

# Mineral Mudah Lapuk Material Piroklastik Merapi dan Potensi Keharaannya Bagi Tanaman

DOI 10.18196/pt.2016.060.84-94

Lis Noer Aini<sup>1\*</sup>, Mulyono<sup>1</sup>, Eko Hanudin<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Jl. Lingkar Selatan, Kasihan, Bantul, Yogyakarta 55183, Indonesia Telp. 0274 387656, <sup>2</sup>Jurusan Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Gadjah Mada, Jl. Flora, Bulaksumur, Depok, Sleman, Yogyakarta 55281, Indonesia, Telp./fax.: (0274) 563062, e-mail: nenny@umy.ac.id

## ABSTRAK

Erupsi Gunung Merapi memberikan dampak negatif bagi masyarakat, namun di sisi lain terdapat manfaat besar didalamnya yaitu melakukan penyuburan kembali terhadap tanah yang ada. Proses pemudaan kembali tanah dengan material yang kaya akan unsur hara sering dikenal dengan istilah rejuvinalisasi (pemudaan kembali). Secara umum, batuan mengandung mineral tertentu maupun kumpulan mineral, yang mempunyai potensi keharayaan cukup besar yang dapat dimanfaatkan oleh tanaman dalam bentuk mineral mudah lapuk (*weatherable mineral*). Oleh karena itu, informasi mengenai kandungan mineral primer material vulkanik Gunung Merapi yang memiliki potensi keharayaan bagi tanaman perlu diketahui. Hasil identifikasi menunjukkan bahwa material piroklastik Merapi berasal dari magma andesit basaltik dengan kandungan mineral primer mudah lapuk dominan berupa plagioklas. Pemanfaatan material vulkanik sebagai agromineral dapat dilakukan, karena kandungan hara potensial yang ada dalam mineralnya, dan termasuk ke dalam golongan mineral yang mudah lapuk. Kata Kunci: Material Vulkanik Merapi, *Weatherable Mineral*, Potensi Keharayaan

## ABSTRACT

The eruption of Mount Merapi had been giving adverse effect for the community, but on the other hand, there are great benefits in it such as the enrichment back to the land. Enrichment process in land with materials that are rich in nutrients is often known as rejuvenation. In general, the rocks containing certain minerals or mineral assemblages, which has large amount of the potential nutrient that can be used by plants in the form of weathered minerals. Therefore, it is a big question about the relationship between primer mineral deposits on Mount Merapi volcanic material with the potential nutrient for crop. The results showed that the identification of Merapi pyroclastic material derived from basaltic andesite magma with primary mineral content easily weathered the dominant form of plagioclase. Utilization of volcanic material as macromineral is easy to use, because the nutrient content of the existing potential in minerals included in the group of minerals that easily weathered. Keywords: Merapi volcano Material; *Weatherable Mineral*; Potential Nutrient

## PENDAHULUAN

Indonesia terletak di dalam lingkaran cincin api (*Ring of Fire*) Pasifik, dimana zona ini merupakan pusat sumber gempa dan tempat tumbuhnya sebagian besar gunung api di dunia. Merapi merupakan salah satu dari 129 gunung api aktif yang ada di Indonesia, dan termasuk gunung yang paling aktif dan paling muda dari deretan gunung api di Jawa dengan ancaman bahaya utama adalah aliran awan panas (*pyroclastic flow*). Gunung api yang secara administrasi terletak di Provinsi Jawa Tengah dan Daerah Istimewa Yogyakarta ini mempunyai tipe *strato volcano* dengan kandungan magma yang bersifat andesit-basaltik. Gunung ini mempunyai ketinggian

2978 m, diameter 28 km, luas 300-400 km<sup>2</sup> dan volume 150 km<sup>3</sup>. Erupsi Merapi sering terjadi dengan siklus rata-rata berkisar antara 2-5 tahun (PVMBG, 2006).

Erupsi adalah peristiwa keluarnya magma di permukaan bumi. Proses keluarnya magma ini berbeda-beda untuk setiap gunung api. Secara umum, proses erupsi dapat dibedakan menjadi 2, yaitu eksplosif dan efusif. Erupsi eksplosif yaitu proses keluarnya magma dalam bentuk ledakan, biasanya akan terbentuk endapan piroklastik. Sementara erupsi efusif, yaitu proses keluarnya magma terjadi dalam bentuk aliran lava. Berdasarkan sejarah erupsi yang terjadi,

Merapi mempunyai dua pola erupsi, yaitu: 1) efusif, yang diikuti dengan pertumbuhan kubah lava, yang selalu berulang setiap 4-6 tahun dan menghasilkan aliran piroklastik yang dikenal dengan *Merapi-type nuées ardentes*, 2) erupsi eksplosif dengan runtuh dan aliran piroklastik mencapai 10-15 km dari puncak dalam (Badan Geologi Kementerian Energi dan Sumberdaya Mineral, 2014; Budi-Santoso, *et al.*, 2013; Fiantis, *et al.*, 2009).

Erupsi Gunung Merapi yang terjadi memberikan dampak negatif bagi masyarakat, namun pada sisi lain ada manfaat besar didalamnya yaitu melakukan penyuburan kembali terhadap tanah yang ada. Proses pemudaan kembali tanah dengan material yang kaya akan unsur hara sering dikenal dengan istilah rejuvinalisasi (pemudaan kembali). Sesaat setelah terjadinya aliran piroklastik, proses pembentukan tanah sudah dimulai melalui proses pelapukan elemen dan mineral yang terkandung di dalamnya. Di bidang pertanian, selain selalu memberikan bahan baru dalam proses pembentukan tanah, material piroklastik juga memberikan tempat tumbuh yang layak bagi tanaman dengan menyediakan nutrisi tanaman di dalam mineral yang dikandungnya (Fiantis, *et al.*, 2009). Secara umum, tanaman dalam hidupnya membutuhkan paling tidak 17 macam unsur hara. Sembilan unsur hara makro ada dalam jaringan tanaman dengan kadar lebih dari 0,1 % berat kering (C, H, O, N, K, Ca, Mg, P, S) dan delapan unsur hara mikro dengan kadar kurang dari 100 ug/g berat kering (B, Cl, Cu, Fe, Mn, Mo, Ni, Zn) (Welch, 1995). Di samping hara makro dan mikro juga ada hara yang dikategorikan ke dalam hara bermanfaat (*beneficial nutrients*) seperti: Co, Na, dan Si. Hara esensial C, H, O masing-masing diperoleh dari CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, O<sub>2</sub> dan bahan organik. Sementara hara esensial yang lain ditemukan dalam mineral aluminosi-

