

Siswanto<sup>1)</sup>, Mochammad Yoga Mahardika<sup>2)</sup>, Lestariyanto Achmat Maulidi: pupuk kalium silika dengan proses kalsinasi berbasis batuan trass

## PUPUK KALIUM SILIKA DENGAN PROSES KALSINASI BERBASIS BATUAN TRASS

Siswanto<sup>1)</sup>, Mochammad Yoga Mahardika<sup>2)</sup>, Lestariyanto Achmat Maulidi<sup>3)</sup>

1) Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, UPN "Veteran" Jawa timur  
Jl. Raya Rungkut Madya, Gunung Anyar, Surabaya 60294  
Telepon (031) 8782179, faks (031) 8782257  
E-mail : siswantomoenandar@yahoo.com

### Abstrak

Batuan dan tambang pasir mempunyai manfaat yang sangat penting bagi kehidupan. Dengan banyaknya manfaat dari batuan, maka sayang sekali jika Indonesia yang memiliki banyak cadangan bahan baku menyia-nyiakannya. Contoh manfaat dari batuan yaitu bisa diubah menjadi pupuk kalium silika dengan mereaksikannya dengan kalium. Contoh batuan yang bisa diambil silikanya yaitu batuan trass. Prosedur yang dilakukan untuk membuat pupuk kalium silika yaitu dengan mereaksikan batu trass berukuran 100 mesh dengan pereaksi KOH dan  $K_2CO_3$  yang komposisinya diatur dengan perbandingan berat, dimana basis batu trass adalah 100 gr. Proses tersebut dilakukan pada suhu  $1250\text{ }^\circ\text{C}$  dengan waktu reaksi selama 1 jam. Hasil yang didapatkan, yaitu produk pupuk kalium silika dari batu trass terbaik untuk pereaksi  $K_2CO_3$  yaitu dengan perbandingan 500gr : 74gr dengan kandungan  $SiO_2$  : 26.8% dan kandungan  $K_2O$  : 27.3%, dengan kelarutan dalam air sebesar 24.02%, sedangkan untuk produk pupuk kalium silika dari batu trass terbaik untuk pereaksi KOH yaitu dengan perbandingan mol 400gr : 60gr dengan kandungan  $SiO_2$  : 23.6% dan kandungan  $K_2O$  : 22.2%, dengan kelarutan dalam air sebesar 25.65%. Ukuran pori produk pupuk kalium silika dari batu trass ini, yaitu kisaran 350-1000nm.

**Kata kunci :** batu trass, kalsinasi, pupuk kalium silika

## FERTILIZERS OF SILICA STEAM WITH CALCULATION PROCESS BASED ON TRASS STONE

### Abstract

Rocks and sand mines have important benefits for life. With the many benefits of rocks, it is a pity if Indonesia has a lot of raw material reserves waste it. Examples of the benefits of rocks can be converted to potassium silicate fertilizer by reacting with potassium. Examples of rocks that can be converted into potassium silicate fertilizer are trass rock. The procedure for making potassium silicate fertilizer is by reacting 100 mesh trass rock with KOH and  $K_2CO_3$  reagents whose composition is adjusted by weight ratio, where the base of the trass stone is 100 gr. The process is carried out at a temperature of  $1250\text{ }^\circ\text{C}$  with a reaction time of 1 hour. The results obtained are the best potassium silicate fertilizer for  $K_2CO_3$  reagent which is 500gr: 74gr with  $SiO_2$  content: 26.8% and  $K_2O$  content: 27.3%, with water solubility 24.02%, while for potassium silicate fertilizer product from best trass rock for KOH reagent is by 400 mole ratio: 60 gr with  $SiO_2$  content : 23.6% and  $K_2O$  content : 22.2%, with 25.65% water solubility. The pore size of potassium silicate fertilizer product from this trass stone, which is 350-1000nm range

