

TEKNOLOGI PEMANFAATAN PASIR GUNUNG SEBAGAI PUPUK ALAMI: MEMPERCEPAT PELEPASAN UNSUR HARA

Use of Volcanic Sand as a Natural Fertilizer: Increasing Release of Nutrients

Iskandar¹ dan I. Irwanti²

¹Staf Pengajar Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor
Jalan Meranti, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680
Phone: 0251-627360, Fax: 0251-629358, e-mail: soilipb@indo.net.id
²Alumnus Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor

ABSTRACT

Volcanic sands, that contain relatively high content of dark minerals, can be used as a natural fertilizer. Unfortunately, the amount of the nutrients from this material available for the plant growth is very low. To increase the release of the nutrients to the environment, weathering process of the minerals should be accelerated. The objective of this research was to study the capability of urea and ammonium sulphate (ZA) in increasing the release of cations Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Cu^{2+} and Zn^{2+} from the minerals. Urea and ZA used in this study is not only known as source of N fertilizer but also found destroy the floor of storehouse made from concrete.

Volcanic sands from Cimangkok and Ciapus were sieved with 100 mesh sieve and were mixed with each urea or ZA with the rate of 10%, 20% and 33%. The mixture was then 3 months incubated in wet conditions. The amount of Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Cu^{2+} and Zn^{2+} extracted with aquadest was measured at the 1st, 2nd and 3rd month.

Due to the higher acidity, adding of the ZA to the sand from Cimangkok and Ciapus effectively increased the amount of extracted Ca^{2+} , Mg^{2+} and K^+ compared to the adding of urea. At the rate of 10%, adding of the ZA to the sand from Ciapus increased the amount of extracted Ca^{2+} from 25.3 mg kg⁻¹ to 800.1 mg kg⁻¹ and K^+ from 10.6 mg kg⁻¹ to 108.3 mg kg⁻¹. The highest concentration of Mg^{2+} was found on the treatment of ZA with the rate of 33%, i.e. from 9.8 mg kg⁻¹ to 161.7 mg kg⁻¹ in sand from Ciapus. Adding of the urea or of the ZA affected the amount of extracted Cu^{2+} and Zn^{2+} , however there was no trend which rate effectively have increased the extracted these cations.

Generally, incubation time of 1, 2 or 3 months is not significant affect the amount of extracted cations.

Key words: Ammonium sulphate (ZA), natural fertilizer, nutrient, volcanic sand, urea

PENDAHULUAN

Penggunaan pupuk alam seperti tepung batuan, sebagai pupuk alternatif yang memiliki kandungan hara relatif lengkap, baik hara makro maupun mikro, masih kurang mendapat perhatian. Hal ini disebabkan karena pupuk tepung batuan bersifat *very slow release*, sehingga pengaruhnya terhadap pertumbuhan tanaman kurang nyata dalam jangka waktu pendek. Sebagai contoh, tepung batuan basalt dan abu vulkanik masing-masing sebanyak 1000 kg/ha hanya mampu menggantikan CaO berturut-turut sebesar 4.31 dan 31.34 kg ha⁻¹ (Blum *et al.*, 1989). Selain itu hasil penelitian Blum *et al.* (1989) juga menunjukkan bahwa kandungan unsur hara total dan tersedia dalam batuan sangat tergantung kepada komposisi mineral dan ukuran butir tepung batuan.

Untuk mempercepat pelepasan unsur hara dari batuan, maka proses pelapukan batuan harus dipercepat, yaitu melalui pemberian suatu kondisi atau lingkungan yang dapat menurunkan kestabilan mineral. Secara umum

pelapukan mineral dipengaruhi oleh komposisi, koefisien ekspansi, adanya belahan/pecahan dan 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 lain-lain (Rai dan Kittrick, 1989).