likat, ferromagnesian silikat dan mineral-mineral tambahan lain dalam batuan (Harley dan Gilkes, 2000). Di antara hara makro, K merupakan yang paling banyak menggunakan mineral batuan sebagai sumber pasokannya, seperti feldspar (Sanz Scovino and Rowell, 1988), lava (von Fragstein *et al.*, 1988), granit, diorit, diabase, basalt dan abu vulkanik (Blum *et al.*, 1989a, Coroneos *et al.*, 1996; Hinsinger *et al.*, 1996), gneiss, syenit dan amfibol (Baerug, 1991a), granit, karnokit, dolerit dan mika pegmatitik (Niwas *et al.*, 1987; Weerasuryia *et al.*, 1993). Disamping itu von Fragstein *et al.* (1988) juga menggunakan mineral basalt, diabase, fonolit dan lava sebagai sumber Ca, Mg dan Fe. Blum *et al.* (1989a) menggunakan granit, diabase, basalt dan abu vulkanik sebagai sumber Ca, Mg dan P. Baerug (1991b) juga mencoba menggunakan gneiss, syenit dan amfibol sebagai sumber hara Mg. Lebih lanjut von Fragstein *et al.* (1988) dan Blum *et al.* (1989a) mengembangkan mineral batuan tersebut sebagai sumber hara mikro bagi tanaman.

Material vulkanik yang dikeluarkan oleh gunung berapi biasanya banyak mengandung mineral primer yang berpotensi sebagai sumber hara bagi tanaman. Kecepatan mineral primer ini untuk melapuk sehingga memiliki nilai keharaan bagi tanaman sangat dipengaruhi oleh komposisi kation-anion penyusunnya. Kelompok mineral mudah lapuk (*weatherable primary mineral*) biasanya ditandai oleh banyaknya kandungan logam alkali dan alkali tanah seperti Na, K, Ca dan Mg. Oleh karena itu perlu diketahui kandungan mineral primer Gunung Merapi setelah terjadinya erupsi tahun 2010 untuk melihat potensi keharaan yang tersedia bagi tanaman.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di lereng selatan Gunung Merapi yang merupakan daerah terdampak

erupsi Merapi tahun 2010, pada ketinggian antara 1000 – 1200 m.dpl., pada bulan Maret-Agustus 2015. Penelitian diawali dengan pengambilan sampel pada 3 (tiga) titik yang mewakili kawasan yang terdampak erupsi Merapi, yaitu sisi sebelah timur, tengah, dan barat. Pengambilan sampel dilakukan dengan membuat mini profil (mini-pit) dengan kedalaman 50 – 100 cm pada ketiga titik sampel, kemudian diambil sampel tanah per lapisan yang terbentuk. Dari ketiga titik sampel tersebut, diperoleh 19 sampel tanah per lapisan.

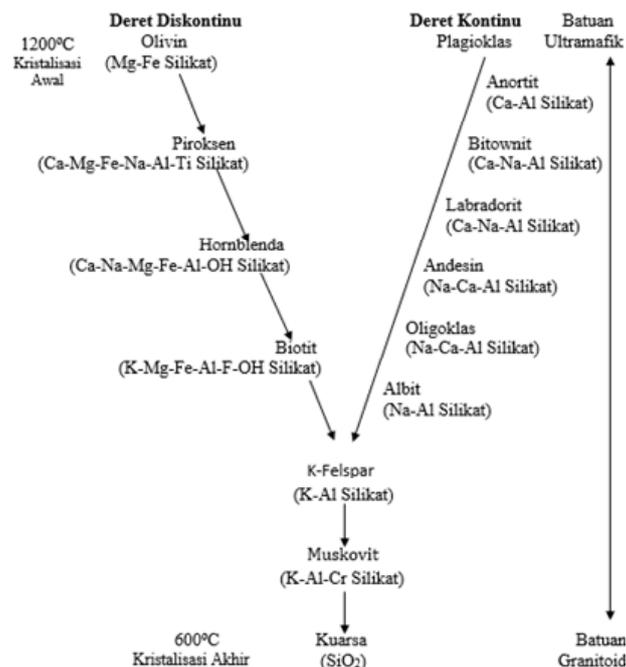
Analisis mineral dilakukan menggunakan *X-Ray Diffraction* untuk mendapatkan kandungan mineral primer mudah lapuk yang ada pada sampel tanah. Hasil analisis mineral dianalisis secara deskriptif berdasarkan grafik yang menunjukkan kandungan mineral.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Mineral Mudah Lapuk (*Weatherable Mineral*)

Mineral adalah bahan atau elemen yang terjadi secara alamiah yang mempunyai kompo-

sisi kimia tertentu kombinasi dari senyawa an organik dan struktur kristal yang khas (Jessey & Tarman, 2014; Mitchel & Soga, 2005). Secara umum, batuan mengandung mineral tertentu maupun kumpulan mineral. Mineral mempunyai komposisi kimia tertentu dan menjadi penyusun komponen (pola kristal). Namun beberapa mineral tidak mempunyai struktur kristal (*amorf*). Hirarki atau tingkat kemudahan mineral untuk melapuk disajikan dalam Gambar 1 yang dikenal dengan Reaksi Bowen. Pada umumnya mineral yang mengkristal lebih cepat pada suhu yang sangat tinggi akan lebih mudah terlapukkan daripada yang mengkristalnya lebih akhir pada suhu yang lebih rendah (Goldschmidt, 1958). Komposisi kimia dari masing-masing mineral tersebut tersaji pada Tabel 1. Reaksi Bowen tersebut juga sangat berhubungan dengan stabilitas pelapukan (Tabel 2) yang menunjukkan kemampuan mineral dalam melepaskan unsur kimia dalam hal ini unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman (Mitchell & Saga, 2005).



