

PEMBUATAN PUPUK KALIUM SILIKAT BERBAHAN DASAR PASIR KUARSA DARI BANGKA

Manufacture Potassium Silicate Fertilizer Based on Quartz Sand from Bangka

Arief Hartono^{1)*}, Budi Nugroho¹⁾ dan Feabri Kurniawan Edwar²⁾

¹⁾ Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan, Fakultas Pertanian, IPB University, Jl. Meranti Kampus IPB Darmaga Bogor 16680

²⁾ Program Studi Manajemen Sumberdaya Lahan, Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan, Fakultas Pertanian, IPB University, Jl. Meranti Kampus IPB Darmaga Bogor 16680

ABSTRACT

One of the efforts to utilize the potential for quartz sand (SiO_2) is through the manufacture of potassium silicate (K_2SiO_3) fertilizer, by reacting SiO_2 in quartz sand with potassium hydroxide (KOH). This study aimed to obtain the optimal temperature in the manufacture of K_2SiO_3 fertilizer by mixing quartz sand from Bangka with KOH. Furthermore, the study aimed to evaluate the solubility of fertilizer in the soil and its effect on soil pH, exchangeable aluminum (exchangeable Al), exchangeable potassium (exchangeable K), and available silica (Si) through incubation experiment on Ultisol Darmaga. The results showed that the highest K content in the form of potassium oxide (K_2O) was at 1000 °Celsius (°C) with a content of 66.9%, while the lowest was at 700 °C with a content of 55.1%. In contrast, the Si content in the form of SiO_2 at a temperature of 1000 °C was very low. The highest SiO_2 content of K_2SiO_3 fertilizer at a temperature of 800 °C was 35.1%. The most optimal K_2SiO_3 fertilizer from this study was at a temperature of 800 °C with a content of 60.0% K_2O and 35.1% SiO_2 . The incubation experiment showed that the K_2SiO_3 with the rate of 2.50% was the most effective rate because it increased the exchangeable K, available Si, soil pH to relatively neutral and also reduced the exchangeable Al.

Keywords: Exchangeable aluminum, soil acidity, solubility

ABSTRAK

Salah satu upaya pemanfaatan potensi pasir kuarsa yaitu melalui pembuatan pupuk Kalium Silikat (K_2SiO_3), melalui reaksi SiO_2 dalam pasir kuarsa dengan kalium hidroksida (KOH). Penelitian ini bertujuan mendapatkan suhu optimal dalam pembuatan pupuk K_2SiO_3 melalui pencampuran pasir kuarsa dari Bangka dengan KOH. Lebih jauh penelitian ini bertujuan mengevaluasi kelarutan pupuk K_2SiO_3 pada tanah serta pengaruhnya terhadap pH tanah, aluminium dapat ditukar (Al-dd), kalium dapat ditukar (K-dd) dan silika (Si) tersedia melalui percobaan inkubasi pada Ultisol Dramaga. Hasil menunjukkan bahwa kandungan kalium dalam bentuk kalium oksida (K_2O) tertinggi pada perlakuan suhu 1000 °C sebesar 66.9%, sedangkan terendah pada suhu 700 °C sebesar 55.1%. Sebaliknya, kandungan Si dalam bentuk SiO_2 pada suhu 1000 °C sangat rendah. Kandungan SiO_2 pupuk Kalium Silikat tertinggi pada suhu 800°C sebesar 35.1%. Pupuk K_2SiO_3 yang paling optimal dari penelitian ini adalah pada suhu 800 °C dengan memiliki kandungan K_2O 60.0% dan SiO_2 35.1%. Percobaan inkubasi menunjukkan dosis pupuk Kalium Silikat 2.50% adalah dosis yang paling efektif karena selain meningkatkan hara K-dd dan Si tersedia, juga mampu menurunkan nilai Al-dd dan memperbaiki nilai pH tanah menjadi relatif netral.

