkan untuk melepaskan seluruh kandungan kation basa total. Rerata waktu terlama untuk melapuk sempurna dibutuhkan oleh Ca^{2+} , yaitu 3.725.966 tahun. Hal ini dipengaruhi oleh potensi Ca total yang tinggi. Namun, beberapa kandungan Ca^{2+} telah terlepas dari kristal, sedangkan K belum ada yang terlepas dari kristal. Hal ini menandakan bahwa laju pelepasan Ca lebih tinggi

dibandingkan K. Unsur yang membutuhkan rerata waktu tercepat untuk melapuk seluruhnya adalah Na^+ , yaitu 347 tahun. Meskipun Na juga memiliki valensi satu namun kereaktifan Na lebih tinggi dibandingkan Mg dan K. Para ahli telah menjelaskan bahwa bahan organik dan akar tanaman dapat mempercepat pelapukan. Namun, secara umum hal tersebut belum terbukti pada penelitian ini karena selama empat tahun simulasi hujan belum dapat melapukkan unsur hara sehingga waktu pelepasan diestimasi dengan membagi kandungan kation basa total dengan nilai tertinggi yang tidak masuk dalam nilai terendah terukur, yaitu 0,04.

Tabel 4. Estimasi jangka waktu pelepasan kation basa pada material piroklastik Gunung Merapi

Perlakuan	Jangka waktu pelepasan			
	Ca	Mg	K	Na
K	5.975	1.953.600	1.213.979	307
M1	5.578.571	1.953.600	1.213.979	398
M2	5.578.571	1.953.600	1.213.979	289
M3	35.532	1.953.600	1.213.979	309
M4	5.578.571	1.953.600	1.213.979	445
M5	5.578.571	1.953.600	441.447	333

Kesimpulan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa Ca paling cepat tercuci. Namun karena kandungan Ca di dalam piroklastik mineral relatif lebih tinggi, maka membutuhkan waktu

sangat lama untuk melepaskan seluruh Ca yang terkandung dalam material. Sebaliknya unsur K paling rendah kandungannya di dalam leachate, artinya lebih sulit tercuci dibandingkan kation lainnya. Penambahan bahan organik, baik kotoran ayam maupun

seresah lamtoro menurunkan pencucian kation basa sampai 16%, namun tidak meningkatkan pelepasan kation basa dari bahan piroklastik secara signifikan selama empat tahun simulasi hujan. Penanaman tanaman penutup tanah (*Arachis pinto*) menurunkan pencucian kation \pm 13%, namun tidak meningkatkan pelepasan kation basa dari bahan piroklastik.

Ucapan Terima Kasih

Data yang digunakan dalam publikasi ini merupakan bagian dari penelitian Studi Pelapukan Bahan Letusan Gunung Merapi dan Bromo sebagai Dasar Rekomendasi Reklamasi Lahan oleh S.R. Utami, dkk.

Daftar Pustaka

- Berner, E.K. dan R.A. Berner. 2005. *Plants and Minerals Weathering: Present and Past*. Elsevier. Vol. 5, No. 6, hal. 169 – 189
- Hardjowigeno, S. 1993. *Klasifikasi Tanah dan Pedogenesis*. Edisi Pertama. Akademika Pressindo. Jakarta
- Lasino, B.S. dan D. Cahyadi. 2011. *Pemanfaatan Pasir dan Debu Merapi Sebagai Bahan Konstruksi dalam Mendukung Pembangunan Infrastruktur dan Meningkatkan Nilai Guna Lahan Vulkanik*. Dalam Prosiding PPI Standarisasi Tahun 2011. Yogyakarta.
- Suriadikarta, D.A., A. Abbas (id.), Sutono, D. Erfandi, E. Santoso, dan A. Kasno. 2011. *Identifikasi Sifat Kimia Abu Vulkan, Tanah dan Air di Lokasi Dampak Letusan Gunung Merapi*. Balai Penelitian Tanah. Bogor.