Urea dan ZA (ammonium sulfat) sebagai pupuk sumber nitrogen yang paling banyak digunakan diketahui menunjukkan suatu fenomena yang cukup potensial untuk digunakan dalam memanipulasi kecepatan pelepasan hara dari suatu mineral, yaitu daya rusaknya yang cukup tinggi terhadap lantai dan dinding-dinding di gudang-gudang penyimpanan urea dan ZA. Dari fenomena ini diharapkan bahwa dengan penambahan urea dan/atau ZA pada tepung batuan, proses pelapukan mineral dapat lebih dipercepat sehingga mudah melepaskan kation-kation tertentu dari struktur kristal mineral ke dalam larutan tanah dan ketersediaan unsur hara bagi tanaman pun akan meningkat.

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh pemberian urea dan ZA serta masa inkubasi terhadap

kecepatan pelepasan kation-kation dari mineral-mineral yang terdapat dalam pasir Cimangkok dan pasir Ciapus.

BAHAN DAN METODA

Bahan yang digunakan untuk penelitian ini adalah pasir dari daerah S. Ciapus, kabupaten Bogor dan pasir dari S. Cimangkok, kabupaten Sukabumi. Lokasi S. Ciapus terdapat pada formasi geologi Qvsl, yaitu terdiri dari lahar, breksi tufaan dan lapili dari G. Salak bersusunan andesit basalt, kebanyakan lapuk sekali (Effendi, 1974). Sungai Cimangkok berada pada formasi geologi Qgy, yaitu breksi dan lahar dari G. Gede bersusunan batupasir tufaan, serpih tufaan, breksi tufaan dan aglomerat tufaan (Sudjatmiko, 1972).

Pasir Cimangkok dan pasir Ciapus berukuran lolos saringan 100 mesh dicuci bersih untuk menghilangkan kontaminan. Masing-masing pasir tersebut selanjutnya diberi perlakuan dengan penambahan urea atau ZA sebagai berikut: (1) hanya pasir sebagai kontrol, (2) campuran urea dan pasir dengan perbandingan 1 : 10 (urea 10%), 1 : 5 (urea 20%) dan 1 : 3 (urea 33%), dan (3) ZA dan pasir dengan perbandingan 1 : 10 (ZA 10%), 1 : 5 (ZA 20%) dan 1 : 3 (ZA 33%).

Setelah diberi perlakuan, campuran pasir dengan urea/ZA diinkubasi pada kondisi lembab. Pengamatan dilakukan pada bulan ke-1, ke-2 dan ke-3 selama masa inkubasi. Pengamatan dilakukan terhadap pH, kadar nitrogen-NH₄, kalsium, magnesium, kalium, tembaga dan seng hasil ekstraksi aquadest (1:10) setelah pengocokan selama satu jam. Kation-kation diukur dengan AAS, sedangkan susunan mineral dalam fraksi pasir halus (125-210 mesh) dianalisis dengan bantuan mikroskop polarisasi.

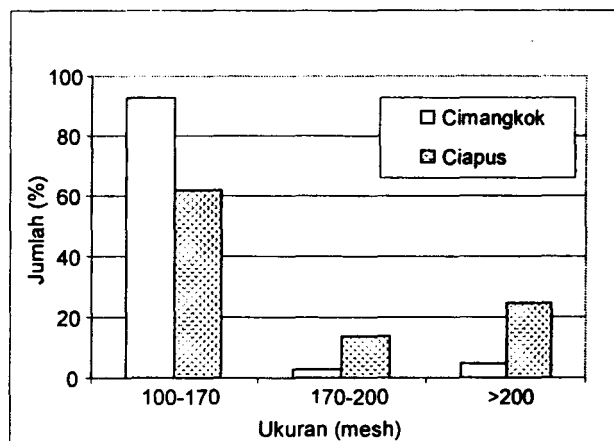
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis susunan mineral fraksi pasir halus menunjukkan bahwa pasir Cimangkok dan pasir Ciapus didominasi oleh plagioklas intermedier (labradorit dan andesin), yaitu berturut-turut 46% dan 36%, dan mineral-mineral ferromagnesian, seperti olivin, augit dan hipersten, dengan jumlah 21% pada pasir Cimangkok dan 17% pada pasir Ciapus (Tabel 1).