Kata kunci: Aluminium yang dapat dipertukarkan, kemasaman tanah, kelarutan

PENDAHULUAN

Provinsi Kepulauan Bangka Belitung merupakan daerah yang potensial di bidang pertambangan pasir kuarsa, karena didominasi formasi batuan masam granit yang mengandung mineral utama kuarsa. Hasil pelapukan batuan masam ini kemudian tercuci dan terbawa oleh air atau angin yang terendapkan di tepi-tepi sungai, danau, atau laut menjadi bahan galian pasir kuarsa. Pasir kuarsa yang melimpah di Bangka ini sangat potensial untuk dibuat pupuk silika. Pupuk silika merupakan pupuk yang mengandung unsur silika (Si) tidak banyak beredar di pasar. Pupuk silika belum umum di Indonesia, tetapi di beberapa negara pupuk ini sudah banyak diaplikasikan. Si merupakan unsur kedua yang paling melimpah di kerak bumi, serta terkandung di semua tanaman (Ma *et al.*, 2006). Unsur Si diserap tanaman dalam bentuk asam silikat (H_4SiO_4).

Penggunaan pupuk silika sejauh ini pada padi untuk meningkatkan produksi padi melalui pengurangan serangan hama dan penyakit (Islam dan Saha, 1969). Si dapat meningkatkan ketahanan tanaman terhadap cekaman biotik dan meningkatkan ketahanan terhadap serangan hama dan penyakit (Ma, 2004; Yukamgo dan Yuwono, 2007). Selain itu peranan Si dalam padi di antaranya meningkatkan pertumbuhan serta memperkuat batang dan akar, mempercepat serta meningkatkan pembentukan malai serta gabah. Si dalam bentuk ion silikat juga dapat meningkatkan ketersediaan P pada Andisol melalui penurunan energi ikatan erapan P dan transformasi dari bentuk P tidak tersedia menjadi bentuk tersedia (Hartono, 2008; Hartono *et al.*, 2014).

Sama halnya dengan padi, tanaman lada memerlukan penanganan untuk mengurangi serangan hama dan penyakit (Vasanthi *et al.* 2014). Produksi lada di

Bangka menurun karena banyaknya hama dan penyakit yang menyerang tanaman lada di Bangka (Wahyuno *et al.* 2009). Oleh karena itu, pupuk silika perlu diaplikasikan untuk mengurangi serangan hama penyakit.

Kalium (K) merupakan unsur makro yang sangat penting dalam proses metabolisme karbohidrat, aktivator berbagai enzim, mengatur tekanan osmotik, efisiensi penggunaan air, serapan nitrogen dan sintesis protein, dan translokasi dari asimilat (Clarkson dan Hanson, 1980). K diserap dari larutan tanah sebagai ion K^+ (Tisdale *et al.*, 1985). K juga penting untuk menaikkan ketahanan terhadap penyakit pada berbagai tanaman. Kemungkinan besar K menyebabkan pembentukan dinding luar yang lebih tebal pada sel-sel epidermis (Mengel dan Kirkby, 1979). Pemberian pupuk kalium silikat meningkatkan kadar K yang dapat dipertukarkan (K-dd) (Ispandi dan Munip, 2004).

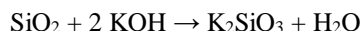
Salah satu upaya pemanfaatan potensi pasir kuarsa yaitu melalui pembuatan pupuk kalium silikat, melalui reaksi pasir kuarsa dalam bentuk SiO_2 dengan kalium hidroksida (KOH). Kondisi suhu optimal untuk reaksi pencampuran pasir kuarsa dan KOH membentuk kalium silikat belum diketahui. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui hal tersebut dan kelarutannya pada tanah serta pengaruhnya terhadap sifat kimia tanah.

Penelitian ini bertujuan mendapatkan suhu optimal dalam pembuatan pupuk kalium silikat (K_2SiO_3) melalui pencampuran pasir kuarsa dan KOH dan mengevaluasi kelarutan pupuk pada tanah serta pengaruhnya terhadap pH tanah, aluminium yang dapat dipertukarkan (Al-dd), kalium yang dapat dipertukarkan (K-dd), dan Si tersedia.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini diawali dengan pengambilan pasir kuarsa di Provinsi Kepulauan Bangka Belitung pada bulan Maret 2020. Pekerjaan mereaksikan pasir kuarsa dengan KOH dalam tanur, analisis kandungan K-dd, Si tersedia, Al-dd, dan pH tanah dilaksanakan di Laboratorium Kimia dan Kesuburan Tanah, Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor.

