

**PEMBUATAN PUPUK KALIUM SULFAT ( $K_2SO_4$ )  
Dari NATRIUM SULFAT ( $Na_2SO_4$ ) DAN KALIUM KLORIDA (KCl)  
DENGAN PROSES SINGLE STAGE**

**Ika Ratih Yuliyanti (L2C309009) dan Khalifatun Nisa (L2C309011)**  
Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro  
Jln. Prof. Sudharto, Tembalang, Semarang, 50239, Telp/Fax: (024)7460058  
Pembimbing: Ir. Sumarno, MSi.

**ABSTRAK**

*Pupuk kalium merupakan salah satu jenis pupuk yang dibutuhkan oleh sebagian besar petani di Indonesia, karena kebanyakan unsur hara kalium dalam tanah masih relatif kecil. Salah satu jenis pupuk kalium adalah kalium sulfat yang selama ini dibuat dengan proses panjang atau proses double stage yang lebih rumit. Pada penelitian ini akan dipelajari kemungkinan pembuatan kalium sulfat dengan metode single stage dengan mereaksikan natrium sulfat dan kalium klorida di dalam reaktor dengan cara kristalisasi. Proses single stage lebih mudah dan lebih efisien dalam pembuatannya. Berdasarkan hal tersebut, rumusan masalah yang bisa dikembangkan adalah Apakah dengan Proses single stage dapat dihasilkan kristal kalium sulfat dengan yield yang tinggi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengembangkan sebuah metode single stage yang lebih mudah dan sederhana untuk memperoleh pupuk kalium sulfat dan kondisi operasi optimumnya. Selain itu untuk mengetahui kemurnian hasil kristal kalium sulfat yang diperoleh.*

*Bahan utama dalam penelitian ini adalah natrium sulfat ( $Na_2SO_4$ ), kalium klorida (KCl) dan kalium sulfat ( $K_2SO_4$ ). Prosedur awal yang dilakukan adalah melakukan persiapan bahan baku dengan menimbang bahan tersebut. Percobaan dilakukan dengan dua variasi yaitu dengan penambahan dan tanpa penambahan kalium sulfat ( $K_2SO_4$ ). Kemudian menambahkan air pada campuran bahan hingga batas volume. Agar proses pengkristalan lebih cepat terbentuk, digunakan kompor listrik untuk memanaskan bahan. Proses selanjutnya adalah filtrasi memisahkan air dari endapannya, dengan menggunakan kertas saring, sehingga akan terbentuk kristal  $K_2SO_4$ . Supaya lebih cepat kering maka digunakan oven untuk mengeringkan hasil kristal  $K_2SO_4$ .*

*Hasil penelitian menunjukkan bahwa variabel yang paling berpengaruh pada adalah pada perbandingan mol rasio antara  $K_2SO_4 : Na_2SO_4 : KCl = 1 : 1 : 8$  dengan kandungan garam sebesar 30% diperoleh kemurnian yaitu sebesar 96,83% dan yield terbesar yang diperoleh adalah 72,14 pada perbandingan mol rasio antara  $K_2SO_4 : Na_2SO_4 : KCl = 0 : 1 : 8$  dengan kandungan garam sebesar 40%.*

**Kata Kunci :** kalium sulfat, single stage

**Abstract**

*Potassium fertilizer is one type of fertilizer needed by most farmers in Indonesia, because most nutrients are potassium in the soil is still relatively small. One type of potassium are potassium sulfate that had been made with the long or double stage process is more complicated. This research will study the possibility of making potassium sulphate by using single stage by reacting sodium sulfate and potassium chloride in the reactor by means of crystallization. Single stage process is easier and more efficient in the making. Accordingly, the formulation of problems that can develop is Is with single stage process to produce potassium sulfate crystals with a high yield. The purpose of this study was to develop a single stage method which is easier and simpler to obtain potassium sulphate and optimum operating conditions. In addition to the purity of potassium sulfate crystals results obtained.*