Tabel 1. Susunan Mineral pada Pasir Cimangkok dan Pasir Ciapus

Pasir	Olivin	Augit	Hipersten	Andesin	Labradorit	Kuarsa	Gelas Vulkan	Konkresi Besi	Fragmen Batuan	Bahan Lapukan
%.....									
Cimangkok	-	3	18	25	21	12	2	-	7	12
Ciapus	3	2	12	22	14	7	3	7	11	19

Analisis distribusi ukuran butir terhadap contoh lolos saringan 100 mesh menunjukkan bahwa pasir Cimangkok memiliki ukuran butir yang lebih kasar dibandingkan pasir Ciapus. Butir berukuran 100-170 mesh dan >200 mesh pada pasir Cimangkok adalah berturut-turut 92.9% dan 4.4%, sedangkan pada pasir Ciapus sebanyak 61.9% dan 24.4% (Gambar 1).



Gambar 1. Distribusi Ukuran Butir terhadap Contoh Lolos Saringan 100 Mesh dari Pasir Cimangkok dan Pasir Ciapus yang Digunakan dalam Penelitian

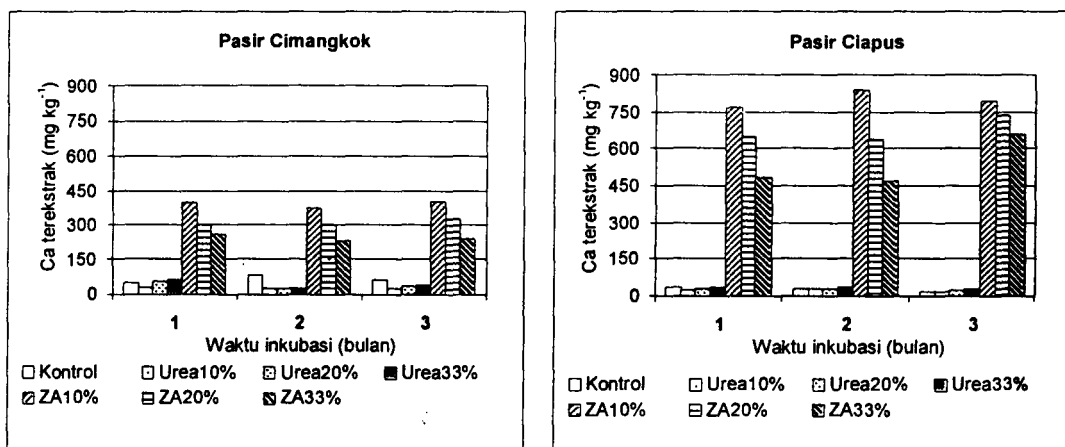
Penambahan ZA pada pasir Cimangkok dan pasir Ciapus secara nyata telah meningkatkan jumlah Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺ terekstrak aquadest. Untuk pasir Ciapus, pemberian ZA dosis 10% telah meningkatkan jumlah Ca terekstrak sebanyak 31.6 kali lebih besar dibandingkan kontrol, yaitu dari rata-rata 25.3 mg kg⁻¹ menjadi rata-rata 800.1 mg kg⁻¹, sedangkan pada pasir Cimangkok peningkatan jumlah Ca hanya 5.7 kali, yaitu dari rata-rata 68.2 mg kg⁻¹ (kontrol) menjadi rata-rata 390.5 mg kg⁻¹ (Gambar 2). Dengan dosis ZA yang sama, K pada pasir Ciapus meningkat 10.2 kali dibandingkan kontrol, yaitu menjadi 108.3 mg kg⁻¹ (kontrol 10.6 mg kg⁻¹), sedangkan pada pasir Cimangkok peningkatan hanya sekitar 2.4 kali, yaitu menjadi 66.1 mg kg⁻¹ dari 27.6 mg kg⁻¹ (Gambar 3).