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini disajikan pada Tabel 1. Jumlah pasir kuarsa dan KOH yang digunakan berdasarkan reaksi:



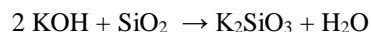
Reaksi itu menyatakan bahwa 1 mol SiO_2 memerlukan 2 mol KOH untuk membentuk 1 mol K_2SiO_3 . Dengan berat molekul (BM) KOH = 56 dan BM SiO_2 = 60, maka untuk membuat K_2SiO_3 dari 50.0 g KOH, dibutuhkan SiO_2 sebanyak 26.8 g. KOH yang digunakan merupakan KOH bubuk padat, sedangkan SiO_2 yang digunakan berbentuk pasir kuarsa. Pasir kuarsa sebelum digunakan dicuci terlebih dahulu dengan asam klorida (HCl) pekat untuk menghilangkan pengotor.

Tabel 1. Perbandingan jumlah KOH dan pasir kuarsa dalam pembuatan pupuk 1 mol Kalium Silikat

Nama Bahan	Jumlah Bahan (g)
KOH padat	50.0
Pasir kuarsa	26.8

Percobaan Mendapatkan Suhu Optimal dalam Pembuatan Pupuk Kalium Silikat (K_2SiO_3)

Percobaan untuk mendapatkan suhu yang optimal dalam pembuatan K_2SiO_3 dilakukan dengan proses peleburan pada tanur, pada 4 taraf suhu yang berbeda, yaitu 700 °C, 800 °C, 900°C, dan 1000 °C, dengan dilakukan 2 kali pengulangan, sehingga jumlah satuan percobaan adalah 8 satuan percobaan. Reaksi berjalan sesuai dengan persamaan reaksi berikut:



Proses Pembuatan Pupuk Kalium Silikat

Pasir kuarsa ditimbang sejumlah yang dibutuhkan. Pasir kuarsa dimasukkan ke dalam gelas piala, dan ditambahkan HCl pekat. Pasir kuarsa yang direndam dalam HCl pekat ini kemudian didiamkan selama setengah jam. Hal ini dilakukan untuk membersihkan pasir kuarsa dari bahan organik dan pengotor lain. Larutan HCl kemudian dibuang, kemudian pasir kuarsa dibilas dengan akuades. Hal ini dilakukan berkali-kali hingga air bilasan jernih dan pasir kuarsa sudah tidak berbau HCl lagi. Kemudian pasir kuarsa dipindahkan ke cawan oven dan dimasukkan ke dalam oven. Suhu diatur 105 °C, dan didiamkan selama 24 jam. Hal ini dilakukan untuk mengeringkan pasir kuarsa.

Pasir kuarsa yang telah bersih dan kering, dan KOH ditimbang masing-masing 26.8 g dan 50.0 g, dimasukkan ke dalam wadah besi, dan diaduk hingga homogen. Selanjutnya wadah besi yang berisi pasir kuarsa dan KOH dimasukkan kedalam tanur. Wadah besi yang berisi pasir kuarsa dan KOH tersebut dipanaskan pada suhu yang ditetapkan sebagai perlakuan. Suhu tersebut adalah 700 °C, 800 °C, 900 °C, dan 1000 °C. Pemanasan dilakukan secara perlahan-lahan sampai suhu mencapai suhu yang ditentukan. Setelah suhu yang ditentukan tercapai, tanur dimatikan dan wadah besi tersebut didiamkan di dalam tanur sampai dingin. Sampel pupuk kalium silikat yang dihasilkan dipindahkan dengan sendok ke dalam plastik klip lalu dipindahkan kedalam botol plastik (Gambar 1).



Gambar 1. Hasil pembuatan pupuk kalium silikat dalam bentuk padat

Pengukuran Kandungan Pupuk Kalium Silikat

Pengujian dalam tahap ini adalah menentukan persentase kadar K_2O larut dan SiO_2 larut dari masing-masing sampel pupuk kalium silikat. Pupuk kalium silikat ditimbang 3.00 g dimasukkan ke dalam botol kocok dan tambahkan 50.0 ml akuades. Kemudian botol kocok tersebut dikocok menggunakan *shaker* selama 30 menit.