*The main ingredient in this study are sodium sulfate ( $Na_2SO_4$ ), potassium chloride (KCl) and potassium sulfate ( $K_2SO_4$ ). Initial procedure is the preparation of raw materials by weighing the material. The experiment was done with two variations namely with the addition and without addition of potassium sulfate ( $K_2SO_4$ ). Then add water to the mixture until the volume limit. For more rapid crystallization process is formed, used electric stove to heat the material. The next process is to separate water from sediment filtration, using filter paper, which will form  $K_2SO_4$  crystals. In order to more quickly dry the oven used to dry the  $K_2SO_4$  crystals.*

*The results showed that the most influential variable on the mole ratio is the ratio of  $K_2SO_4 : Na_2SO_4 : KCl = 1 : 1 : 8$  with a salt content sebesar 30% purity is obtained that is equal to 96.83% and the largest yield obtained was 72.14 in comparison mole ratio of  $K_2SO_4 : Na_2SO_4 : KCl = 0 : 1 : 8$  with a salt content of 40%.*

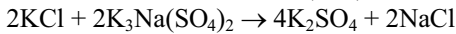
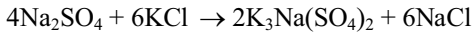
*Key Word : potassium sulphate, single stage*

## 1. Pendahuluan

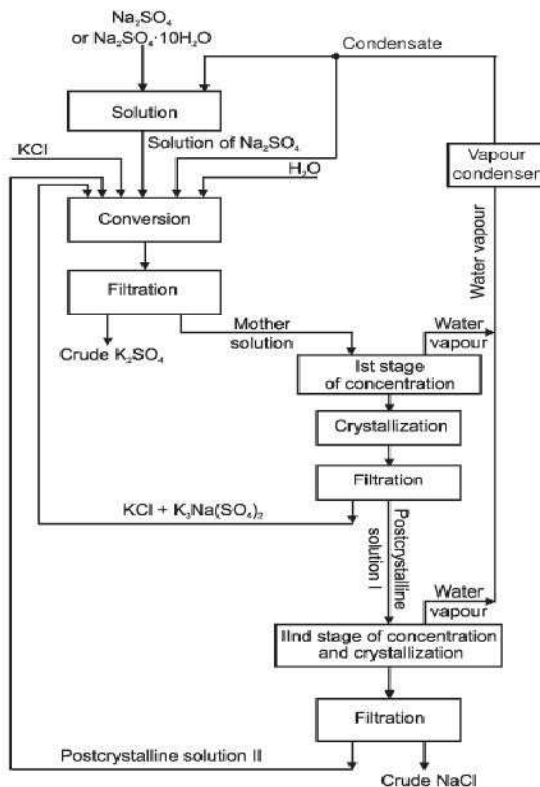
Kebutuhan pupuk di Indonesia masih cukup besar karena sebagian besar penduduknya masih hidup dari usaha pertanian. Salah satu jenis pupuk yang digunakan adalah pupuk kalium sulfat ( $K_2SO_4$ ) yang harganya relatif mahal, karena pabrik pupuk di Indonesia yang memproduksi hanya sedikit. Pupuk kalium sulfat ( $K_2SO_4$ ) mengandung unsur kalium (K) yang sangat diperlukan oleh tanah untuk membantu menyuburkan tanaman. Kalium (K) memiliki kegunaan untuk merangsang pertumbuhan akar dan meningkatkan ketahanan terhadap penyakit.

Kekurangan unsur kalium (K) menyebabkan terhambatnya proses fotosintesa dan jumlah tangkai bunga menurun, juga menyebabkan kerontokan. Walaupun pupuk kalium sulfat ( $K_2SO_4$ ) bukanlah pupuk yang utama dalam bidang pertanian, namun keberadaannya masih sangat diperlukan untuk meningkatkan kualitas hasil pertanian. Sebagian besar pupuk kalium berupa senyawa KCl, tetapi senyawa  $K_2SO_4$  juga dapat digunakan.

