

## KINETIKA REAKSI PEMBUATAN KALIUM SULFAT DARI EKSTRAK ABU BATANG PISANG DAN ASAM SULFAT

Eka Sulistyoningsih dan Shani Zahrina

Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri, UPN "Veteran" Jawa Timur  
Alamat : Jl. Raya Rungkut Madya , Gunung Anyar Surabaya 60294  
Telp./Fax. (031) 8706369/ (031) 8782179

### Abstrak

Pada saat ini petani Indonesia dihadapkan dengan permasalahan harga pupuk anorganik yang melambung tinggi sehingga para petani mengalami kerugian dan kebutuhan pupuk petani yang semakin meningkat. Sebagian kebutuhan pupuk itu sudah dapat dipenuhi oleh pabrik-pabrik dalam negeri, seperti pupuk urea, ammonium sulfat, tripel super fosfat, dan pupuk majemuk NPK. Namun, pupuk kalium hampir seluruhnya masih harus import. Salah satu tumbuhan potensial yang mengandung banyak kalium ialah pisang. Pembuatan larutan ekstrak abu dari batang pisang yang dikeringkan (dijemur), setelah itu dibakar dan diambil abunya. Kemudian abu ditambah dengan dengan aquadest (100 gram abu dalam 1 liter aquadest) lalu disaring ekstraknya..Larutan ekstrak abu batang pisang sebanyak 150 ml dimasukkan kedalam labu leher tiga, kemudian diikuti dengan penambahan  $H_2SO_4$  1 N. Suhu waterbath dijaga pada suhu ( $^{\circ}C$ ) yang ditentukan sesuai variabel (40, 50, 60, 70, 80). Motor pengaduk dihidupkan selama waktu (menit) yang ditentukan sesuai variabel (10, 20, 30, 40, 50 ). Larutan sebanyak 25 ml diambil 3 kali pada labu leher tiga. Kemudian dimasukkan masing-masing larutan ke dalam erlenmeyer untuk dititrasi. Titrasi dilakukan untuk masing-masing larutan pada erlenmeyer tersebut dengan NaOH 0,5 N. Volume titran NaOH dicatat dan hitung konsentrasi  $K_2SO_4$ . Tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan konstanta kecepatan reaksi dan orde reaksi dari proses pembuatan kalium sulfat dari ekstrak abu pelepah pisang dan asam sulfat dan mempelajari pengaruh waktu dan suhu dalam proses pembuatan kalium sulfat. Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah proses pembentukan kalium sulfat dari ekstrak abu batang pisang dan asam sulfat mengikuti reaksi orde 1 semu. Dari penelitian yang dilakukan diperoleh kondisi terbaik dalam pembuatan kalium sulfat yaitu pada suhu  $80^{\circ}C$  selama 50 menit menghasilkan konversi ( $X_A$ ) kalium sulfat sebesar 0,9650.

**Kata kunci:** Pohon pisang, pupuk kalium, konstanta reaksi

### Abstract

At this time the Indonesian farmers are faced with the problem of inorganic fertilizer prices soar so that farmers suffered losses and fertilizer needs of farmers is increasing. Most of the fertilizer needs can already be met by domestic manufacturers, such as urea, ammonium sulfate, triple super phosphate, and NPK compound fertilizer. However, potassium fertilizer is almost entirely remains to be imported. One potential plants that contain a lot of potassium are bananas. Preparation of ash extract from dried banana stem (dried), after it was burned and the ashes taken. Then ash coupled with with distilled water (100 grams in 1 liter of distilled water ash) and then filtered ekstraknya..Larutan ash banana stem extract 150 ml three neck flask was added, followed by addition of 1 N  $H_2SO_4$  temperature water bath maintained at a temperature ( $^{\circ}C$ ) determined in accordance variable (40, 50, 60, 70, 80). Motor stirrer is turned on during the time (minutes) were determined according to the variable (10, 20, 30, 40, 50). A solution of 25 ml were taken three times at three-neck flask. Then put each solution to be titrated to the erlenmeyer. Titration is done for each solution in the Erlenmeyer with NaOH 0.5 N NaOH titrant volume is recorded and calculated concentration of  $K_2SO_4$ . The purpose of this study was to determine the reaction rate constants and reaction order of the manufacturing process of the extract ash potassium sulphate and sulfuric acid banana and study the effect of time and temperature in the process of manufacture of potassium sulphate. The conclusion that can be drawn from this research is the process of formation of potassium sulfate from banana stem extract ash and sulfuric acid followed pseudo first order reaction. From research conducted obtained the best conditions in the manufacture of potassium sulfate is at a temperature of  $80^{\circ}C$  for 50 min resulted in the conversion of ( $X_A$ ) potassium sulfate at 0.9650.