Setelah 30 menit pengocokan, botol kocok tersebut diangkat dari *shaker*, kemudian dидiamkan selama 30 menit untuk mengendapkan bahan-bahan yang tidak larut. Setelah itu larutan kalium silikat dalam botol kocok tersebut disaring dan ditempatkan di dalam botol (Gambar 2). Bahan-bahan yang tidak larut dipindahkan dengan akuades ke cawan porselin. Kemudian cawan tersebut dimasukkan kedalam oven diatur suhu 105 °C selama 24 jam. Hal ini dilakukan untuk mengeringkan bahan-bahan yang tidak larut tersebut. Bahan-bahan yang tidak larut tersebut turut diperhitungkan dalam menghitung kelarutan K dan Si. Kadar K larut ditetapkan menggunakan *Flamephotometer* dan Si larut ditetapkan menggunakan *UV-VIS Spectrophotometer*. Kemudian kadar K dinyatakan sebagai K₂O dan Si dinyatakan sebagai SiO₂.



Gambar 2. Hasil sampel larutan pupuk kalium silikat

Percobaan Inkubasi untuk Pengujian Pupuk Kalium Silikat pada Podsolik Darmaga

Pengujian pupuk kalium silikat sebagai penambah unsur hara pada tanah dilakukan dengan cara membandingkan pengaruh beberapa dosis pupuk terhadap perubahan beberapa sifat kimia tanah. Percobaan ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktor tunggal 6 perlakuan, terdiri dari 5 dosis pupuk dan 1 kontrol dengan 3 ulangan sehingga menghasilkan 18 satuan percobaan. Perlakuan dosis pupuk kalium silikat disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Perlakuan dosis pupuk kalium silikat

Nomor	Metode
1	(Kontrol)
2	1.00%
3	2.50%
4	5.00%
5	7.50%
6	10.00%

Contoh tanah dibersihkan dari batu, akar, dan kotoran lain. Kemudian contoh tanah tersebut dikeringudarkan dan diayak dengan ayakan 2 mm. Selanjutnya, 100 g contoh tanah kering mutlak (BKM) yang telah diayak dicampur dengan pupuk kalium silikat yang sudah dihaluskan dan lolos saringan 0.5 mm. Contoh tanah kemudian dicampur dengan pupuk kalium silikat sesuai dengan perlakuan. Perlakuan nomor 1 adalah perlakuan kontrol yaitu contoh tanah tanpa penambahan pupuk kalium silikat. Perlakuan nomor 2 adalah contoh tanah 100 g yang dicampur dengan 1.00 g pupuk kalium silikat. Perlakuan 3 adalah contoh tanah 100 g yang dicampur dengan 2.50 g pupuk kalium silikat. Perlakuan 4 adalah contoh tanah 100 g yang dicampur dengan 5.00 g pupuk

kalium silikat. Perlakuan 5 adalah contoh tanah 100 g yang dicampur dengan 7.50 g pupuk kalium silikat. Perlakuan 6 adalah contoh tanah 100 g yang dicampur dengan 10.0 g pupuk kalium silikat. Masing-masing contoh tanah yang sudah dicampur pupuk kalium silikat sesuai perlakuan dimasukkan dalam botol plastik. Seluruh botol plastik berjumlah 18 botol yang berasal dari 6 perlakuan dan 3 ulangan.

Setelah pengisian campuran tanah dan pupuk kalium silikat dalam botol tersebut selesai, maka perlahan-lahan campuran tersebut diberi akuades hingga mencapai kapasitas lapang. Botol plastik tersebut diinkubasi selama 14 hari (Gambar 3). Kadar air tanah kapasitas lapang percobaan dipertahankan melalui penambahan akuades yang jumlahnya didapatkan dari kehilangan bobot air selama masa inkubasi.



Gambar 3. Botol-botol plastik percobaan diinkubasi selama 14 hari

Setelah masa inkubasi berakhir, contoh tanah dalam botol plastik dianalisis untuk parameter pH H₂O, K-dd, Al-dd dan Si tersedia. Parameter dan metode yang digunakan disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Parameter dan Metode Analisis Tanah dalam Percobaan Inkubasi

Parameter	Metode
pH H ₂ O	Diekstrak menggunakan akuades dengan perbandingan tanah dan air 1:5 dan diukur menggunakan pH meter
K-dd	1 mol L ⁻¹ NH ₄ OA _c pH 7 dan kadar K kemudian diukur dengan <i>Flamephotometer</i>
Al-dd	Diekstrak menggunakan 1 mol L ⁻¹ KCl dan kemudian Al ditetapkan secara titrimetri
Si tersedia	Diekstrak menggunakan 1 mol L ⁻¹ NH ₄ OA _c pH 4.8 dan kemudian Si diukur dengan metode kolorimetri dan absorbansi diukur dengan <i>Spectrophotometer</i>

