

# KINETIKA REAKSI PEMBUATAN PUPUK KALIUM SULFAT DARI AIR BATANG PISANG DENGAN AIR KAWAH DIENG

Arif Jumari<sup>1)</sup> dan Sunu Herwi Pranolo<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>Staf Pengajar Jurusan Teknik Kimia F.T. UNS

**Abstract :** *Potash is one of the elements, beside Nitrogen and Phosphate, needed by plants. Potassium Sulphate is one of the fertilizers as sources of potash element. Potassium Sulphate could be synthesized from mineral material or by chemical reaction. The chemical reaction producing potassium sulphate could be done by reacting solution containing potash and solution containing sulphate. Naturally, substance of potash is contained in banana tree and sulphate could be found in water of Dieng Crater. Banana tree was pressed to obtain water containing potash. Both water from banana tree and water of Dieng Crater were then reacted to produce potassium sulphate. The kinetic parameters of reaction between water from banana tree and water of Dieng Crater was investigated. The research was carried out batchwise. Water from banana tree and water of Dieng Crater with a certain ratio of volume were filled into reactor at a constant temperature. The change of potash concentration was determined every time interval. The reaction order with respect to potash concentration and sulphate concentration were found as 1.82 and 1.03, respectively, and the reaction rate constant at temperature 30°C, 40°C and 50°C were 52.1967 mol/l.s, 53.2882 mol/l.s, 54.3609 mol/l.s, respectively.*

**Keywords :** *Potassium Sulphate, water from banana tree, water of Dieng Crater, reaction order, reaction rate constant*

## PENDAHULUAN

Indonesia memerlukan pupuk kalium dalam jumlah besar dan seluruhnya harus dipenuhi dengan import. Di Indonesia sampai saat ini belum ditemukan bahan tambang yang mengandung senyawa kalium yang dapat dimanfaatkan secara ekonomis. Import pupuk kalium ini dari tahun ke tahun terus meningkat. Sebagai perbandingan, pada tahun 1978 Indonesia mengimpor 107.868 ton dan tahun 1990 mengimpor 581.287 ton (Biro Pusat Statistik, 1990).

Sumber kalium dapat diperoleh dari bahan galian, abu, lumut laut, debu tungku semen, sisa fermentasi tetes dan berbagai jenis tumbuhan. Tumbuhan ini mulai dari kayu dan kulit buah, batang pisang, kulit kacang, jerami dan lain-lain. Selama pertumbuhannya, pohon pisang menyerap kalium dalam bentuk  $K_2O$  sebanyak 1286 lb /acre. Dari Kalium yang diserap tersebut sebagian terbawa dalam buah, sebagian yang lain terbawa oleh daun dan batang.

Pemanfaatan batang pisang selama ini masih minimal, yaitu dibiarkan membusuk untuk digunakan sebagai pupuk organik atau bahkan tidak

dimanfaatkan sama sekali. Pohon pisang yang mengandung banyak kalium dapat digunakan sebagai sumber kalium dalam pembuatan pupuk kalium dalam bentuk  $K_2SO_4$ . Pengambilan Kalium dari batang pisang dapat dilakukan dengan mengambil air batang pisang atau membakar batang pisang lebih dahulu dan mengekstrak abunya.

Garam kalium netral yang biasa digunakan sebagai pupuk antara lain senyawa kalium sulfat ( $K_2SO_4$ ). Untuk tujuan ini maka air batang pisang dapat direaksikan dengan asam sulfat. Sumber sulfat bisa diperoleh dari air alam yang mengandung sulfat seperti air Kawah Ijen, air Kawah Dieng, air Juwangi, asam sulfat teknis ( $H_2SO_4$ ), atau hasil reaksi gas sulfur dioksida ( $SO_2$ ).

Jika air batang pisang yang mengandung kalium direaksikan dengan asam sulfat akan menghasilkan senyawa kalium sulfat ( $K_2SO_4$ ) yang dapat dipergunakan sebagai pupuk kalium. Sebagian besar pupuk kalium berupa senyawa KCl, namun senyawa  $K_2SO_4$  juga banyak digunakan. Pembuatan pupuk kalium sulfat ( $K_2SO_4$ ) ini diharapkan dapat mengurangi ketergantungan pada import pupuk

dengan memanfaatkan batang pisang yang belum banyak dimanfaatkan .