**Keywords:** banana trees, fertilizer potassium, Konstante reaction

## PENDAHULUAN

Negara Indonesia sering dikenal sebagai Negara agraris, dimana sebagian besar penduduk Indonesia bermata pencaharian sebagai petani. Namun pada saat ini petani Indonesia dihadapkan dengan permasalahan harga pupuk anorganik yang melambung tinggi sehingga para petani mengalami kerugian dan kebutuhan pupuk petani yang semakin meningkat. Sebagian kebutuhan pupuk itu sudah dapat dipenuhi oleh pabrik-pabrik dalam negeri, seperti pupuk urea, ammonium sulfat, tripel super fosfat, dan pupuk majemuk NPK. Namun, pupuk kalium hampir seluruhnya masih harus import. (Luthfie. 2008)

Salah satu tumbuhan potensial yang mengandung banyak kalium ialah pisang. Pohon pisang merupakan tanaman yang sering kita jumpai dalam lingkungan kita. Tanaman ini biasanya tumbuh di pekarangan-pekarangan rumah dengan subur. Namun pada saat musim panen, pohon pisang hanya dipanen buahnya saja dan bagian-bagian lain dari pohon pisang seperti batang, bonggol, dan daunnya belum dimanfaatkan secara optimal, padahal pelepah pisang mengandung unsur kalium cukup tinggi. Karena itu dicoba memanfaatkan pelepah tersebut menjadi bahan yang berguna. Pemanfaatan tersebut adalah dengan membakarnya sampai menjadi abu. Ekstrak abu pelepah pisang ini ternyata masih banyak mengandung kalium karbonat.

Untuk mengurangi jumlah import pupuk kalium, maka dicoba untuk membuat kalium sulfat secara sintesis dari limbah pertanian. Sebelumnya telah ada penelitian tentang pembuatan kalium sulfat dari ekstrak abu merang dan penambahan asam sulfat yang mana pada suhu 80 °C dan waktu 60 menit diperoleh konversi 9,815 dan harga konstanta laju reaksinya sebesar  $4,7303 \cdot 10^{-8} \times e^{-5306,168/RT}$  (Yenni Pratiwi, 2007). Sedangkan sekarang akan dicoba membuat kalium sulfat dari ekstrak abu pelepah pisang dengan  $H_2SO_4$ .

Tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan konstanta kecepatan reaksi dan orde reaksi dari proses pembuatan kalium sulfat dari ekstrak abu pelepah pisang dan asam sulfat dan mempelajari pengaruh waktu dan suhu dalam proses pembuatan kalium sulfat.

## METODE PENELITIAN

### Bahan-bahan

Ekstrak abu batang pisang (kadar  $K_2CO_3 = 25,794$  gr/liter),  $H_2SO_4$  1 N, NaOH 0,5 N dan aquadest

### Alat yang digunakan

Waterbath, Labu leher tiga. Statip, Thermometer, Pengaduk dan Klem holder.

### Variabel

Peubah yang digunakan adalah :

Kondisi tetap yaitu Berat abu 100 gram, volume ekstrak abu batang pisang 150 ml, volume  $H_2SO_4$  150 ml, konsentrasi  $K_2CO_3$  25,794 gr/liter, konsentrasi  $H_2SO_4$  1 N dan kecepatan pengadukan 200 rpm. Sedangkan peubah yang dijalankan adalah suhu (°C) sebesar 40, 50, 60, 70, 80 dan waktu (menit) selama 10, 20, 30, 40, 50.