Keberhasilan proses pembuatan kalium sulfat saat ini adalah dengan menggunakan proses double stage yang lebih rumit. Double stage operasinya secara kontinyu sehingga menggunakan proses dimana recycle mother liquor yang mengandung kristalin glaserite  $K_3Na(SO_4)_2$  dan KCl, serta kondensat hasil kondensasi dari uap evaporator diumpangkan kembali reaktor. Proses double stage sering digunakan oleh industri-industri kimia, biasanya produk yang dihasilkan dalam jumlah besar sehingga memakan waktu yang lama dibandingkan dengan proses single stage. Reaksi yang terjadi yaitu :

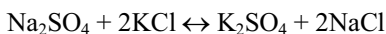


Blok diagram pembuatan  $K_2SO_4$  secara double stage :

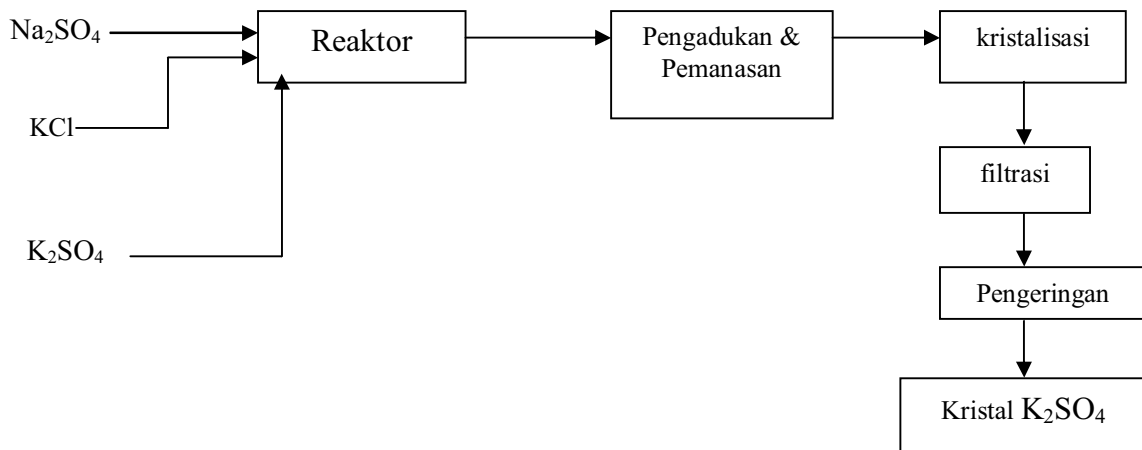


Gambar 1.1 Blok diagram pembuatan  $K_2SO_4$  secara double stage

Pada proses single stage diperoleh hasil akhir yang tidak perlu direcycle kembali karena menggunakan proses secara batch. Proses single stage hanya meniru pada proses double stage, tetapi disini prosesnya hanya satu kali reaksi sehingga lebih menghemat waktu. Reaksi yang terjadi pada proses pembuatan kalium sulfat ( $K_2SO_4$ ) adalah :



Blok diagram pembuatan  $K_2SO_4$  secara single stage :



Gambar 1.2 Blok diagram pembuatan  $K_2SO_4$  secara single stage

Kebanyakan proses pembuatan kalium sulfat saat ini adalah dengan menggunakan proses double stage yang lebih rumit, karenanya kita akan mencoba untuk membuat pupuk kalium sulfat dengan proses yang lebih sederhana dan mudah yaitu dengan proses single stage.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengembangkan sebuah metode single stage yang lebih mudah dan sederhana untuk memperoleh pupuk kalium sulfat dan kondisi operasi optimumnya. Selain itu untuk mengetahui kemurnian dan yield hasil kristal kalium sulfat.

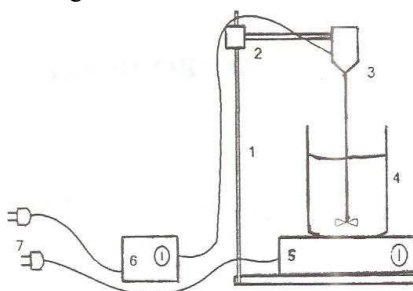
## 2. Bahan dan Metode Penelitian

### Bahan dan Peralatan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah  $Na_2SO_4$ ,  $KCl$ ,  $K_2SO_4$  dan aquadest.