**Key words :** trass rock, kalsinasi, potassium silicate fertilizer

## PENDAHULUAN

Indonesia banyak sekali memiliki sumber daya alam, diantaranya yaitu tambang pasir dan batuan. Batuan dan tambang pasir mempunyai manfaat yang sangat penting bagi kehidupan manusia contohnya yaitu digunakan untuk bahan batu batako, industri semen, dan campuran bahan bangunan. Dengan banyaknya manfaat dari batuan tersebut, maka sayang sekali jika Indonesia yang memiliki banyak cadangan bahan baku menyia-nyiakannya. Satu lagi contoh manfaat dari batuan yaitu bisa diubah menjadi pupuk kalium silika dengan mereaksikannya dengan kalium. Contoh batuan yang bisa diambil silikanya yaitu batuan trass. Batu trass adalah batuan gunung api yang telah mengalami perubahan komposisi kimia yang disebabkan oleh pelapukan dan pengaruh kondisi air bawah tanah. Bahan galian trass yang terdapat di alam umumnya berasal dari batuan piroklasik dengan komposisi andesitis yang telah mengalami pelapukan secara intensif sampai derajat tertentu.

Beberapa peneliti telah banyak yang melakukan penelitian tentang pembuatan pupuk kalium silika dalam skala pabrik maupun skala laboratorium. Segawa, H., dkk, (1982) telah melakukan penelitian dalam skala pabrik dengan judul *Process For Producing Potassium Silicate Fertilizer And Apparatus For Practicing Said Process*, mereka membuat pupuk kalium silika dari fly ash yang dicampurkan dengan sumber kalium dan dikalsinasi pada suhu sekitar 600-1100°C. Tahun (2012) Amalinda, L., dkk telah melakukan penelitian dalam skala pabrik dengan judul *Pembuatan Pupuk Kalium Silika Terlarut dalam Asam Sitrat dari Abu Terbang Batu Bara*, mereka membuat pupuk kalium silika dari campuran kalium karbonat, kalium hidroksida, fly ash, bubuk batubara, magnesium hidroksida dan limbah beralkohol yang kemudian dikalsinasi. Tahun (2015) Muljani, S., dkk telah melakukan penelitian tentang pembuatan pupuk kalium silika dari geothermal sludge dan pyrophyllite yang memiliki kandungan silika yang tinggi, hasil kalium silika yang diperoleh setelah mereaksikannya dengan  $K_2CO_3$  yaitu 60-70% dengan suhu 600-1000°C. Tahun (2016) Muljani, S., dkk melakukan penelitian tentang *Produksi Pupuk Kalium Silika dari Limbah PLTB dengan Metode Fusi*, dengan kandungan silika dalam bahan baku sebanyak 80% hasil terbaik yang didapatkan, yaitu 63.6%  $SiO_2$  dan 30.0%  $K_2O$  untuk pereaksi  $K_2CO_3$ , sedangkan untuk pereaksi KOH didapatkan  $SiO_2$  sebesar 62.0% dan  $K_2O$  sebesar 31.4%.

Batu Trass memiliki kandungan silika sekitar 30% - 50%. Kandungan tersebut relatif kecil jika dibandingkan dengan kandungan silika yang berada

dibahan lain, contohnya seperti kandungan silika yang berada di geothermal sludge maupun sekam padi, namun menurut Makarim, A. K., dkk, (2007) pupuk silika diformulasikan mengandung 20% - 26%  $SiO_2$  yang dibedakan penggunaannya antara lahan sawah optimal dan lahan suboptimal, sehingga batu trass masih bisa menjadi alternatif untuk diaplikasikan menjadi pupuk silika.

Memiliki kandungan silika yang relatif kecil batu trass masih bisa dijadikan alternatif untuk dijadikan bahan baku pembuatan pupuk silikat yang diaplikasikan pada lahan-lahan marjinal, lahan rawa (lahan gambut, masam, lebak), lahan tadah hujan, lahan kering, daerah endemik penyakit, keracunan besi dan lahan berdrainasi buruk yang membutuhkan kandungan silika yang relatif rendah.

Pupuk merupakan salah satu sumber nutrisi utama yang diberikan pada tumbuhan. Dalam proses pertumbuhan, perkembangan dan proses reproduksi setiap hari tumbuhan membutuhkan nutrisi berupa mineral dan air. Nutrisi yang biasanya dibutuhkan oleh tumbuhan tidak terlepas dari tiga unsur hara, yaitu Nitrogen (N), Fosfor (P) dan Kalium (K). Peranan ketiga unsur hara (N), (P) dan (K) sangat penting dan mempunyai fungsi yang saling mendukung satu sama lain dalam proses pertumbuhan dan produksi tanaman. Pada saat tanaman mengalami pertumbuhan unsur tanah yang diambil oleh tanaman tidak hanya unsur N, P, dan K saja tetapi ada unsur lain yaitu Silika (Si). Namun tidak semua jenis tanaman mengambil unsur silika, tetapi tanaman seperti padi, tebu dan jagung akan mengambil unsur Silika ini dari dalam tanah. Silika merupakan unsur hara juga bagi tanaman, yang sangat bermanfaat bagi tanaman padi, karena dengan adanya unsur silika dalam daun padi, daun padi akan tetap tegak dan padi tidak mudah roboh. Daun padi yang tetap tegak tersebut akan sangat bermanfaat dalam melakukan proses fotosintesa. Disamping itu adanya unsur silika dalam tanaman dapat meningkatkan daya tahan tanaman terhadap berbagai jenis penyakit.