Konsentrasi Mg terekstrak aquadest tertinggi diperoleh pada penambahan ZA dosis 33%. Untuk pasir Ciapus terjadi peningkatan jumlah Mg sebanyak 16.5 kali dibandingkan kontrol, yaitu dari 9.8 mg kg⁻¹ menjadi 161.7 mg kg⁻¹, sedangkan untuk pasir Cimangkok peningkatan hanya sekitar 2.5 kali, yaitu dari 36.8 mg kg⁻¹ menjadi 94.7 mg kg⁻¹ (Gambar 4).

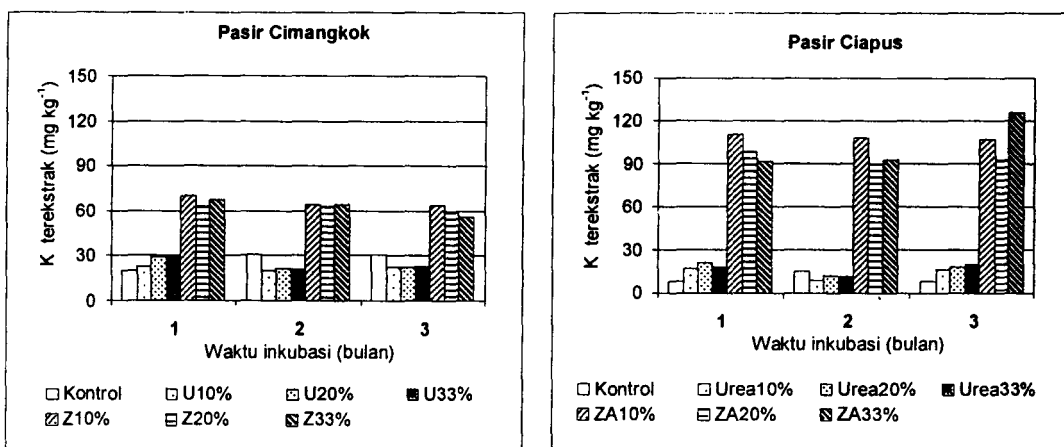
Dibandingkan dengan kontrol, pemberian urea pada pasir Cimangkok maupun pasir Ciapus tidak berpengaruh terhadap peningkatan Ca dan K, bahkan pada Mg cenderung menurunkan (Gambar 2, 3 dan 4).

Penambahan urea maupun ZA juga berpengaruh terhadap peningkatan jumlah Cu dan Zn terekstrak aquadest. Gambar 5 dan 6 menunjukkan bahwa jumlah Cu

dan Zn terekstrak aquadest lebih banyak terjadi pada pasir Cimangkok daripada pasir Ciapus. Pada pasir Cimangkok dengan penambahan ZA dosis 20% dan setelah masa inkubasi 3 bulan terjadi peningkatan jumlah Cu dari 0.28 mg kg⁻¹ menjadi 1.84 mg kg⁻¹ dan peningkatan Zn dari 0.44 mg kg⁻¹ menjadi 2.41 mg kg⁻¹. Pada pasir Ciapus jumlah Cu terekstrak tertinggi sebesar 0.52 mg kg⁻¹ diperoleh melalui pemberian urea dosis 10% dan 20%, dan jumlah Zn tertinggi sebesar 0.72 mg kg⁻¹ diperoleh melalui pemberian ZA dosis 20%.