Peralatan yang digunakan meliputi beker glass, klem, statif, motor pengaduk, kompor listrik, thermometer, gelas ukur, saringan, kertas saring dan timbangan.

### Gambar Rangkaian Alat



Keterangan gambar :

- 1) Statif
- 2) Klem
- 3) Pengaduk
- 4) Beker glass
- 5) Regulator
- 6) Stop kontak

Gambar 2.1 Rangkaian Alat Percobaan

Tabel 2.1 Data hasil perhitungan variable dengan perbandingan mol rasio antara  $K_2SO_4 : Na_2SO_4 : KCl$

Mol rasio	Kandungan garam (% massa)	m $K_2SO_4$ (gr)	m $Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$ (gr)	m $KCl$ (gr)	Volume larutan*(ml)
0 : 1 : 8	30		322,04	596,32	3061,2
	35		322,04	596,32	2623,88
	40		322,04	596,32	2295,9
1 : 1 : 8	30	174,24	322,04	596,32	3642
	35	174,24	322,04	596,32	3121,71
	40	174,24	322,04	596,32	2731,5

2 : 1 : 8	30	348,48	322,04	596,32	4222,8
	35	348,48	322,04	596,32	3619,5
	40	348,48	322,04	596,32	3167,1
3 : 1 : 8	30	522,72	322,04	596,32	4803,6
	35	522,72	322,04	596,32	4117,3
	40	522,72	322,04	596,32	3602,7

\* penambahan air sampai volume yang tercantum pada tabel di atas

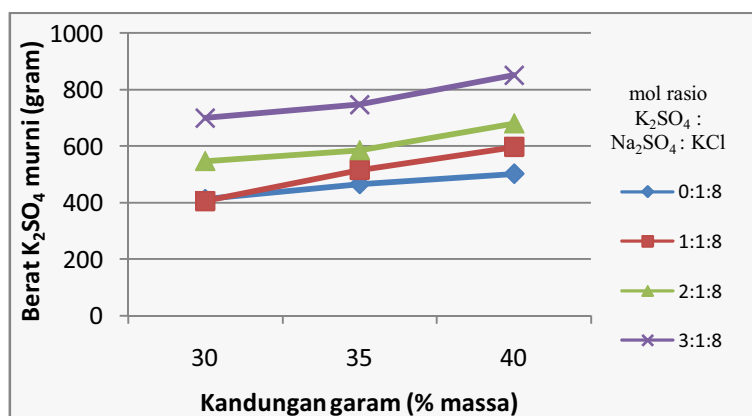
Bahan utama dalam penelitian ini adalah natrium sulfat ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ), kalium klorida ( $\text{KCl}$ ) dan kalium sulfat ( $\text{K}_2\text{SO}_4$ ). Prosedur awal yang dilakukan adalah melakukan persiapan bahan baku dengan menimbang bahan tersebut dengan perbandingan pada 1. Percobaan dilakukan dengan dua variasi yaitu dengan penambahan dan tanpa penambahan kalium sulfat ( $\text{K}_2\text{SO}_4$ ). Kemudian menambahkan air pada campuran bahan hingga batas volume larutan sesuai pada tabel 1. Agar proses pengkristalan lebih cepat terbentuk, dilakukan pengadukan dan pemanasan. Proses selanjutnya adalah filtrasi memisahkan air dengan kristalnya, dengan menggunakan saringan dan kertas saring. Kemudian kristal  $\text{K}_2\text{SO}_4$  yang diperoleh dikeringkan dan ditimbang hasilnya untuk kemudian dilakukan analisa.