**Gambar 1.** Reaksi Bowen  
(Goldschmidt, 1958; Mason, B. & Carleton B.M., 1982)

**Tabel 1. Kandungan Unsur Kimia dalam Mineral**

Nama Mineral	Rumus Kimia
Quartz	$\text{SiO}_2$
Feldspar	$(\text{Na,K})\text{AlO}_2[\text{SiO}_2]_2$ ; $\text{CaAl}_2\text{O}_4[\text{SiO}_2]_2$
Mica	$\text{K}_2\text{Al}_2\text{O}_3[\text{Si}_2\text{O}_5]_2\text{Al}(\text{OH})_2$ ; $\text{K}_2\text{Al}_2\text{O}_3[\text{Si}_2\text{O}_5]_2(\text{Mg,Fe})(\text{OH})_4$
Amphibole	$(\text{Ca,Na,K})_2(\text{Mg,Fe,Al})_2(\text{OH})_2[\text{Si}_4\text{Al}_2\text{O}_{11}]_2$
Pyroxene	$(\text{Ca,Mg,Fe,Ti,Al})(\text{Si,Al})\text{O}_3$
Olivine	$(\text{Mg,Fe})_2\text{SiO}_4$
Epidote	$\text{Ca}_2(\text{Al,Fe})_3(\text{OH})\text{Si}_3\text{O}_{12}$
Tourmaline	$\text{NaMg}_2\text{Al}_6\text{B}_3\text{Si}_6\text{O}_{27}(\text{OH,F})_4$
Zircon	$\text{ZrSiO}_4$
Rutile	$\text{TiO}_2$
Kaolinite	$\text{Si}_4\text{Al}_2\text{O}_{10}(\text{OH})_2$
Smectite, vermiculite, chlorite	$\text{M}_x(\text{Si,Al})_y(\text{Al,Fe,Mg})_z\text{O}_{20}(\text{OH})_4$ ; where M = interlayer cation
Allophane	$\text{Si}_4\text{Al}_2\text{O}_{12} \cdot n\text{H}_2\text{O}$
Imogolite	$\text{Si}_2\text{Al}_2\text{O}_7 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$
Gibbsite	$\text{Al}(\text{OH})_3$
Goethite	$\text{FeO}(\text{OH})$
Hematite	$\text{Fe}_2\text{O}_3$
Ferrihydrate	$\text{Fe}_{10}\text{O}_{15} \cdot 9\text{H}_2\text{O}$
Birnessite	$(\text{Na,Ca})\text{Mn}_2\text{O}_7 \cdot 2.8\text{H}_2\text{O}$
Calcite	$\text{CaCO}_3$
Gypsum	$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

Sumber: Sposito (1989) cit. Mitchell & Soga (2005)

**Tabel 2. Representatif Mineral pada Tingkat Pelapukan**

Tingkat Pelapukan	Representatif Mineral
Early Weathering Stage	Gypsum (also halite, sodium nitrat)
	Calcite (also dolomite apatite)
	Olivine-hornblende (also pyroxenes)
	Biotite (also glauconite, nontronite)
	Albite (also anorthite, microcline, orthoclase)
Intermediate Weathering Stage	Quartz
	Muscovite (also illite)
	2:1 layer silicate (including vermiculite, expanded hydrous mica)
Montmorillonite	
Advanced Weathering Stage	Kaolinite
	Gibbsite
	Hematite (also goethite, limonite)
	Anatase (also rutile, zircon)

Sumber: Jackson & Sherman (1953) cit. Mitchell & Soga (2005)

Tabel 2 menunjukkan kecepatan mineral dapat melapuk. Proses pelapukan yang terjadi dalam mineral, sangat terkait dengan stabilitas dan unsur penyusun mineral. Reaksi Bowen menggambarkan bahwa semakin rendah temperatur pembentukan mineral, maka proses kristalisasi mineral akan semakin stabil. Pada mineral dengan kristal yang semakin stabil, maka proses pelapukan yang terjadi juga akan semakin sulit.

Pada tanah-tanah yang banyak mengandung mineral yang sangat mudah lapuk (*early weathering stages*) menunjukkan bahwa tanah tersebut masih muda atau belum mengalami pelapukan lanjut. Semakin lanjut proses pelapukan yang terjadi, maka tanah yang ada juga akan semakin tidak subur yang ditandai dengan adanya mineral sulit terlapukkan (*advanced weathering mineral*).

#### Kandungan Mineral Pada Material Vulkanik Gunung Merapi

Kandungan mineral dalam bumi sebagian akan keluar pada saat terjadi proses erupsi gunung api. Kandungan bahan kimia pada material sangat tergantung dari sumber magma. Pada batuan vulkanik, terdapat 4 tipe batuan yang didasarkan pada kandungan silika ( $\text{SiO}_2$ ), yaitu: Basalt (48-52%), Andesit (52-63%), Dacite (63-68%) dan Rhyolite (>68%). Kandungan yang lain adalah titanium ( $\text{TiO}_2$ ), aluminum ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), besi ( $\text{FeO}$  atau  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), Mangan ( $\text{MnO}$ ), Calcium ( $\text{CaO}$ ), Sodium ( $\text{Na}_2\text{O}$ ), Kalium ( $\text{K}_2\text{O}$ ) dan Fosfat ( $\text{P}_2\text{O}_5$ ). Dari tipe batuan dan bahan kimia yang terkandung di dalamnya, sangat menentukan komposisi kimia dari material vulkanik yang dihasilkan pada suatu erupsi (USGS, 2014, Ivanov *et al.*, 2014).