Pupuk kalium silika belum umum di Indonesia, tetapi di beberapa negara pupuk ini sudah banyak diaplikasikan pada sektor pertanian. Pupuk kalium silika merupakan unsur yang mengandung unsur Silika (Si) dan kalium (K), kedua unsur ini sangat dibutuhkan oleh tanaman (Sumada, 2013), misalnya manfaat dari silika yaitu untuk meningkatkan oksidasi akar tanaman, meningkatkan aktivitas enzim yang terlibat dalam fotosintesis, dan meningkatkan ketebalan dinding sel sebagai proteksi hama. Sedangkan manfaat dari kalium untuk tanaman diantaranya yaitu, membentuk dan mengangkut karbohidrat, sebagai katalisator dalam pembentukan protein, meningkatkan kadar karbohidrat dan gula dalam buah, dan meningkatkan

Siswanto<sup>1)</sup>, Mochammad Yoga Mahardika<sup>2)</sup>, Lestariyanto Achmat Maulidi: pupuk kalium silika dengan proses kalsinasi berbasis batuan trass

kualitas buah karena bentuk, kadar, dan warna yang lebih baik.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh perbandingan berat dalam pembuatan pupuk kalium silika dari batu trass dan untuk mengetahui komposisi produk pupuk kalium silika yang dibuat menggunakan bahan baku batu trass dengan pereaksi KOH dan K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>

### METODE PENELITIAN

Bahan Baku yang digunakan dalam penelitian ini adalah Batu Trass dan pereaksi K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> dan KOH.

Tabel 1. Komposisi batu trass

Si %	Al %	K %	Ca %	Ti %	Fe %	Sr %	Ba %
32.3	8.5	12	11.5	1.5	26.5	2.3	1.2

Batu Trass diambil dari Desa Terja Kabupaten Rembang Jawa Tengah, pereaksi K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> dan KOH dibeli di toko kimia yang berlokasi di Surabaya

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu: Temperatur control, tungku pemanas, fan serta kompor pemanas.

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu : Perbandingan trass dengan KOH, berat batuan tras bervariasi dari 100gr sampai dengan 500 gram dimana berat KOH tetap 60 gram. Perbandingan trass dengan K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, berat batuan tras bervariasi mulai 100gr sampai 500 gram dimana berat Kalium karbonat tetap 74 gram.

### Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian dapat dilihat dari skema berikut ini : Batuan tras dicuci dan dihaluskan sampai ukuran 100 mesh kemudian ditambahkan KOH / K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> sesuai dengan variabel diaduk sampai rata sambil ditetesi air kemudian dimasukkan pada alat kalsinasi selama 1 jam. Hasil kalsinasi kemudian didinginkan dan dihaluskan .

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam penelitian dilakukan pengkajian perbandingan bahan baku (batu trass) terhadap pereaksi Kalium Hidroksida (KOH) dan Kalium Karbonat (K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) dengan variabel respon, yaitu komposisi produk kalium silika (K<sub>2</sub>O.SiO<sub>2</sub>), kelarutan kalium silika dalam air dan ukuran pori partikel.