### 3. Hasil dan Pembahasan

Tabel 3.1 Data Hasil Penelitian dengan perbandingan mol rasio antara  $\text{K}_2\text{SO}_4 : \text{Na}_2\text{SO}_4 : \text{KCl}$

Mol Rasio	Kandungan Garam (% massa)	Berat Produk (gram)	Kemurnian (%)	Berat $\text{K}_2\text{SO}_4$ murni (gram)	Yield
0 : 1 : 8	30	715	57,74	412,84	57,5
	35	820	56,81	465,84	66,9
	40	890	56,42	502,13	72,14
1 : 1 : 8	30	420	96,83	406,68	32,5
	35	535	96,43	515,91	49
	40	620	96,28	596,93	60,5
2 : 1 : 8	30	570	96,09	547,71	28,5
	35	610	95,96	585,35	34
	40	710	95,81	680,25	47,75
3 : 1 : 8	30	730	95,80	699,34	25,25
	35	780	95,76	746,92	32
	40	890	95,62	851,01	47

- Pengaruh kandungan garam dan mol rasio dengan berat  $\text{K}_2\text{SO}_4$  murni



Gambar 3.1 Grafik Hubungan antara Kandungan Garam dan mol rasio terhadap Berat  $\text{K}_2\text{SO}_4$

Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa berat  $\text{K}_2\text{SO}_4$  murni yang paling besar adalah 851,01 gr pada perbandingan mol rasio antara  $\text{K}_2\text{SO}_4 : \text{Na}_2\text{SO}_4 : \text{KCl} = 3 : 1 : 8$  dan pada kandungan garam 40%. Hal ini disebabkan karena berat produk yang dihasilkan besar maka berat  $\text{K}_2\text{SO}_4$  murni yang diperoleh juga besar. Seperti pada tabel 4.3 dibawah, solubility  $\text{K}_2\text{SO}_4$  paling kecil dan lebih cepat terbentuk menjadi kristal, sehingga produk  $\text{K}_2\text{SO}_4$  yang diperoleh besar.

Tabel 3.2 Solubility of Inorganic Compounds and Metal Salt of Organic Acids in Water at Various Temperatures (continued)

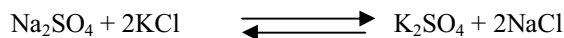
Substance (gr/lt)	Formula	0°	10°	20°	30°	40°	60°	80°	90°	100°
Potassium Sulfate	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	7.4	9.3	11.1	13.0	14.8	18.2	21.4	22.9	24.1
Potassium Chloride	KCl	28.0	31.2	34.2	37.2	40.1	45.8	51.3	46.0	56.3
Sodium Chloride	NaCl	35.7	35.8	35.9	36.1	36.4	37.1	38.0	38.5	39.2
Sodium Sulfate	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	4.9	9.1	19.5	40.8	48.8	45.3	43.7	42.7	43.5

Reff : Lange's Handbook of Chemistry table 5.2

Pada proses single stage diperoleh kemurnian produk K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> yang paling tinggi adalah sebesar 96,83 %, sedangkan pada proses double stage diperoleh kemurnian produk K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> yang paling tinggi adalah sebesar 57,74 %, jadi kemurnian K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> yang terbesar terdapat pada proses single stage dengan perbandingan mol rasio antara K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> : Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> : KCl = 1 : 1 : 8 dan kandungan garam 30%. Hal ini disebabkan karena penambahan K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> sebagai seed yang dapat mempercepat proses kristalisasi selain itu larutan akan lebih cepat jenuh, sehingga kemurnian K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> yang diperoleh besar.

Dari proses single stage dengan penambahan K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> memiliki hasil yield paling tinggi yaitu 60,5 pada perbandingan mol rasio antara K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> : Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> : KCl = 1 : 1 : 8 dan kandungan garam 40%, sedangkan pada proses double stage yang tanpa penambahan K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> memiliki hasil yield sebesar 72,14 pada perbandingan mol rasio antara K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> : Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> : KCl = 0 : 1 : 8 dan kandungan garam 40%. Hal ini karena penambahan K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dan juga semua reaktan dalam kondisi larut yang dapat menyebabkan hasil reaksi bergeser kekiri (reaksi bolak-balik), sehingga yield yang diperoleh kecil. Maka yield terbesar terdapat pada mol rasio tanpa penambahan K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.