Material piroklastik Merapi pada berbagai periode erupsi mempunyai kandungan senyawa kimia yang sedikit berbeda. Analisis menggunakan X-Ray Fluorescence (XRF), pada periode erupsi tahun 1992-1993 dan 1994-1995, komposisi material kubah lava adalah 52%  $\text{SiO}_2$ , 16%  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , 4%  $\text{MgO}$ , 8%  $\text{CaO}$ , 0,3%  $\text{MnO}$ , 7%  $\text{FeO}$ , 4%  $\text{NaO}$  dan 2,4%  $\text{K}_2\text{O}$  (Hammer, *et al.*, 2000 cit. Fiantis, *et al.*, 2009). Sementara hasil penelitian Fiantis *et al.* (2009) terhadap material piroklastik Merapi tahun 2006, kandungan senyawa yang diperoleh adalah  $\text{SiO}_2$  61,55%,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  15,85%,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  4,90%,  $\text{CaO}$  5,89%,  $\text{MgO}$

1,43%, Na<sub>2</sub>O 4,22%, K<sub>2</sub>O 2,82%, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 0,28%, MnO 0,14%, TiO<sub>2</sub> 0,85%, H<sub>2</sub>O 0,38% dan H<sub>2</sub>O<sup>+</sup> 1,83%. Pada material piroklastik sebelum erupsi tahun 2010 menunjukkan bahwa komposisinya adalah andesit-basaltik dengan kandungan mineral dominan adalah Ca-plagioklas dimana kandungan silika lebih dari 61%.

Perbedaan kandungan material piroklastik Merapi juga ditunjukkan dari komposisi mineral primer yang teridentifikasi. Komposisi material piroklastik erupsi tahun 2006 tersaji pada Tabel 3 (Fiantis *et al.*, 2009). Sementara hasil sayatan tipis batuan dengan metode pengamatan secara petrografi material piroklastik hasil erupsi tahun 2010 tersaji pada Tabel 4.

**Tabel 3.** Komposisi Mineral Primer Material Piroklastik Erupsi Tahun 2006

Tipe Mineral	Kandungan (%)
Opak	1
Hornblende	Trace
Hypersthene	3
Augite	2
Apatite	Trace
Volcanic glass	60
Labradorite	34
Andesine	4
Bytownite	Trace
Zeolite	Trace
Lithic Fragments	8

Sumber: Fiantis *et al.*, 2009

**Tabel 4.** Komposisi Mineral Primer Material Piroklastik Erupsi Tahun 2010

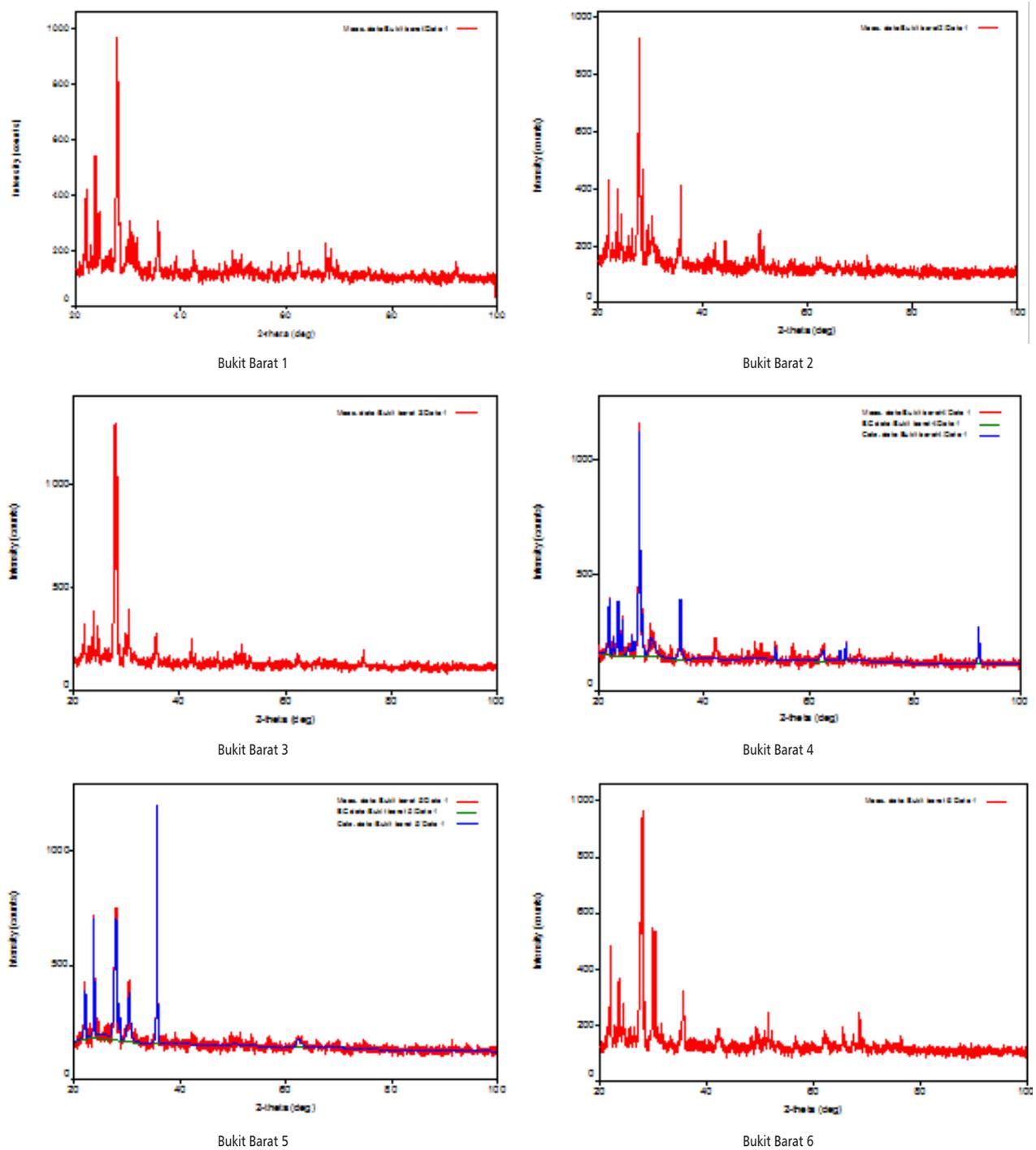
Tipe Mineral	Kandungan (%)
Plagioklas	57
Piroksen	37
Opak	6