### Prosedur Penelitian

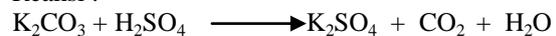
Prosedur pelaksanaan penelitian meliputi 3 tahapan, yaitu: Pembuatan larutan ekstrak abu dari batang pisang yang dikeringkan (dijemur), setelah itu dibakar dan diambil abunya. Kemudian abu ditambah dengan dengan aquadest (100 gram abu dalam 1 liter aquadest) lalu disaring ekstraknya.

Larutan ekstrak abu batang pisang sebanyak 150 ml dimasukkan kedalam labu leher tiga, kemudian diikuti dengan penambahan  $H_2SO_4$  1 N. Suhu waterbath dijaga pada suhu (°C) yang ditentukan sesuai variabel (40, 50, 60, 70, 80). Motor pengaduk dihidupkan selama waktu (menit) yang ditentukan sesuai variabel (10, 20, 30, 40, 50).

Larutan sebanyak 25 ml diambil 3 kali pada labu leher tiga. Kemudian dimasukkan masing-masing larutan ke dalam erlenmeyer untuk dititrasi. Titrasi dilakukan untuk masing-masing larutan pada erlenmeyer tersebut dengan NaOH 0,5 N. Volume titran NaOH dicatat dan hitung konsentrasi  $K_2SO_4$ .

### Metode Perhitungan

Reaksi :



a. Menghitung konversi ( $X_A$ )

b. Menentukan orde reaksi

Jika orde satu, maka persamaan yang dipakai adalah :

$$-\ln(1 - X_A) = k't$$

Plot  $-\ln(1 - X_A)$  versus t, maka didapat grafik berupa garis lurus melalui nol dengan slope =  $k'$ .

Jika orde dua, maka persamaan yang dipakai adalah :

$$\ln \frac{(M - X_A)}{M(1 - X_A)} = (C_{B0} - C_{A0})kt$$

Plot  $\ln \frac{M - X_A}{M(1 - X_A)}$  versus t, maka didapat grafik berupa

garis lurus melalui nol dengan slope =  $(C_{B0} - C_{A0}) kt$ .

Dan bila reaksi pembuatan kalium sulfat tidak mengikuti orde satu dan orde dua, maka digunakan persamaan sebagai berikut :

$$-\frac{dC_A}{dt} = kC_A^n$$

Dimana langkah pertama adalah membuat grafik hubungan antara t versus  $C_A$ , dari grafik tersebut didapatkan harga  $-\frac{dC_A}{dt}$  yang merupakan slope dari tiap-tiap garis singgung pada setiap waktu tertentu.

$$\log \left( -\frac{dC_A}{dt} \right) = \log k + n \log C_A$$

Selanjutnya dibuat grafik antara  $\log \left( -\frac{dC_A}{dt} \right)$  versus  $C_A$  maka didapat slope = n dan intersep =  $\log k$ .

Menghitung tenaga pengaktif

$$k = k_0 e^{-E/RT}$$

$$\ln k = \ln k_0 - \frac{E}{RT}$$

Plot  $\ln k$  versus  $1/T$  maka didapat slope =  $- E/RT$  dan intersep =  $\ln k_0$ . Sehingga diperoleh harga energy aktivasi (E).

Perhitungan dilakukan dengan cara menghitung konversi yang dilanjutkan dengan menentukan orde reaksi,

### HASIL DAN PEMBAHASAN

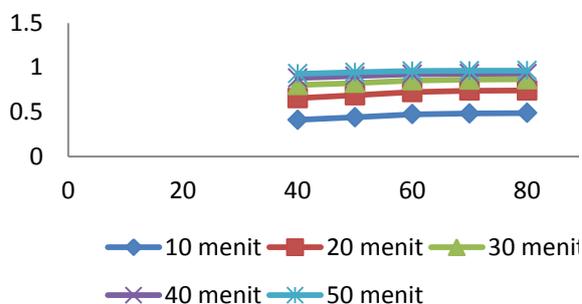
Penelitian kinetika reaksi pembuatan kalium sulfat dilakukan dengan terlebih dahulu mengekstraksi abu batang pisang dengan perbandingan abu 100 gr/liter aquadest. Setelah dianalisa diperoleh :