Pengolahan dan Analisis Data

Analisis ragam dilakukan untuk mengetahui pengaruh suhu terhadap kandungan pupuk kalium silikat dan pengaruh dosis pupuk terhadap perubahan pH, Al-dd, K-dd, dan Si tersedia. Analisis ragam dilakukan menggunakan program Minitab 10.4. Perlakuan yang nyata diuji lanjut dengan uji *Tukey* pada taraf pada taraf $\alpha = 5\%$.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Suhu optimal dalam Pembuatan Pupuk Kalium Silikat dan kandungan K₂O dan SiO₂ pada setiap pupuk kalium silikat

Pembuatan pupuk Kalium silikat dilakukan melalui peleburan pasir kuarsa (SiO₂) dengan kalium hidroksida (KOH) menggunakan tanur bersuhu 700 °C, 800 °C, 900 °C, dan 1000 °C. Hasil peleburan selanjutnya didinginkan, dan ditumbuk hingga terbentuk pupuk kalium silikat *powder*. Kadar K₂O dan SiO₂ untuk setiap pupuk kalium silikat dengan suhu peleburan yang berbeda ditetapkan.

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan suhu peleburan menunjukkan bahwa kandungan K₂O pada pupuk kalium silikat tidak berbeda nyata. Kandungan K₂O yang tertinggi pada suhu peleburan 1000 °C sebesar 66.9%, sedangkan terendah pada suhu 700 °C sebesar 55.1%. Suhu peleburan 800 °C dan 900 °C mempunyai kandungan K₂O berturut-turut sebesar 60.0% dan 58.5% (Tabel 4).

Untuk kandungan SiO₂, hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan suhu menghasilkan perbedaan yang nyata terhadap kandungan SiO₂. Kandungan SiO₂ tertinggi terdapat pada perlakuan 800 °C yaitu sebesar 35.1% (Tabel 4) dan nyata secara statistik lebih tinggi dibandingkan perlakuan suhu 1000 °C yaitu sebesar 5.01%. Kandungan SiO₂ pada suhu 800 °C tidak berbeda nyata secara statistik dengan perlakuan suhu 700 °C dan 900 °C. Kandungan SiO₂ pada perlakuan suhu 700 °C dan 900 °C berturut-turut adalah 28.9% dan 29.3%.

Tabel 4. Kandungan K₂O dan SiO₂ pada pupuk kalium silikat pada suhu tanur yang berbeda

Suhu	K ₂ O (%)	SiO ₂ (%)
700 °c	55.1a	28.9a
800 °c	60.0a	35.1a
900 °c	58.5a	29.3a
1000 °c	66.9a	5.01b

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf yang sama dalam satu kolom tidak berbeda nyata pada uji Tukey pada $\alpha < 0.05$

Pengaruh Pupuk Kalium Silikat pada pH tanah, Al-dd, Kadar K-dd, dan Si Tersedia pada Podsolik Dramaga

Sampel pupuk yang dipilih untuk uji tanah yaitu sampel hasil peleburan pada suhu 800 °C. Sampel ini dipilih karena memiliki kandungan SiO₂ yang terlarut tertinggi dengan kandungan kalium yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan suhu lainnya, serta penggunaan energi yang lebih efisien (rendah) dibandingkan perlakuan 900 °C dan 1000 °C.

Pupuk kalium silikat yang paling optimal dari penelitian ini (800 °C) memiliki kandungan K₂O 60.0% dan SiO₂ 35.1% lebih tinggi dibandingkan dengan penelitian yang terdahulu. Penelitian Siswanto *et al.* (2017) menunjukkan pupuk kalium silikat dari bahan dasar batuan trass memiliki kandungan K₂O 22.2% dan SiO₂ 23.6%, sehingga pupuk kalium silikat yang dibuat ini mempunyai kandungan K₂O dan SiO₂ yang lebih tinggi dibandingkan penelitian Siswanto *et al.* (2017).