Gambar 2. Hubungan antara Dosis Urea/ZA dan Masa Inkubasi dengan Jumlah Ca Terekstrak Aquadest pada Pasir Cimangkok dan Pasir Ciapus



Gambar 3. Hubungan antara Dosis Urea/ZA dan Masa Inkubasi dengan Jumlah K Terekstrak Aquadest pada Pasir Cimangkok dan Pasir Ciapus

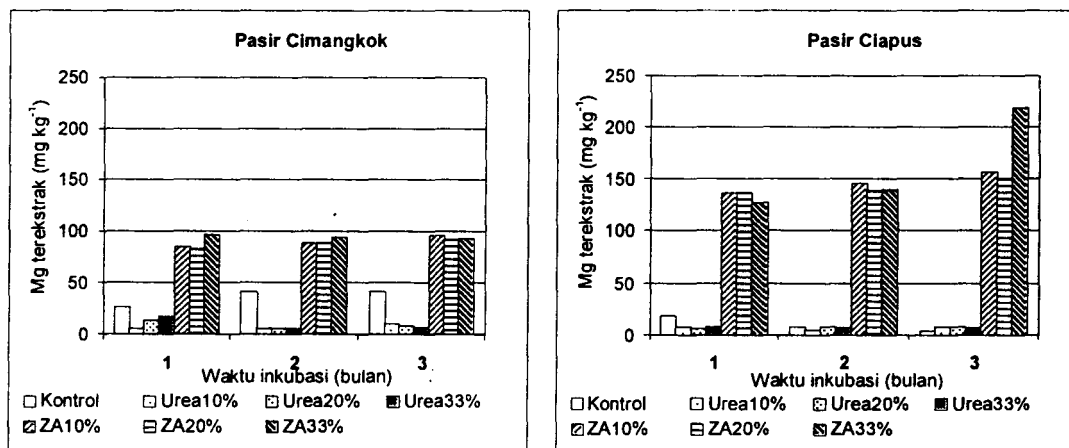
Secara umum dari Gambar 2 sampai 6 terlihat bahwa jumlah kation tertinggi yang dilepaskan setelah penambahan urea atau ZA adalah Ca, kemudian Mg dan diikuti oleh K, sedangkan Cu dan Zn jumlahnya sangat kecil. Setelah pemberian ZA, pasir Ciapus melepaskan Ca, Mg, dan K yang lebih tinggi, tetapi jumlah Cu dan Zn yang lebih rendah dibandingkan jumlah kation-kation tersebut pada pasir Cimangkok.

Kondisi masam nampaknya telah memicu pelapukan mineral secara lebih intensif. Pemberian ZA menghasilkan kemasaman yang lebih tinggi dibandingkan dengan pemberian urea (Tabel 2).

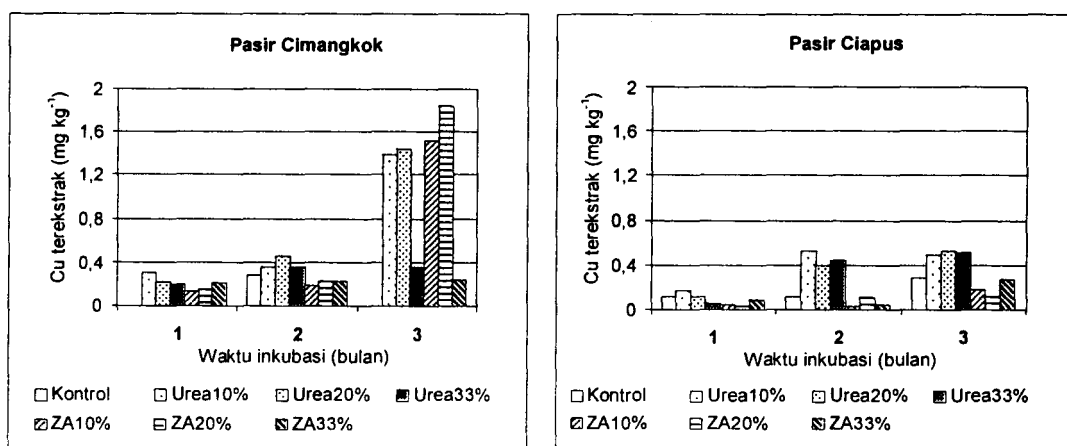
Hasil analisis NH_4^+ dalam contoh pasir setelah perlakuan pemberian urea/ZA (Tabel 3) menunjukkan bahwa konsentrasi NH_4^+ akibat perlakuan urea jauh lebih