Reaksi yang terjadi :



Pada proses double stage dengan perbandingan mol rasio antara K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> : Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> : KCl = 0 : 1 : 8 dan kandungan garam 40% diperoleh hasil yield yang lebih tinggi dikarenakan tidak adanya penambahan K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> sedangkan pada perbandingan mol rasio antara K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> : Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> : KCl = 1 : 1 : 8, perbandingan mol rasio antara K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> : Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> : KCl = 2 : 1 : 8 dan perbandingan mol rasio antara K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> : Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> : KCl = 3 : 1 : 8 terdapat penambahan K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> yang dapat menyebabkan hasil yield yang diperoleh kecil.

Pada proses double stage dengan perbandingan mol rasio antara K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> : Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> : KCl = 0 : 1 : 8 dan kandungan garam 40% diperoleh hasil yield yang lebih tinggi dibandingkan dengan kandungan garam 30% dan 35%, hal ini diebabkan karena berat K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> murni yang diperoleh paling besar.

#### 4. Kesimpulan

Pada mol rasio antara K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> : Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> : KCl = 3 : 1 : 8 dengan kandungan garam sebesar 40% diperoleh berat K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> murni adalah 851,01 gram. Kemurnian yang paling besar adalah 96,83% pada mol rasio antara K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> : Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> : KCl = 1 : 1 : 8 dan kandungan garam 30%. Yield terbesar adalah 72,14 pada mol rasio antara K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> : Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> : KCl = 0 : 1 : 8 dan kandungan garam sebesar 40%.

#### 5. Saran

Disarankan melakukan penelitian lanjutan dengan variable berbeda, sehingga dapat diketahui pereaksi pembatasnya.

#### Ucapan

Terima kasih kami sampaikan kepada bapak Ir. Sumarno, MSi. selaku dosen pembimbing laporan penelitian ini, sehingga kami dapat menyelesaikan penelitian ini dengan baik.

## DAFTAR PUSTAKA

- Grzmil, B.U., (2005), "Single stage process for manufacturing of potassium sulphate from sodium sulphate", Institute of chemical and environment engineering, Technical university of Szczecin.
- Astuti, Widi., (2004), "Pembuatan pupuk kalium dari ekstrak abu pelepah batang pisang, belerang dan udara", Buletin LIPI IPT vol X no 1.
- Svehia, G., (1979), "Textbook of Macro and Semimacro Qualitative Inorganic Analisis", Longman Group Limited, London.
- Dean, John., (1972), "Lange's handbook of chemistry". New York.
- Jeffery, G H., (1989), "Vogel's Textbook of Quantitative Chemical Analysis Fifth edition". Longman Scientific & Technical. New York.
- Keenan, Charles, W., Kleinfelter, Wood, Jesse, H., 2001. "Ilmu Kimia Untuk Universitas", 6<sup>th</sup> ed., Erlangga, Jakarta.
- Underwood, A. L., Day, R. A., "Analisa Kimia Kuantitatif", 5<sup>th</sup> ed., Erlangga, Jakarta.
- Christie J Geankoplis, (1983), "Transport Process and Unit Operation", 2<sup>nd</sup> edition, Allyn and Bacon, Toronto.
- Geankoplis, C. J., 1993, "Transport Process and Unit Operation", 3<sup>rd</sup>, Prentice-Hall International, Inc.
- George, T. A., 1984, "Shreve's Chemical Process Industries", 5<sup>th</sup> edition., Internation Student Ed., New York.
- Mc. Ketta, J., (1984), "Chemical Engineering Hand Book", 5<sup>th</sup> edition, Mc Graw Hill Book. New York.
- Warren, L. Mc Cabe, Julian C. Smith and Peter Harriott., (1998), "Operasi Teknik Kimia", edisi 4, Erlangga. Jakarta.
- [www.wikipedia.com](http://www.wikipedia.com)
- <http://majarimagazine.com/2009/07/teknologi-proses-produksi-pupuk-zk-bagian-1/>.
- [http://issuu.com/izulthea/docs/sni\\_02-2809-2005\\_pupuk\\_kalium\\_sulfat](http://issuu.com/izulthea/docs/sni_02-2809-2005_pupuk_kalium_sulfat).