Tabel 1. Kadar  $K_2CO_3$  dalam ekstrak abu batang pisang

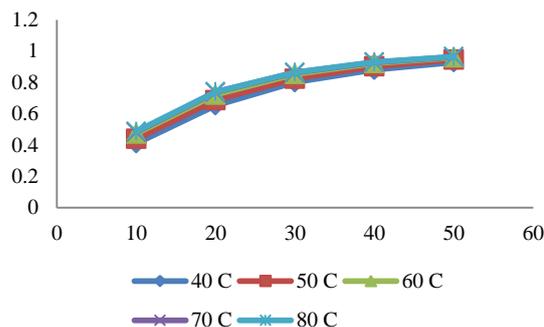
Komponen	Kadar (gr/liter)
$K_2CO_3$	25,794

Peubah yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi suhu reaksi dan waktu reaksi pembentukan kalium sulfat ( $K_2SO_4$ ). Ekstrak abu direaksikan dengan asam sulfat ( $H_2SO_4$ ) pada suhu ( $^{\circ}C$ ) 40, 50, 60, 70, 80 dan waktu (menit) 10, 20, 30, 40, 50.

#### Pengaruh Suhu Reaksi ( $^{\circ}C$ ) dan Waktu (menit) terhadap Konversi ( $X_A$ ) dan Konsentrasi ( $C_A$ )



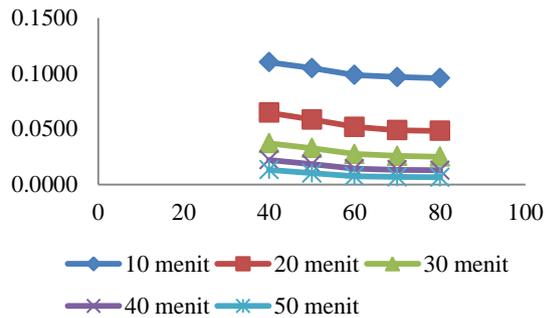
Gambar 1. Pengaruh suhu reaksi ( $^{\circ}C$ ) terhadap konversi ( $X_A$ ) dengan berbagai waktu reaksi (menit)



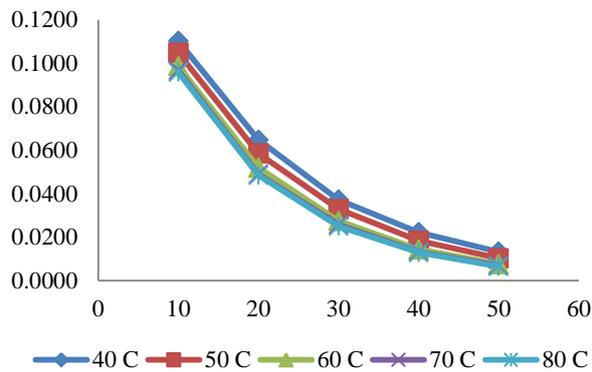
Gambar 2. Pengaruh waktu reaksi (menit) terhadap konversi ( $X_A$ ) dengan berbagai suhu reaksi ( $^{\circ}C$ )

Tabel 2 Hubungan antara konversi dan konsentrasi akhir dengan suhu pada berbagai waktu reaksi

Suhu, t ( $^{\circ}C$ )	Waktu, t (menit)	$X_A$	$C_A$
			(mol/liter)
40	10	0.4110	0.1101
	20	0.6540	0.0647
	30	0.8010	0.0372
	40	0.8810	0.0223
	50	0.9290	0.0133
50	10	0.4400	0.1047
	20	0.6870	0.0585
	30	0.8240	0.0329
	40	0.9020	0.0183
	50	0.9450	0.0103
60	10	0.4730	0.0985
	20	0.7220	0.0520
	30	0.8530	0.0275
	40	0.9230	0.0144
	50	0.9590	0.0077
70	10	0.4830	0.0967
	20	0.7380	0.0490
	30	0.8620	0.0258
	40	0.9290	0.0133
	50	0.9630	0.0069
80	10	0.4880	0.0957
	20	0.7410	0.0484
	30	0.8660	0.0251
	40	0.9310	0.0129
	50	0.9650	0.0065