kecil dibandingkan perlakuan ZA. Sebagai senyawa nonelektrolit, diperkirakan sebagian besar urea masih belum mengalami hidrolisis dan masih berada dalam bentuk molekul-molekul urea dalam larutan. Sebaliknya, ZA sebagai senyawa elektrolit memiliki derajat disosiasi yang lebih tinggi sehingga kandungan NH_4^+ dalam larutan cukup tinggi.

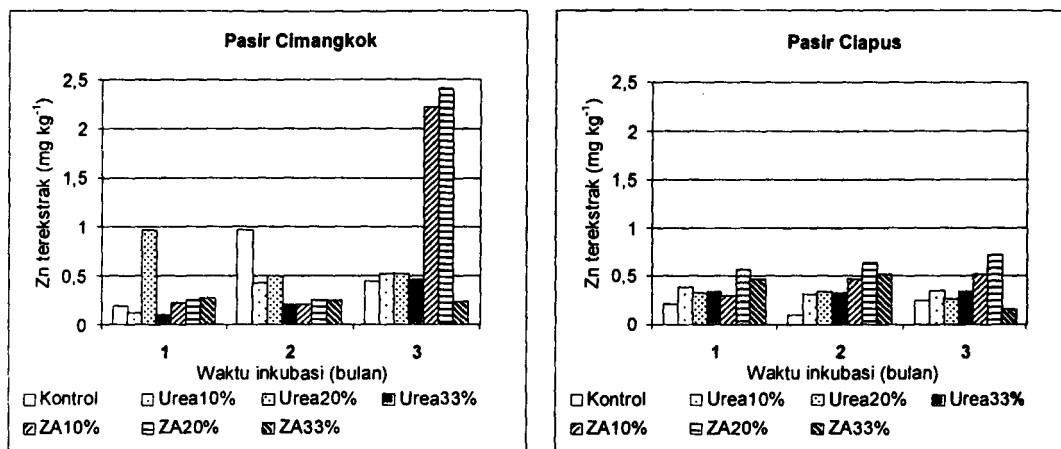
Hasil analisis menunjukkan bahwa konsentrasi kation-kation yang dilepaskan jumlahnya bervariasi. Konsentrasi Ca dalam larutan terlihat lebih tinggi dibandingkan dengan kation-kation lain (Mg, K, Cu, dan Zn) karena mineral-mineral yang terdapat pada kedua contoh pasir didominasi oleh mineral-mineral dengan kandungan Ca yang tinggi, yaitu augit, andesin, labradorit dan bahan lapukan.



Gambar 4. Hubungan antara Dosis Urea/ZA dan Masa Inkubasi dengan Jumlah Mg Terekstrak Aquadest pada Pasir Cimangkok dan Pasir Ciapus



Gambar 5. Hubungan antara Dosis Urea/ZA dan Masa Inkubasi dengan Jumlah Cu Terekstrak Aquadest pada Pasir Cimangkok dan Pasir Ciapus



Gambar 6. Hubungan antara dosis Urea/ZA dan masa inkubasi dengan jumlah Zn terekstrak aquadest pada Pasir Cimangkok dan Pasir Ciapus

Tabel 2. Pengaruh Pemberian Urea/ZA terhadap pH pada Pasir Cimangkok dan Pasir Ciapus

Perlakuan	pH dalam air (1:1)	
	Cimangkok	Ciapus
Pasir : Urea 10%	6.0	7.4
Pasir : Urea 20%	7.2	7.0
Pasir : Urea 33%	7.2	6.9
Pasir : ZA 10%	4.9	5.8
Pasir : ZA 20%	5.1	5.9
Pasir : ZA 33%	5.1	5.9