Sumber: Hasil analisis material vulkanik Merapi menggunakan mikroskop polarisasi, 2015

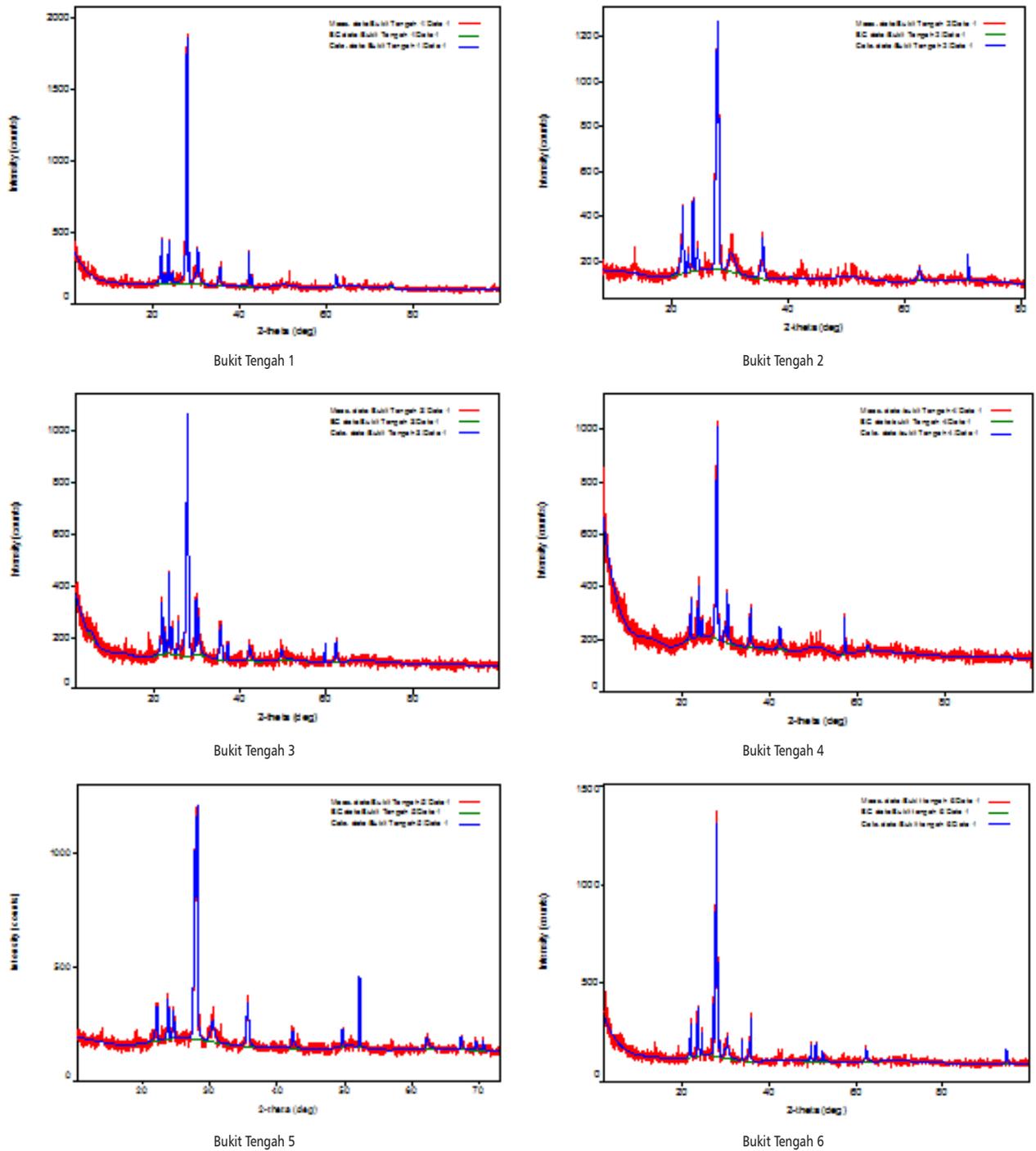
Dari Tabel 3 dan Tabel 4, terlihat bahwa material piroklastik yang dikeluarkan oleh erupsi tahun 2006 berbeda dari erupsi tahun 2010. Hasil erupsi tahun 2006 didominasi oleh tipe

mineral *volcanic glass* (60%) dan labradorite (34%). Sementara pada tahun 2010 didominasi oleh plagioklas (57%) dan piroksen (37%), sisanya berupa tipe mineral opak (6%). Mineral yang masuk ke dalam kelompok plagioklas dan piroksen tergolong mineral yang mudah lapuk (*weathereable mineral*), sehingga akan mengalami pelapukan pada fase paling awal. Tidak ditemukannya *volcanic glass* pada material tersebut diduga proses intrusi magma yang terjadi sangat dangkal atau merupakan bagian inti dari tubuh lava. Apabila dilihat dari kandungan mineralnya, maka sifat magmanya termasuk pada andesit basaltik atau magma intermediet. Rose *et al.* (1979) *cit.* Ismangil (2009) menyatakan proses pengkristalan mineral dimulai dari olivin + Ca-plagioklas; augit + Ca-Na plagioklas; hornblende + Na-Ca plagioklas; biotit + Na-plagioklas; K-feldspar; muscovite, dan kuarsa. Tahapan proses pengkristalan tersebut menunjukkan tahapan pelapukan mineral yang dapat terjadi dan juga stabilitas mineral. Semakin akhir pengkristalan mineral yang terjadi, maka semakin stabil juga mineral yang terbentuk.