Tabel 5 menunjukkan pengaruh pupuk kalium silikat setelah 14 hari masa inkubasi terhadap pH tanah, K-dd, Al-dd dan Si tersedia. pH meningkat dengan semakin meningkatnya dosis pupuk kalium silikat. Semakin tinggi dosis pupuk kalium silikat yang diberikan semakin tinggi nilai pH tanah, hal ini karena pupuk kalium silikat adalah pupuk yang tergolong alkali dan pada penelitian ini dibuat dalam suasana basa melalui reaksi KOH (basa kuat) dengan pasir kuarsa.

Berdasarkan analisis ragam pupuk kalium silikat nyata meningkatkan pH tanah. Uji *Tukey* pada taraf nyata $\alpha = 5\%$ (Tabel 5) menunjukkan pH tanah setelah aplikasi pupuk kalium silikat berbeda nyata dengan kontrol. Pupuk kalium silikat pada dosis 1.00% menaikkan pH tanah kontrol dari 4.20 menjadi 5.30. Pupuk kalium silikat pada dosis 2.50% menaikkan pH tanah kontrol dari 4.20 menjadi 6.70. Pupuk kalium silikat pada dosis 5.00% meningkatkan pH tanah dari 4.20 menjadi 9.00. Sementara dosis pupuk kalium silikat 7.50% dan 10.00% meningkatkan pH tanah kontrol berturut-turut menjadi 10.3 dan 10.5. Salah satu permasalahan pada tanah yang ditimbulkan akibat pH tanah yang terlalu alkali adalah defisiensi unsur mikro. Oleh karena itu, dari nilai pH H₂O (Tabel 5), dosis pupuk yang tepat diaplikasikan ke dalam tanah yaitu dosis 2.50% karena memiliki pH 6.70 yang menurut kriteria penilaian sifat kimia tanah oleh Balai Penelitian Tanah (2005), tergolong netral.

Tabel 5. Nilai pH tanah, K-dd, Al-dd dan Si tersedia setelah inkubasi 14 hari

Perlakuan	pH 1:1	K-dd	Al-dd	Si tersedia
	pH (H ₂ O)	(cmol _c kg ⁻¹)		(mg kg ⁻¹)
Kontrol	4.20a (AM)	0.46f (S)	11.7a	55.3d
1.00%	5.30b (M)	12.5e (ST)	3.23b	99.6cd
2.50%	6.70c (N)	26.5d (ST)	0.17c	173c
5.00%	9.60d (A)	55.6c (ST)	tr	333b
7.50%	10.3e (A)	73.3b (ST)	tr	540a
10.00%	10.5e (A)	128a (ST)	tr	568a

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf yang sama dalam satu kolom tidak berbeda nyata pada uji Tukey pada $\alpha < 0.05$.

AM =Agak Masam; N=Netral; A=Alkalis; S= Sedang; R=Rendah; ST= Sangat Tinggi (kriteria berdasarkan penilaian sifat tanah Balai Penelitian Tanah, 2005). tr= tidak terdeteksi

Berdasarkan hasil analisis ragam menunjukkan bahwa dosis pupuk kalium silikat berpengaruh nyata terhadap Al-dd tanah. Uji *Tukey* pada taraf nyata $\alpha = 5\%$ (Tabel 5) menunjukkan kadar Al-dd tanah setelah aplikasi pupuk kalium silikat berbeda nyata dengan kontrol. Hal ini karena sifat pupuk yang alkali melepaskan OH⁻ sehingga meningkatkan pH tanah dan mengendapkan Al. Wright (1989) menyatakan bahwa semakin tinggi pH tanah maka Al mengendap cenderung menjadi bentuk Al(OH)₃ yang sukar larut. Dosis pupuk 1.00% dan 2.50% masih terkandung Al-dd namun nyata lebih rendah dibandingkan kontrol, sedangkan dosis 5.00 sampai 10.00% Al-dd tidak terdeteksi karena pH tanah yang relatif tinggi. Berdasarkan hasil percobaan inkubasi, dosis pupuk kalium silikat yang

direkomendasikan adalah 2.50% karena kandungan Al-dd yang rendah serta pH yang tergolong netral.

Kandungan Al yang tinggi dapat langsung berpengaruh meracuni akar tanaman dan menurunkan kemampuan penyerapan hara tanah, selain itu berpengaruh terhadap ketersediaan hara P bagi tanaman. Melalui pengaplikasian pupuk kalium silikat dengan dosis 2.50%, pH tanah podsolik menjadi netral dan faktor pembatas Al-dd turun secara nyata.