Tabel 3. Pengaruh Pemberian Urea/ZA terhadap Kandungan N-NH₄ pada Pasir Cimangkok dan Pasir Ciapus setelah 3 Bulan Inkubasi

Perlakuan	Kadar N-NH ₄ terlarut (%)	
	Cimangkok	Ciapus
Kontrol	0.002	0.001
Pasir : Urea 10%	0.60	0.60
Pasir : Urea 20%	1.22	1.06
Pasir : Urea 33%	1.30	1.60
Pasir : ZA 10%	1.77	1.82
Pasir : ZA 20%	3.50	3.67
Pasir : ZA 33%	5.32	5.35

Pasir Ciapus melepaskan Ca, Mg, dan K yang lebih tinggi dibandingkan pasir Cimangkok. Hal ini terjadi karena ukuran butir pasir Ciapus lebih halus dibandingkan pasir Cimangkok. Luas permukaan spesifik yang lebih besar pada pasir Ciapus meningkatkan kontak mineral dengan urea/ZA dan agen pelapukan lainnya.

Jumlah kation yang dilepaskan setelah masa inkubasi 1 bulan secara umum cenderung tidak berbeda dengan masa inkubasi 2 dan 3 bulan. Pelepasan kation-kation dari permukaan mineral pada awalnya berlangsung dengan kecepatan tinggi, namun kemudian menurun seiring dengan waktu. Hal ini terjadi karena produk pelapukan yang terakumulasi pada permukaan mineral yang terlakup menghalangi proses pelepasan kation selanjutnya.

KESIMPULAN

Pasir Cimangkok dan pasir Ciapus didominasi oleh mineral andesin dan labradorit yang termasuk golongan plagioklas intermedier. Perbedaan utama kedua pasir ini terletak pada distribusi ukuran butir. Ukuran butir pasir Ciapus lebih halus dibandingkan ukuran butir pasir Cimangkok.

Penambahan ammonium sulfat (ZA) pada pasir Cimangkok dan pasir Ciapus secara nyata meningkatkan jumlah Ca, Mg, dan K yang dilepaskan. Jumlah kation tertinggi yang dilepaskan adalah Ca, diikuti oleh Mg dan K, sedangkan Cu dan Zn jumlahnya sangat kecil. Setelah pemberian ZA, pasir Ciapus melepaskan Ca, Mg, dan K dalam jumlah yang lebih tinggi dibandingkan jumlah kation-kation tersebut pada pasir Cimangkok. Penambahan urea pada pasir Cimangkok dan pasir Ciapus tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap peningkatan jumlah Ca dan K terekstrak aquadest, bahkan pada Mg cenderung menurunkan. Secara umum masa inkubasi 1, 2 dan 3 bulan pengaruhnya tidak berbeda secara nyata terhadap jumlah kation-kation yang dilepaskan.

DAFTAR PUSTAKA

- Blum, W.E.H., B. Herbinger, A. Mentler, F. Ottner, M. Pollak, E. Unger und W.W. Wenzel. 1989. Zur Verwendung von Gesteinmehlen in der Landwirtschaft. I. Chemisch-mineralogische Zusammensetzung und Eignung von Gesteinmehlen als Düngemittel. *Z. Pflanzenernähr. Bodenk.* 152:421-425.
- Effendi, A.C. 1974. Peta Geologi Lembar Bogor, Jawa. Direktorat Geologi, Departemen Pertambangan Republik Indonesia.
- Rai, D. and J.A. Kittrick. 1989. Mineral Equilibria and the Soil System. In J.B. Dixon and S.B. Weed (eds.). *Mineral in Soil Environments*, SSS Am. Book Series.
- Sudjatmiko. 1972. Peta Geologi Lembar Cianjur, Jawa. Direktorat Geologi, Departemen Pertambangan Republik Indonesia.
-