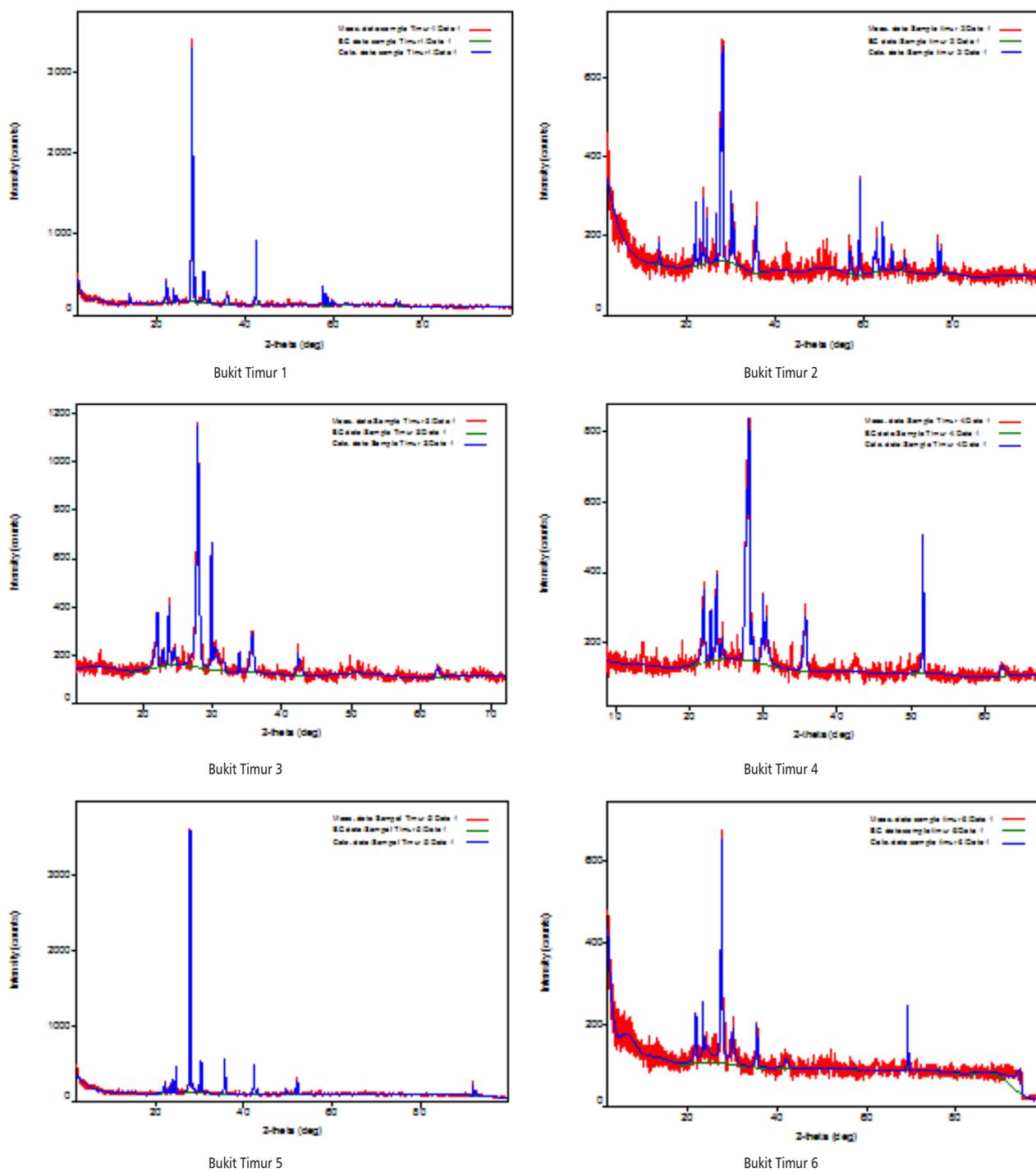
Hasil analisis mineral menggunakan X-Ray terhadap sampel tanah dari ketiga titik adalah sebagai berikut:



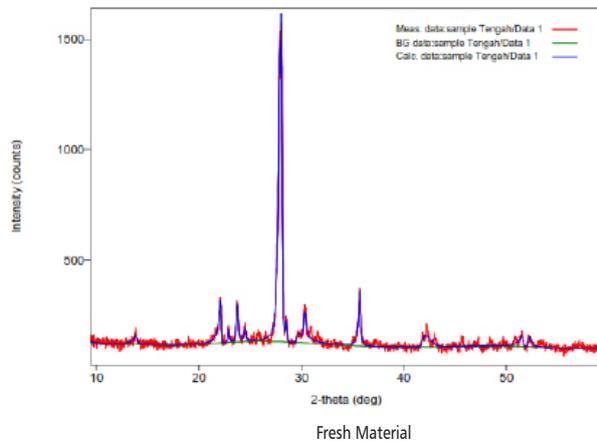
Gambar 2. Hasil X-RD Sampel Tanah Bukit Barat



Gambar 3. Hasil X-RD Sampel Tanah Bukit Tengah



Gambar 4. Hasil X-RD Sampel Tanah Bukit Timur



Gambar 5. Hasil X-RD Sampel *Fresh Material*

Tabel 5. Hasil Analisis Mineral Primer Mudah Lapuk Menggunakan *X-Ray Diffraction*

No.	Titik Sampel	Mineral	Formula
1.	Bukit Barat 1	Anorthite	Ca (Al <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>8</sub> )
2.	Bukit Barat 2	Albite	Na (AlSi <sub>3</sub> O <sub>8</sub> )
3.	Bukit Barat 3	Anorthite	Ca (Al <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>8</sub> )
4.	Bukit Barat 4	Anorthite	Ca (Al <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>8</sub> )
5.	Bukit Barat 5	Albite	Na (AlSi <sub>3</sub> O <sub>8</sub> )
6.	Bukit Barat 6	Albite	Na (AlSi <sub>3</sub> O <sub>8</sub> )
7.	Bukit Tengah 1	Anorthite	Ca (Al <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>8</sub> )
8.	Bukit Tengah 2	Albite	Na (AlSi <sub>3</sub> O <sub>8</sub> )
9.	Bukit Tengah 3	Anorthite	Ca (Al <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>8</sub> )
10.	Bukit Tengah 4	Anorthite	Ca (Al <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>8</sub> )
11.	Bukit Tengah 5	Anorthite	Ca (Al <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>8</sub> )
12.	Bukit Tengah 6	Anorthite	Ca (Al <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>8</sub> )
13.	Bukit Timur 1	Anorthite	Ca (Al <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>8</sub> )
14.	Bukit Timur 2	Anorthite	Ca (Al <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>8</sub> )
15.	Bukit Timur 3	Anorthite	Ca (Al <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>8</sub> )
16.	Bukit Timur 4	Anorthite	Ca (Al <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>8</sub> )
17.	Bukit Timur 5	Anorthite	Ca (Al <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>8</sub> )
18.	Bukit Timur 6	Anorthite	Ca (Al <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>8</sub> )
19.	Fresh Material	Anorthite	Ca (Al <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>8</sub> )