Penelitian ini juga ingin membuktikan bahwa pupuk kalium sulfat dapat dibuat dari air batang pisang dan Air Sulfat dari kawah Dieng. Variabel yang akan dipelajari adalah pengaruh konsentrasi air sulfat pada konsentrasi kalium dalam air batang pisang yang tetap dan pengaruh pengadukan terhadap konversi pembentukan kalium sulfat.

### PERUMUSAN MASALAH

Bila batang pisang dibiarkan begitu saja nilai tambah yang diperoleh sangat kecil, Tetapi bila air yang terkandung didalamnya diambil dan direaksikan dengan air sulfat (Air kawah dieng) dapat diperoleh produk yang lebih berguna yaitu pupuk kalium Sulfat.

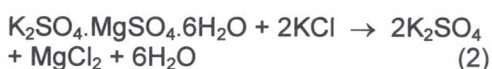
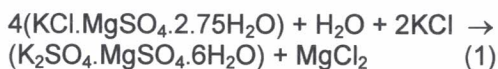
### TUJUAN PENELITIAN

Penelitian ini bertujuan memanfaatkan batang pisang sebagai sumber kalium untuk pembuatan pupuk kalium sulfat (  $K_2SO_4$  ) dan mempelajari kinetika reaksi pembuatan pupuk kalium sulfat dari air batang pisang dan air kawah Dieng.

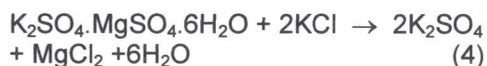
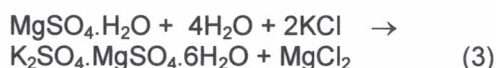
### TINJAUAN PUSTAKA

Kalium sulfat ( $K_2SO_4$ ) dan Kalium Klorida (KCl) merupakan bentuk dari pupuk kalium . Selain  $N_2$  dan fosfat, kalium merupakan unsur yang dibutuhkan oleh tumbuh-tumbuhan. Sampai saat ini kebutuhan pupuk kalium Indonesia harus didatangkan dari luar negeri.

Senyawa Kalium sulfat ( $K_2SO_4$ ) dibuat dengan proses fisis dan kimia sehingga didapat kalium sulfat (Kobe, 1957). Di Sicilia,  $K_2SO_4$  dibuat dengan menguraikan mineral Kainit ( $KCl.MgSO_4.2.75H_2O$ ) menjadi Schaenit, kemudian menjadi  $K_2SO_4$ .



Kira-kira separuh produk  $K_2SO_4$  di dunia diperoleh dengan mereaksikan dengan KCl dan  $MgSO_4$ .

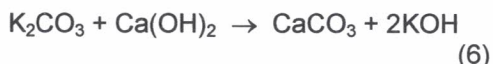


Mineral Langbaenit bisa langsung direaksikan dengan KCl.



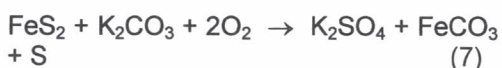
Indonesia tidak mempunyai bahan tambang yang kaya kalium, tetapi senyawa kalium bisa diperoleh dari sumber nabati. Senyawa kalium dari sumber nabati tersebut dapat diperoleh dari kulit buah kapuk, batang pisang dan sekam padi (Agra, 1986).

Pemungutan senyawa kalium nabati telah dirintis dengan cara membakar sumber kalium nabati dan abunya diekstraksi dengan air. Esktrak abu yang diperoleh banyak mengandung  $K_2CO_3$ . Pengolahan selanjutnya adalah mereaksikan ekstrak abu dengan kapur padam diperoleh hasil KOH dan  $CaCO_3$ .



Mutu hasil agak rendah sehingga harus diadakan pemurnian lebih dahulu.

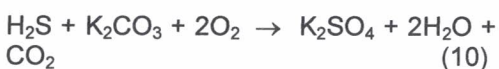
Apabila suspensi pyrit dalam ekstrak abu dioksidasi dengan udara, akan didapat  $K_2SO_4$  dengan kadar sulfat 68.67 %.