Hasil analisis ragam menunjukkan pupuk kalium silikat berpengaruh nyata terhadap K-dd tanah. Hasil uji *Tukey* pada taraf nyata $\alpha = 5.00\%$ menunjukkan peningkatan dosis pupuk kalium silikat (Tabel 5) nyata meningkatkan kandungan K-dd pada tanah dibandingkan dengan kontrol. Perlakuan 1.00% dan 2.50% kalium silikat meningkatkan K-dd berturut-turut menjadi 12.5 $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ dan 26.5 $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$. Pemberian pupuk kalium silikat dengan dosis 5.00% dan 7.50% meningkatkan K-dd menjadi 55.6 $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ dan 73.3 $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$. Peningkatan K-dd tertinggi ditunjukkan pada dosis 10.00% sebesar 128 $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$. Peningkatan K-dd oleh perlakuan pupuk kalium silikat dengan dosis 1.00%, 2.50%, 5.00%, 7.50% dan 10.00% tergolong sangat tinggi. Pemberian pupuk kalium silikat harus diimbangi dengan pemberian kalsium (Ca) dan magnesium (Mg) agar tidak terjadi efek penekanan ketersediaan Ca dan Mg. Pemberian K pada tanah yang kurang subur dapat meningkatkan komponen hasil tanaman dan kualitas panen (Hussain *et al.*, 2015). Hara K ini berperan penting dalam pertumbuhan tanaman terutama di saat masa pematangan tanaman karena mempengaruhi fotosintesis dalam pembentukan klorofil, pengisian biji dan esensial dalam pembentukan karbohidrat (Hafsi *et al.*, 2014).

Berdasarkan hasil analisis ragam menunjukkan bahwa pupuk kalium silikat berpengaruh nyata meningkatkan terhadap Si tersedia. Hasil uji *Tukey* pada taraf nyata $\alpha = 5\%$ menunjukkan setiap peningkatan dosis pupuk kalium silikat dari 2.50% hingga 10.00% nyata meningkatkan Si tersedia tanah dibandingkan dengan kontrol. Pemberian dosis 1.00% tidak berpengaruh nyata terhadap peningkatan Si tersedia tanah dibandingkan dengan kontrol. Pada dosis 2.50% pupuk kalium silikat nyata secara statistik meningkatkan kadar Si contoh tanah kontrol dari 55.3 mg kg^{-1} menjadi 173 mg kg^{-1} . Pada dosis 5.00%, 7.50% dan 10.00% nyata meningkatkan kadar Si tersedia berturut-turut menjadi 333 mg kg^{-1} , 540 mg kg^{-1} dan 568 mg kg^{-1} .

Penelitian ini membuktikan bahwa pupuk Kalium silikat yang dibuat mampu meningkatkan pH tanah, K-dd, dan Si tersedia serta menurunkan kadar Al-dd Ultisol Darmaga. Faktor pembatas pertumbuhan pada tanah masam antara lain adalah kemasaman tanah yang tinggi, kandungan hara makro K rendah, dan kandungan Al-dd tinggi (Hardjowigeno, 2003).

Setelah pengaplikasian perlakuan dosis pupuk dengan mempertimbangkan pH, Al-dd, K-dd, dan Si tersedia maka dosis pupuk Kalium silikat yang direkomendasikan dalam menambah hara K-dd dan Si tersedia yaitu dosis 2.50%. Dosis ini meningkatkan pH tanah mendekati pH netral yaitu 6.70, meningkatkan K-dd menjadi 26.5 $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ dan Si tersedia menjadi 173 mg kg^{-1} . Peningkatan K-dd dan Si tersedia pada setiap dosis perlakuan menunjukkan bahwa pupuk kalium silikat yang

dibuat pada penelitian ini efektif untuk dimanfaatkan sebagai pupuk yang menambah hara K serta Si dalam tanah.