Pengaruh Ratio Bahan Baku (Trass / KOH) Terhadap Komposisi Produk,

Tabel 2. Pengaruh Ratio Bahan Baku (Trass / KOH)

Ratio Trass / KOH	Produk Pupuk Kalium Silika	
	SiO <sub>2</sub> (%)	K <sub>2</sub> O (%)
100gr : 60gr	12.8	51.7
200gr : 60gr	16.5	31.2
300gr : 60gr	21.1	26.4
400gr : 60gr	23.6	22.2
500gr : 60gr	25.2	11.4

Berdasarkan data dari Tabel 2. didapat bahwa semakin besar perbandingan silika dengan KOH maka kandungan silika dalam produk akan semakin besar dan sebaliknya, kandungan kalium akan semakin kecil, pada perbandingan 100gr : 60gr didapatkan kandungan SiO<sub>2</sub> : 12.8% dan K<sub>2</sub>O : 51.7%, kemudian pada perbandingan 200gr : 60gr didapatkan kandungan SiO<sub>2</sub> : 16.5% dan K<sub>2</sub>O : 31.2%, dan untuk perbandingan selanjutnya kandungan SiO<sub>2</sub> terus meningkat sedangkan kandungan K<sub>2</sub>O semakin menurun sampai perbandingan 500gr : 60gr dengan kandungan SiO<sub>2</sub> : 25.2% dan kandungan K<sub>2</sub>O : 11.4%. Komposisi kalium semakin menurun dikarenakan jumlah silika yang diproses semakin besar.

Pengaruh Ratio Bahan Baku (Trass / K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) Terhadap Komposisi Produk

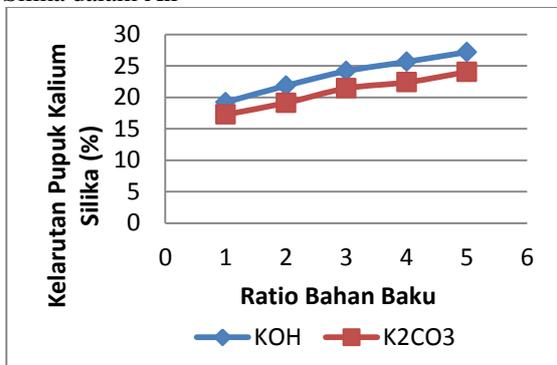
Tabel 3. Pengaruh Ratio Bahan Baku (Trass / K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) Terhadap Komposisi Produk

Ratio SiO <sub>2</sub> / K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	Produk Pupuk Kalium Silika	
	SiO <sub>2</sub> (%)	K <sub>2</sub> O (%)
100gr : 74gr	16.5	39.7
200gr : 74gr	19.5	32.4
300gr : 74gr	22.2	27.8
400gr : 74gr	24.3	27.6
500gr : 74gr	26.8	27.3

Berdasarkan data dari Tabel 3. didapat bahwa ratio bahan baku silika terhadap kalium berpengaruh terhadap komposisi produk kalium silika. Proses kalsinasi batuan pyrophyllite dengan kalium karbonat pada suhu 600 – 1.000 °C ( Muljani, S., dkk 2015 ), untuk batuan tras pada suhu 1250 °C silika dan K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> sudah meleleh sehingga membentuk reaksi kalium silika, dimana semakin besar perbandingan silika dengan K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> maka kandungan silika dalam produk akan semakin besar dan sebaliknya,

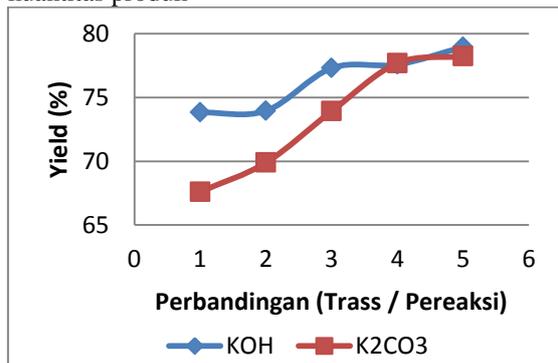
kandungan kalium akan semakin kecil, pada perbandingan 100gr : 74gr didapatkan kandungan  $\text{SiO}_2$  : 16.5% dan  $\text{K}_2\text{O}$  : 39.7%, kemudian pada perbandingan 200gr : 74gr didapatkan kandungan  $\text{SiO}_2$  : 19.5% dan  $\text{K}_2\text{O}$  : 32.4%, dan untuk perbandingan selanjutnya kandungan  $\text{SiO}_2$  terus meningkat sedangkan kandungan  $\text{K}_2\text{O}$  semakin menurun. Komposisi kalium semakin menurun dikarenakan jumlah silika yang diproses semakin besar. Dari tabel juga dapat diketahui bahwa kualitas produk pupuk kalium silika yang dihasilkan dapat disesuaikan dengan kebutuhan. Cara menyesuaikan produk agar sesuai dengan kebutuhan yang diinginkan, yaitu dengan cara mengatur perbandingan jumlah silika dengan pereaksinya.