Pemanfaatan ekstrak abu pada proses oksidasi  $H_2S$  juga pernah dilakukan untuk membuat kalium sulfat. Ekstrak abu digunakan untuk menyerap gas hidrogen sulfit hasil pirolisis belotong. Dari hasil oksidasi diperoleh kalium sulfat. Reaksi :



Reaksi keseluruhan :



## LANDASAN TEORI

Reaksi antara air batang pisang dengan air sulfat membentuk kalium sulfat dapat ditulis sebagai berikut :



Persamaan kecepatan reaksi pembentukan  $\text{K}_2\text{SO}_4$  dapat dijabarkan sebagai berikut

$$-r_A = -\frac{dC_A}{dt} \quad (12)$$

$$-r_B = -\frac{dC_B}{dt} \quad (13)$$

$$-r_A = -r_B = k_1 C_A^m C_B^n \quad (14)$$

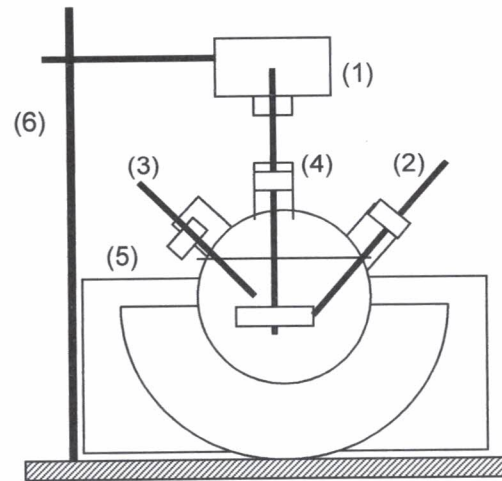
$$C_B = C_{B0} - 2(C_{A0} - C_A) \quad (15)$$

## METODOLOGI

Penelitian dilakukan di laboratorium. Air sulfat diperoleh dari air kawah Dieng dan air yang mengandung kalium diperoleh dari batang pisang. Air batang pisang diperas untuk mendapatkan air yang mengandung kalium. Kandungan kalium dari air batang pisang ditentukan menggunakan *Flame Photometer*. Air kawah Dieng direaksikan dengan  $\text{BaCl}_2$  dan mengendapkan serta menyaring endapannya yang berupa senyawa  $\text{BaSO}_4$  untuk mengetahui kadar sulfatnya.

Sejumlah volume tertentu dari air batang pisang dan air kawah dieng dipanaskan secara terpisah sampai suhu tertentu. Selanjutnya kedua larutan tersebut dimasukkan ke dalam reaktor batch seperti pada gambar 1 berikut.

Temperatur reaktor dijaga tetap. Setiap interval waktu sampel larutan diambil untuk ditentukan kadar kalium dalam larutan. Penentuan kadar kalium dilakukan dengan mencampurkan sampel larutan ke dalam alkohol 95 %, Kalium sulfat mengendap dan disaring. Filtratnya ditentukan kadar kaliumnya dengan *Flame Photometer*.



Keterangan :

- (1) Motor
- (2) Termometer
- (3) Pipet pengambil sampel
- (4) Labu leher tiga
- (5) Pemanas listrik
- (6) Statif

**Gambar 1. Rangkaian alat penelitian**

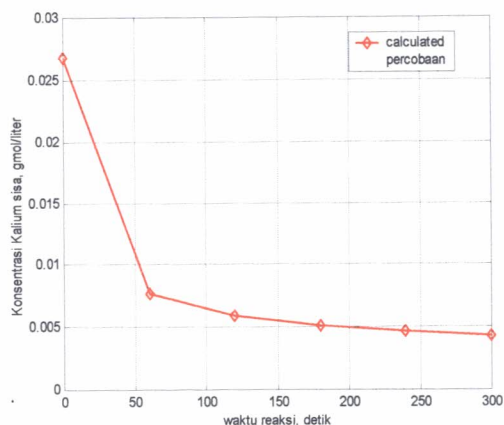
## HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari penentuan kadar kalium dalam air batang pisang menggunakan *Flame Photometer* diperoleh air batang pisang memiliki kadar kalium sebesar **1.67 g/ liter** atau **0.0402 g/mol/liter**. Sedangkan kadar sulfat air kawah Dieng yang ditentukan dengan cara mengendapkan  $\text{BaSO}_4$  setelah bereaksi dengan  $\text{BaCl}_2$  diperoleh bahwa air kawah dieng memiliki kadar sulfat **13.57 g/liter** atau **0.1414 g/mol/liter** Dari percobaan kinetika reaksi kimia diperoleh data yang ditampilkan dalam tabel 1.