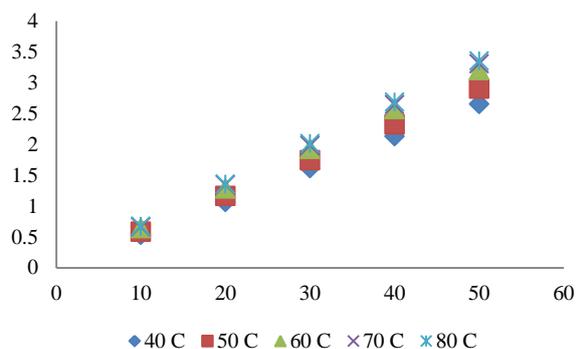


Gambar 3. Pengaruh suhu reaksi ( $^{\circ}\text{C}$ ) terhadap konsentrasi ( $C_A$ ) dengan berbagai waktu reaksi (menit)



Gambar 4. Pengaruh waktu reaksi (menit) terhadap konsentrasi ( $C_A$ ) dengan berbagai suhu reaksi ( $^{\circ}\text{C}$ )

### Penentuan Orde Reaksi



Gambar 5. Hubungan antara  $-\ln(1 - X_A)$  vs  $t$  (menit) pada berbagai suhu ( $^{\circ}\text{C}$ )

Tabel 3. Pengaruh  $-\ln(1 - X_A)$  terhadap waktu (menit) pada berbagai suhu reaksi ( $^{\circ}\text{C}$ )

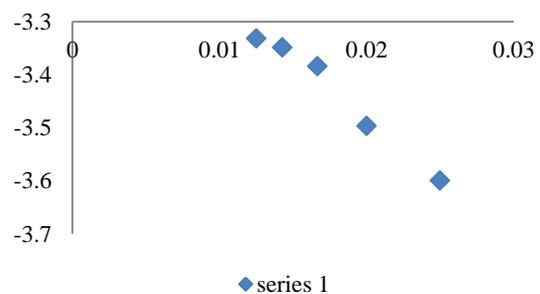
Waktu, t (menit)	$-\ln(1 - X_A)$					y = k t
	Suhu ( $^{\circ}\text{C}$ )					
	40	50	60	70	80	
10	0.53	0.58	0.64	0.66	0.67	0.053 x
20	1.06	1.161	1.28	1.34	1.35	0.058 x
30	1.61	1.74	1.92	1.98	2.01	0.064 x
40	2.13	2.32	2.57	2.64	2.68	0.066 x
50	2.65	2.9	3.2	3.3	3.35	0.067 x

### Penentuan Frekuensi Tumbukan ( $k_0$ ) dan Energi Aktivasi ( $E$ )

Tabel 4. Penentuan frekuensi tumbukan dan energi aktivasi

Suhu, T ( $^{\circ}\text{C}$ )	$k'$	k	$\ln k$	$1/T$
40	0.053	0.027	-3.6	0.025
50	0.058	0.03	-3.5	0.02
60	0.064	0.034	-3.38	0.017
70	0.066	0.035	-3.35	0.014
80	0.067	0.036	-3.33	0.013

Dari data pada Tabel 4 didapatkan grafik  $\ln k$  versus  $1/T$  seperti pada Gambar 6 diatas



Gambar 6. Hubungan antara  $\ln k$  vs  $1/T$

Dari Gambar 6 diperoleh suatu persamaan garis lurus yaitu :

$$y = -22,61 x - 3,032$$

Hukum Arrhenius :

$$k = k_0 e^{E/RT}$$

Persamaan di atas menjadi :

$$\ln k = \ln k_0 - \frac{E}{RT}$$

Sehingga diperoleh harga frekuensi tumbukan ( $k_0$ ) sebesar 0,048 dan harga energi aktivasi (E) sebesar 188 J/mol.