Pengaruh Ratio Terhadap Kelarutan Pupuk Kalium Silika dalam Air



Gambar 1. Pengaruh Ratio Terhadap Kelarutan Pupuk Kalium Silika dalam Air

Perbandingan trass dengan pereaksi terhadap kuantitas produk



Gambar 2. Perbandingan trass dengan pereaksi terhadap kuantitas produk

Berdasarkan Gambar 1. dan Gambar 2. didapat bahwa semakin besar perbandingan silika dengan peraksi, maka semakin besar jumlah produk yang dihasilkan. Hal tersebut disebabkan semakin besar silika yang ditambahkan, maka kehilangan pereaksi akibat peleburan akan semakin kecil. Kehilangan berat kalium karbonat karena terbentuknya gas  $\text{CO}_2$ , sedangkan kehilangan berat kalium hidroksida karena terbentuknya  $\text{H}_2\text{O}$  yang

menguap. Pupuk kalium silika mengandung unsur Silika dan Kalium yang dibutuhkan oleh tanaman (Sumada, 2013)

Perbandingan Trass dengan Pereaksi Terhadap Konversi

Tabel 4. Data Konversi Bahan dan % Kehilangan (Trass / KOH)

Perbandingan (Trass/ KOH)	Konversi (%)	% Kehilangan
100gr : 60gr	99.63	21.43
200gr : 60gr	49.77	23.21
300gr : 60gr	33.19	20.57
400gr : 60gr	24.9	20.75
500gr : 60gr	19.91	19.66

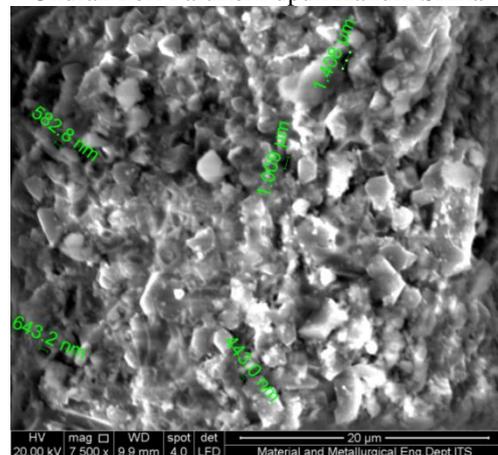
Tabel 5. Data Konversi Bahan dan % Kehilangan (Trass / K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>)

Perbandingan (Trass/ K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> )	Konversi (%)	% Kehilangan
100gr : 74gr	99.63	21.69
200gr : 74gr	49.77	23.52
300gr : 74gr	33.19	21.09
400gr : 74gr	24.9	18.23
500gr : 74gr	19.91	18.4

Berdasarkan data dari Tabel 4. dan Tabel 5., didapat bahwa semakin besar perbandingan antara batu trass dengan pereaksi maka konversinya akan mengalami penurunan. Hal tersebut dikarenakan jumlah pereaksi yang digunakan tidak sebanding dengan jumlah bahan yang akan direaksikan.

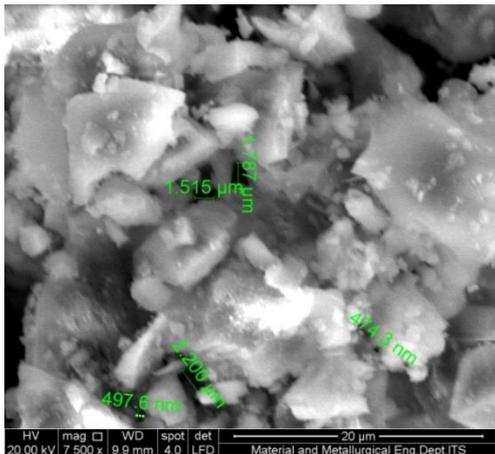
Dari data diatas dapat pula diamati persen kehilangan produk yang terjadi. Kehilangan produk diakibatkan oleh adanya produk yang menempel dan mengeras pada wadah dalam proses pembentukan pupuk kalium silika sehingga sulit untuk diambil dan ditimbngan berat produk yang telah dihasilkan.