**Tabel 1. Konsentrasi kalium dalam larutan terhadap waktu reaksi pada berbagai temperatur ( Konsentrasi Sulfat awal,  $C_{B0}=0.0471$  gmol/l )**

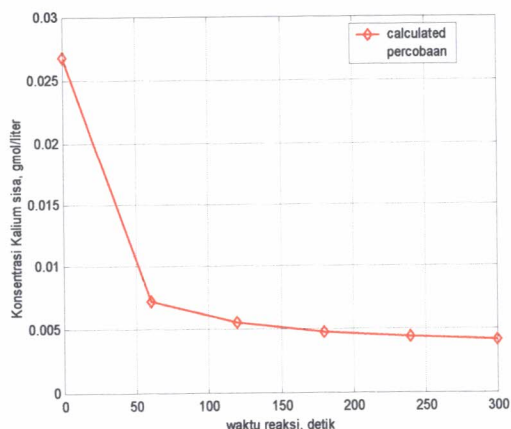
Waktu reaksi (detik)	Konsentrasi kalium dalam sampel larutan, $C_A$ , (gmol/liter) pada temperatur :		
	T=30°C	T=40°C	T=50°C
0	0.0268	0.0268	0.0268
60	0.0103	0.0095	0.0085
120	0.0060	0.0058	0.0054
180	0.0045	0.0040	0.0037
240	0.0035	0.0034	0.0033
300	0.0033	0.0033	0.0033

Berdasarkan data percobaan diatas konsentrasi sulfat sisa dihitung untuk setiap waktu reaksi. Selanjutnya nilai-nilai konsentrasi kalium dan sulfat tersebut digunakan untuk menentukan parameter kinetika reaksi. Penentuan parameter kinetik reaksi ditentukan dengan optimasi menggunakan pemrograman komputer (matlab). Hasil penentuan parameter kinetik ditampilkan pada gambar 2, gambar 3 dan gambar 4



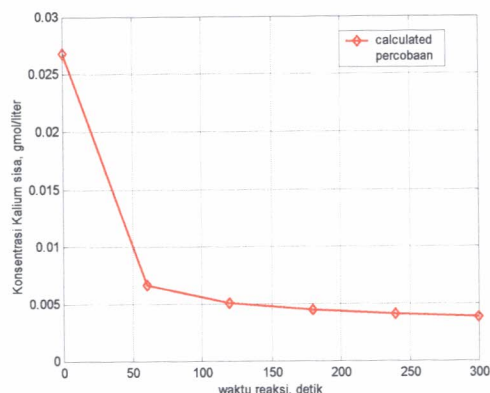
**Gambar 2. Hubungan konsentrasi Kalium dengan waktu reaksi pada temperatur reaksi 30°C**

Untuk temperatur reaksi 30°C order reaksi terhadap konsentrasi kalium dan konsentrasi sulfat masing-masing adalah 1.8271 dan 1.0392. Sedangkan konstanta kecepatan reaksinya adalah 52.1967 gmol/liter.detik.



**Gambar 3. Hubungan konsentrasi Kalium dengan waktu reaksi pada temperatur reaksi 40°C**

Untuk temperatur reaksi 40°C order reaksi terhadap konsentrasi kalium dan konsentrasi sulfat masing-masing adalah 1.8257 dan 1.0152. Sedangkan konstanta kecepatan reaksinya adalah 53.2882 gmol/liter.detik.



**Gambar 4. Hubungan konsentrasi Kalium dengan waktu reaksi pada temperatur reaksi 50°C**

Untuk temperatur reaksi 50°C order reaksi terhadap konsentrasi kalium dan konsentrasi sulfat masing-masing adalah 1.8014 dan 0.9995. Sedangkan konstanta kecepatan reaksinya adalah 54.3609 gmol/liter.detik.

Hasil optimasi parameter kinetik pada berbagai temperatur reaksi ditampilkan pada tabel 2 untuk bisa dibandingkan antara yang satu dengan yang lain.

**Tabel 2. Parameter kinetika rekasi pada berbagai temperatur.**

Parameter kinetika reaksi	Temperatur reaksi		
	T=30 °C	T=40°C	T=50°C
Konstanta kecepatan reaksi, gmol/l.s	52.1967	53.2882	54.3609
Order reaksi terhadap konsentrasi kalium, m	1.8271	1.8257	1.8014
Order reaksi terhadap konsentrasi sulfat, n	1.0392	1.0152	0.9995

Konstanta kecepatan reaksi nilainya dipengaruhi oleh temperatur. Semakin besar temperatur semakin besar nilai konstanta kecepatan reaksi. Pada penelitian ini diperoleh nilai konstanta kecepatan reaksi yang juga naik terhadap kenaikan temperatur. Nilai konstanta kecepatan reaksi cukup besar karena sifat reaksi asam-basa yang berlangsung sangat cepat.