Berdasar hasil analisis menggunakan *X-Ray Diffraction* (X-RD), dari semua sampel yang diambil menunjukkan bahwa tanah yang terbentuk dari bahan induk material vulkanik Merapi mengandung mineral primer mudah lapuk *albite* atau *anorthite*. Kedua mineral tersebut merupakan bagian dari mineral kelompok plagioklas. Hal ini sesuai dengan hasil analisis secara petrografi yang

menunjukkan bahwa kandungan material erupsi Merapi adalah plagioklas (Tabel 4).

Apabila dilihat dari kandungan unsur mineral *albite* maupun *anorthite*, keduanya mempunyai kandungan unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman. Mineral primer *anorthite* mempunyai kandungan unsur hara dominan berupa Ca, yang merupakan unsur hara makro bagi pertumbuhan tanaman. Sementara mineral primer *albite* mempunyai kandungan unsur hara dominan berupa Na, yang merupakan unsur hara berguna bagi tanaman. Mineral primer *albite* merupakan mineral yang mengalami pelapukan lebih lanjut dibandingkan *anorthite*. Mineral ini terbentuk setelah sebagian kandungan unsur hara yang ada pada golongan Plagioklas berikatan membentuk mineral yang lain (Gambar 1).

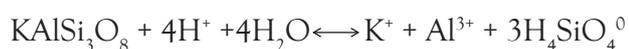
Material abu vulkan yang dikeluarkan dari proses erupsi diyakini memiliki nilai kekharaan yang sangat tinggi. Hal ini disebabkan oleh kandungan bermacam-macam unsur hara yang ada di dalamnya. Meskipun demikian unsur hara yang ada dalam mineral primer agar dapat diserap oleh tanaman, harus mengalami proses pelapukan atau dissolusi menjadi bentuk kation atau anion yang siap tersedia bagi tanaman (Kusumawati *et.al*, 2014). Kerusakan lahan pertanian yang tertimpa material abu vulkan bersifat sementara, karena lahan tersebut akan mengalami rejuvinalisasi (pemudaan) kembali akibat suplai material segar yang kaya akan unsur hara makro (Ca, Mg, K, S), mikro (Zn, Fe, Cu, Mn) dan hara berguna (Si dan Na) (Hanudin, 2011).

Pemanfaatan mineral primer dalam batuan sebagai sumber hara tanaman sering diistilahkan dengan agrogeologi atau agromineral. Secara harfiah diartikan sebagai pemanfaatan sumberdaya geologi (mineral) sebagai sarana peningkatan produktivitas tanah (Van Starten, 1985 *cit.* Hanudin, 2011). Pemanfaatan tersebut dilaku-

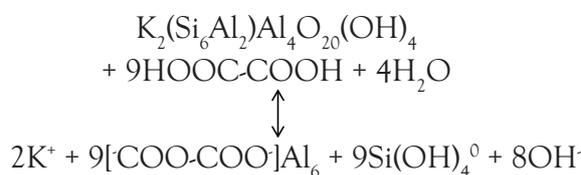
kan melalui penggunaan bahan-bahan geologi yang terbentuk secara alami, baik yang sudah diolah maupun belum diolah.

Banyak ahli telah mencoba menggunakan material vulkanik untuk mereklamasi tanah-tanah marginal agar pertumbuhan tanaman menjadi lebih baik. Percobaan penggunaan abu vulkanik untuk mereklamasi tanah gambut ombrogen dari Kalimantan mampu meningkatkan pertumbuhan dan serapan hara Ca, Mg, K, Cu, Zn, Mn, dan Fe tanaman jagung secara signifikan (Hanudin dan Utami, 2009; Hanudin *et al.*, 2010). Penggunaan abu vulkan untuk meningkatkan produktivitas kedelai juga dilakukan oleh Setiadi (1986) dimana pada takaran 12% abu vulkan yang diaplikasikan pada tanah gambut memberikan hasil yang paling baik. Bakken *et al.* (1997, 2000) menyatakan bahwa batuan beku yang mengandung K (sisa Feldspar) dapat memenuhi kebutuhan unsur K bagi tanaman rumput sebesar 30%. Sementara pemanfaatan serbuk basal halus dan tufa basaltic mampu meningkatkan produksi kacang tanah pada tanah gampingan (Bakken *et al.*, 1997). Hasil penelitian Ismon (2006), pemanfaatan *harsburgit* dengan takaran 54 dan 432 kg MgO/ha mampu meningkatkan bobot trubus kering dan serapan P pada tanaman jagung yang ditanam pada *Typic Kandiuudult*.

Pemanfaatan unsur yang terkandung dalam mineral primer terjadi melalui proses pelarutan mineral. Pelarutan sendiri merupakan proses terbaginya suatu zat ke dalam zat lain, dalam bentuk zat padat dan air (Ismangil dan Hanudin, 2005). Kation-kation yang terlepas akan berada dalam larutan tanah atau juga terjerap pada permukaan partikel koloid. Sebagai contoh, reaksi pelarutan mineral K-Feldspar dalam tanah adalah sebagai berikut:



Pelarutan mineral juga dapat terjadi karena adanya reaksi mineral dengan asam organik. Keberadaan asam-asam organik dapat mempercepat terjadinya pelarutan melalui interaksi dengan logam yang dilepaskan oleh reaksi pengasaman maupun logam yang berada pada permukaan kristal mineral (Ismangil dan Hanudin, 2005). Sebagai contoh, reaksi yang terjadi antara asam oksalat dengan muskovit berikut:



Reaksi di atas menggambarkan bahwa pelarutan sangat dipengaruhi oleh keberadaan ion H, sehingga sebuah proses yang dapat menyebabkan perubahan konsentrasi ion H dapat menyebabkan perubahan kecepatan pelarutan mineral. Hal tersebut akan mempengaruhi kecepatan suatu unsur dalam mineral dapat tersedia bagi tanaman.