SIMPULAN

Penelitian ini mendapatkan hasil bahwa suhu optimal peleburan dalam pembuatan pupuk kalium silikat dari pencampuran bahan pasir kuarsa dengan KOH adalah 800 °C. Pada suhu ini didapatkan pupuk kalium silikat dengan kandungan K_2O 60.0% dan SiO_2 35.1%. Percobaan inkubasi menghasilkan bahwa aplikasi pupuk silikat dari penelitian ini meningkatkan kandungan K-dd dan Si tersedia Ultisol Darmaga. Pupuk silikat ini juga meningkatkan pH tanah dan menurunkan kandungan Al-dd. Hasil uji tanah pada penelitian ini menunjukkan dosis pupuk kalium silikat 2.50% adalah dosis yang paling efektif karena selain meningkatkan K-dd dan Si tersedia, juga mampu meningkatkan pH tanah menjadi relatif netral.

DAFTAR PUSTAKA

- [Balittanah] Balai Penelitian Tanah. 2005. *Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air dan Pupuk*. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. 119 pp.
- Clarkson, D.T. and J.B. Hanson. 1980. The mineral nutrition of higher plants. *Annual Review of Plant Physiology*, 31 (1): 239-298.
- Hafsi, C., A. Debez and A. Chedly. 2014. Potassium deficiency in plants: effects and signaling cascades. *Acta Physiologiae Plantarum*, 36(5): 1055-1070.
- Hardjowigeno, S. 2003. *Klasifikasi Tanah dan Pedogenesis*. Akademika Pressindo. Jakarta.
- Hartono, A. 2008. The effect of calcium silicate on the phosphorus sorption characteristics of Andisols Lembang West Java. *J. Ilmu Tanah dan Lingk.*, 10(1): 14-19.
- Hartono, A. and R. Bilhaq. 2014. The effect of silicate to the releasing pattern of native inorganic phosphorus of Andisol Lembang the successive resin extraction. *J. ISSAAS*, 20(2): 43-50.
- Hussain, A., M. Arsyad, Z. Ahmad, H.T. Ahmad, M. Afzal and M. Ahmad. 2015. Potassium fertilization influences growth, physiology and nutrients uptake of maize (*Zea mays* L.). *Cercetare Agronomice in Moldova*, 48(1): 37-50.
- Islam, A. and R.C. Saha. 1969. Effect of silicon on the chemical composition of rice plants. *Plant and Soil*, 30: 446-458.
- Ispandi, A. dan A. Munip. 2004. Efektivitas pupuk K dan frekuensi pemberian pupuk K dalam meningkatkan serapan hara dan produksi kacang tanah di lahan kering Alfisol. *Ilmu Pertanian*, 11(2): 11-24.
- Ma, J.F., K. Tamai, N. Yamaji, N. Mitani, S. Konishi, M. Katsuhara, M. Ishiguro, Y. Murata and M. Yano. 2006. A silicon transporter in rice. *Nature*, 440(30): 688-691.

- Ma, J.F. 2004. Role of silicon in enhancing the resistance of plants to biotic and abiotic stresses. *Soil Sci. Plant Nutr.*, 50(1): 11-18.
- Mengel, K. and E.A. Kirkby. 2001. *Principles of Plant Nutrition*. 5th ed. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht. 849 pp.
- [PPT] Pusat Penelitian Tanah. 1983. *Kriteria Penilaian Data Sifat Analisis Kimia Tanah*. Balai Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Departemen Pertanian. Bogor.
- Siswanto, M., Y. Mahardika dan L.A. Maulidi. 2017. Pupuk kalium silika dengan proses kalsinasi berbasis batuan Trass. *Jurnal Teknik Kimia*, 11(2): 46-50.
- Tisdale, S.L., W.L. Nelson and J.D. Beaton. 1985. *Soil Fertility and Fertilizer*. Macmillan Pub. Co. New York. 754 pp.
- Vasanthi, N., L.M. Saleena and S.A. Raj. 2014. Silicon in crop production and crop protection - a review. *Agri. Reviews*, 35(1): 14-23.
- Wahyuno, D., D. Manohara dan R.T. Setiyono. 2009. Ketahanan beberapa lada hasil persilangan terhadap *Phytophthora capsica* asal lada. *Jurnal Littri.*, 15(2): 77-83.
- Wright, R.J. 1989. Soil aluminium toxicity and plant growth. *Commun. Soil sci.Plant anal.*, 50-56.
- Yukamgo, E. dan N.W. Yuwono. 2007. Peran silikon sebagai unsur bermanfaat pada tanaman tebu. *J. Ilmu Tanah dan Lingk.*, 7(2):103-116.
-