Order reaksi nilainya konstan dan tidak dipengaruhi oleh kenaikan temperatur reaksi atau kenaikan konsentrasi reaktan. Bila ketiga nilai order reaksi diatas dirata-rata diperoleh order reaksi terhadap kalium dan sulfat masing-masing 1.8181 (1.82) dan 1.0272 (1.03). Apabila reaksi berlangsung secara elementer maka order reaksinya adalah 2 terhadap konsentrasi kalium dan 1 terhadap konsentrasi sulfat. Hal ini berarti reaksi berlangsung secara tidak elementer meskipun penyimpangannya kecil. Hal ini karena ada senyawa lain selain kalium dan sulfat yang ada di dalam larutan yang ikut mempengaruhi reaksi.

### KESIMPULAN

Dari uraian diatas ada beberapa kesimpulan yang bisa diajukan disini, diantaranya adalah

1. Air yang diperoleh dari pemerasan batang pisang mengandung kalium (1.67 g/liter) dan air kawah Dieng mengandung sulfat (13.57 g/liter). Dan

kedua air tersebut dapat direaksikan untuk membuat kalium sulfat.

2. Reaksi antara air dari batang pisang dengan air kawah Dieng memiliki order reaksi 1.82 terhadap konsentrasi kalium dan 1.03 terhadap konsentrasi sulfat. Sedangkan konstanta kecepatan reaksi pada tempertaur reaksi 30°C, 40°C dan 50°C masing-masing 52.1967 gmol /liter.detik , 53.2882 gmol/liter.detik, dan 54.3609 gmol/liter.detik.

### Ucapan Terima Kasih

Pada kesempatan ini peneliti mengucapkan terima kasih kepada oleh Direktorat Pembinaan Penelitian dan Pengabdian Pada Masyarakat Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Departemen Pendidikan Nasional yang telah mendanai penelitian ini melalui program penelitian Dosen Muda. Ucapan terima juga disampaikan kepada semua pihak yang terlibat dalam penelitian ini, diantaranya saudara Ricky Aryanto, Kurniawan Handoyo, dan Ana Fitriana.

### Daftar Lambang

- $k_1$  = konstanta kecepatan reaksi  
 $C_{A0}$  = konsentrasi  $K^+$  mula-mula  
 $C_A$  = konsentrasi  $K^+$   
 $C_{B0}$  = konsentrasi  $SO_4^{2-}$  mula-mula  
 $C_B$  = konsentrasi  $SO_4^{2-}$   
 $m, n$  = order reaksi

### Daftar Pustaka

- Agra, I.B., dan Warnijati, S.,1986, "Pembuatan Kalium Sulfat abu dan Gips Secara Sinambung", Kongres Ilmu Pengetahuan Nasional IV di Jakarta
- Biro Pusat Statistik, 1990," Impor Menurut Jenis Barang dan Negeri Asal ", hal. 287, Biro Pusat Statistik, Jakarta
- Fogler, H.S.,1999 , Elements of Chemical Reaction Engineering, 3 ed., Prentice Hall Asia Singapore
- Griffin, R.C., 1955, "Technical Methods of Analysis", 2ed., p.p. 10 -11, Mc.Graw-Hill Book Company Inc., New York.

- Kobe, K.A., 1957, "Inorganic Process Industries", pp 185-212, The Macmillan company, New York
- Levenspiel, O., 1972, "Chemical Reaction Engineering" 2 ed., JohnWiley & Sons, Inc., Canada
- Mullin, J.W., 1993, Crystallization, 3 ed., Butterworth-Heinemann, Oxford
- Myerson, A.S., 1993, Handbook of Industrial Crystallization, Butterworth-Heinemann, Oxford
- Nývilt, J., Söhnel, O., Matuchová, M., and Broul, M., 1985 *The Kinetics of Industrial Crystallization*, Elsevier, Amsterdam.
- Tavare, N.S., 1995, Industrial Crystallization : Process Simulation, Analysis and Design, Plenum Press, New York
- Vogel, A.I., 1953, " A Textbook of Quantitative Inorgani Analysis", 2 ed., pp 485-490, Longman, Green and Co., London