Ukuran Pori Partikel Pupuk Kalium Silika



Gambar 4. Morphologi SEM pupuk kalium silika dengan perbesaran 7.500x

Siswanto<sup>1)</sup>, Mochammad Yoga Mahardika<sup>2)</sup>, Lestariyanto Achmat Maulidi: pupuk kalium silika dengan proses kalsinasi berbasis batuan trass



Gambar 5. Morphologi SEM pupuk kalium silika dengan perbesaran 10.000x

Berdasarkan data dari Gambar 4. dan Gambar 5. didapat ukuran pori partikel yang tidak seragam, sebagian berukuran mikropori dan sebagian berukuran nanopori. Namun dari gambar diatas ukuran pori yang mendominasi adalah ukuran nanopori.

Pengaruh ukuran pori partikel pupuk, yaitu semakin kecil ukuran pori suatu pupuk, maka pupuk tersebut mampu mengikat partikel tanah menjadi agregat yang lebih bagus, memperbaiki distribusi ukuran pori tanah sehingga daya pegang air (water holding capacity) terhadap tanah menjadi lebih baik dan pergerakan udara (aerasi) didalam tanah juga menjadi lebih baik, dan juga berperan sebagai pembenah tanah untuk memperbaiki kesuburan fisik, kimia, dan biologi tanah dalam jangka panjang.

Berdasarkan hasil penelitian yang sudah dilakukan disimpulkan bahwa :

Penambahan jumlah silika yang diproses berpengaruh terhadap produk pupuk kalium silika sedangkan hasil produk yang sudah memenuhi formulasi yang dibutuhkan oleh lahan sawah untuk pereaksi KOH yaitu perbandingan mol 4:1 dengan kandungan  $\text{SiO}_2$  : 23.6% dan kandungan  $\text{K}_2\text{O}$  : 22.2%, dengan kelarutan dalam air sebesar 25.65% .

Hasil produk pupuk kalium silika yang sudah memenuhi formulasi yang dibutuhkan oleh lahan sawah untuk pereaksi  $\text{K}_2\text{CO}_3$  yaitu dengan perbandingan mol 5:1 dengan kandungan  $\text{SiO}_2$  : 26.8% dan kandungan  $\text{K}_2\text{O}$  : 27.3%, dengan kelarutan dalam air sebesar 24.02%.

Secara kualitas pupuk kalium silika terbaik dari batu trass didapat dari pereaksi  $\text{K}_2\text{CO}_3$  dengan kandungan  $\text{SiO}_2$  : 26.8% dan kandungan  $\text{K}_2\text{O}$  : 27.3%, akan tetapi secara ekonomis pereaksi KOH memiliki harga yang lebih murah dibandingkan dengan  $\text{K}_2\text{CO}_3$  dengan kandungan  $\text{SiO}_2$  : 23.6% dan kandungan  $\text{K}_2\text{O}$  : 22.2%, dengan kelarutan dalam air sebesar 25.65%.

## DAFTAR PUSTAKA

- Amalinda, L., Elisabeth, M., Megantari, U. 2012. "Pembuatan Pupuk Kalium Silika Terlarut Dalam Asam Sitrat Dari Abu Terbang Batu Bara".
- Arum, Dimas. 2014. "Manfaat Kalium". (kopenbumilestari45.blogspot.co.Id/2014/11/fungsi-kalium-bagi-tanaman.html). Diakses pada tanggal 29 Februari 2016 pada pukul 15.30 WIB
- Makarim, A.K., Suhartatik, E., Kartohardjono, A. 2007. "Silikon : Hara Penting pada Sitem Produksi Padi". Iptek Tanaman Pangan Vol. 2 No. 2 – 2007 : Peneliti Balai Besar Penelitian Tanaman Padi
- Muljani, S., Wahyudi, B., Sumada, K., Suprihatin. 2015. "Potassium Silicate Foliar Fertilizer Grade From Geothermal Sludge and Pyrophyllite". MATEC Web of Conferences 58, 01021
- Muljani, S., Wahyudi, B. 2016. "Produksi Pupuk Kalium Silika Dari Limbah PLTB Dengan Metode Fusi". Surabaya, UPN "Veteran" Jawa Timur
- Segawa, H., Akizuki, K. 1982. "Process For Producing Potassium Silicate Fertilizer And Apparatus For Practicing Said Process". United States Patent.