## SIMPULAN

Material piroklastik Merapi berasal dari magma andesit basaltik dengan kandungan mineral primer mudah lapuk dominan berupa plagioklas (*albite* dan *anorthite*). Pemanfaatan material vulkanik sebagai agromineral dapat dilakukan, karena kandungan hara potensial yang ada dalam mineralnya, dan termasuk ke dalam golongan mineral yang mudah lapuk.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih peneliti sampaikan kepada Dirjen DIKTI yang telah membiayai penelitian ini melalui dana penelitian Hibah Bersaing tahun 2015.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Badan Geologi Kementerian Sumberdaya Energi dan Mineral. 2014. Karakteristik Gunung Merapi. [http://merapi.bgl.esdm.go.id/informasi\\_merapi.php?page=informasi\\_merapi&subpage=karakteristik](http://merapi.bgl.esdm.go.id/informasi_merapi.php?page=informasi_merapi&subpage=karakteristik). Akses tanggal 13 Desember 2014.
- Bakken, A.K., H. Gautneb and K. Myhr. 1997. The Potential of Crushed Rock and Mine Tailing as Slow-releasing K Fertilizer Assessed by Intensive Cropping of Italian Rygrass in Different Soil Type. *Nutr. Cycl. Agroecosyst.* 47:41-48.
- Bakken, A.K., H. Gautneb, T. Sveistrup and K. Myhr. 2000. Crushed Rock and Mine Tailing Applied as K Fertilizers on Grassland. *Nutr.Cycl.Agroecosystem* 56:53-57.
- Budi-Santoso, A., Philippe L., Sapari, D., Sri S., Philippe J., Jean-Philippe, M. 2013. Analysis of The Seismic Activity Associated with The 2010 Eruption of Merapi Volcano, Java. *Journal of Volcano and Geothermal Research* 261 : 153-170.
- Fiantis, D., M. Nelson, Van Ranst, E., J. Shamsuddin, and N.P. Qafoku, 2009. Chemical Weathering of New Piroclastic Deposit from Mt. Merapi (Java), Indonesia. *J.Mt.Sci.* (2009) 6: 240-254.
- Goldschmidt, V.M., 1958. *Geochemistry*. Oxford University Press. 730p.
- Hanudin, E and S.N.H. Utami. 2009. Absorption of Ca, K, Mg and Na in Corn on The ombrogenous Peat as Affected by Volcanic Ash and Flying Ash. *Proceeding of Bogor Symposium and Workshop on Tropical Peat Management*. 14-15 July 2009. Bogor Indonesia.
- Hanudin, E. 2011. Pendekatan Agrogeologi Dalam Pemulihan Lahan Pertanian Pasca Erupsi Merapi (*Agrogeology Approach In Recovering Agricultural Land After Merapi Volcano Eruption*). *Prosiding Seminar Nasional HITI*. Universitas Sebelas Maret Surakarta, 26-27 April 2011.
- Hanudin, E., Darmawan, B. Radjaguguk, S.N.H. Utami. 2010. Absorption and Distribution of Some Inicronutrients in Corn on The Ombrogenous Peat as Affected by Volcanic Ash and Flying Ash Application. *Proceeding of Palangka Raya International Symposium & Workshop On Tropical Peatland "The Proper Use of Tropical Peatland"* 9-11 JUNE 2010. Palangkaraya. Indonesia.
- Ismangil dan E. Hanudin. 2005. Degradasi Mineral Batuan oleh Asam-asam Organik. *Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan* Vol. 5(1): 1-17.
- Ismangil, 2009. Potensi Batu Beku, Kalsit, dan Campurannya Sebagai Amelioran Pada Bahan Tanah Lempung Aktivitas Rendah. *Disertasi*. Program Pascasarjana Universitas Gadjah Mada Yogyakarta. 395hal.
- Ismon, L. 2006. Pengaruh Harsburgit (Batu Ultrabasis) dan Kiserit terhadap Ketersediaan Mg dan P serta Pertumbuhan Jagung pada Typic Kandiudult. *Jurnal Tanah Tropika*, Vol. 11, No. 2:71-79.
- Ivanov, A, S. Shoba and P. Krasilnikov. 2014. A Pedogeographical View of Volcanic Soils Under Cold Humid Conditions: The Commander Islands. *Geoderma* 235-236 (2014): 48-58.
- Jessey, D. and D. Tarman. 2014. Mineral Identification: The Beauty of Nature. <http://geology.csupomona.edu/mineral/minerals.htm>. Akses 14 Desember 2014.
- Kusumarini, N, S.R. Utami dan Z. Kusuma, 2014. Pelepasan Kation Basa Pada Bahan Piroklastik Gunung Api. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*. Vol 1 No 2:1-8.
- Mason, B. and Carleton, B.M., 1982. *Principles of Geochemistry*. 4<sup>th</sup> ed. John Wiley & Sons. New York.
- Mitchell, J.K. and K. Soga, 2005. *Fundamental of Soil Behavior*. 3<sup>rd</sup> ed. John Wiley & Sons, Inc. United States of America. 558p.
- [PVMBG] Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi, 2006. *Laporan dan Kajian Vulkanisme Erupsi: Edisi Khusus Erupsi Merapi 2006*. Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi. Balai Penyelidikan dan Pengembangan Teknologi Kegunungapian. Yogyakarta. 292p.
- Setiadi, B. 1996. *Kajian Penggunaan Amelioran terhadap Serapan Hara, Pertumbuhan dan Hasil Kedelai pada Tanah Gambut*. *Disertasi*. Program Pascasarjana Universitas Gadjah Mada Yogyakarta. 205hal.
- [USGS] United State Geological Survey, 2014. *Volcano Hazards Program: Volcanic Rock*. U.S. Geological Survey. <http://volcanoes.usgs.gov/images/pglossary/VolRocks.php>. Akses 2 September 2014.