$$k = 0,048 e^{-188,314/T}$$

$$= 0,048 e^{-22,61/T}$$

## PEMBAHASAN

Pengaruh suhu terhadap konversi larutan kalium karbonat menjadi kalium sulfat ( $K_2SO_4$ ) pada berbagai waktu reaksi dapat dilihat pada Tabel 2 dan Gambar 1 yang menunjukkan bahwa semakin lama waktu reaksi, maka konversi semakin tinggi. Hasil terbaik konversi kalium sulfat ( $K_2SO_4$ ) pada suhu 80 °C dan waktu 50 menit yaitu 0,8840. Hal ini disebabkan suhu yang tinggi mempengaruhi kereaktifan molekul-molekul untuk bergerak semakin cepat, maka tumbukan antar molekul akan semakin sering terjadi, sehingga reaksi berlangsung dengan baik dan konversi kalium sulfat ( $K_2SO_4$ ) semakin besar.

Pengaruh waktu dapat dilihat pada Tabel 2 dan Gambar 2 menunjukkan bahwa semakin lama waktu maka konversi pembentukan kalium karbonat menjadi kalium sulfat akan bertambah. Hal ini disebabkan semakin lama waktu maka semakin banyak pula  $K_2CO_3$  yang bereaksi dengan  $H_2SO_4$  sehingga konversi yang dihasilkan semakin tinggi. Hasil terbaik konversi kalium sulfat pada suhu 80 °C dan waktu 50 menit yaitu 0,8840.

Peningkatan konversi pada suhu 60 °C ke atas berbeda dengan peningkatan konversi pada suhu 40 – 50 °C. Hal ini disebabkan suhu yang tinggi mempengaruhi kereaktifan molekul-molekul untuk bergerak semakin cepat, maka tumbukan antar molekul akan semakin sering terjadi, sehingga reaksi berlangsung dengan baik dan konversi kalium sulfat ( $K_2SO_4$ ) semakin besar. Adapun syarat terjadinya tumbukan yaitu berada pada posisi efektif dan energi yang cukup.

Pengaruh suhu terhadap konsentrasi pada berbagai waktu dapat dilihat pada Tabel 2 dan Gambar 3 yang menunjukkan bahwa semakin tinggi suhu maka konsentrasi akhir dari kalium karbonat semakin kecil. Pengaruh waktu terhadap konsentrasi pada berbagai waktu dapat dilihat pada Tabel 2 dan Gambar 4 yang menunjukkan bahwa semakin lama waktu maka konsentrasi akhir dari kalium karbonat semakin kecil. Waktu reaksi mempengaruhi kereaktifan molekul-molekul untuk bergerak, maka intensitas tumbukan antar molekul akan semakin sering terjadi. Semakin lama waktu reaksi, maka konsentrasi  $K_2CO_3$  yang

bereaksi membentuk kalium sulfat semakin banyak, sehingga konsentrasi akhir  $K_2CO_3$  semakin kecil.

Dari Tabel 3 dan Gambar 5 menunjukkan plot  $-\ln(1 - X_A)$  terhadap waktu reaksi menghasilkan garis lurus dan  $R^2$  yang bernilai mendekati 1, sehingga kinetika reaksi pembentukan kalium sulfat ( $K_2SO_4$ ) dari ekstrak abu batang pisang dan asam sulfat dapat dikatakan mengikuti reaksi orde I semu.

## KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah proses pembentukan kalium sulfat dari ekstrak abu batang pisang dan asam sulfat mengikuti reaksi orde 1 semu dengan persamaan Arrhenius =  $0,048 e^{-22,61/T}$ . Semakin lama waktu reaksi semakin besar pula konversi kalium sulfat yang terbentuk. Demikian pula, semakin tinggi suhu reaksi semakin besar pula konversi kalium sulfat yang terbentuk. Dari penelitian yang dilakukan diperoleh kondisi terbaik dalam pembuatan kalium sulfat yaitu pada suhu 80 °C selama 50 menit menghasilkan konversi ( $X_A$ ) kalium sulfat sebesar 0,9650.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agra, I.B., 1975, "Pemanfaatan Senyawa Kalium Dari Abu", Fakultas Teknik Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.
- Groggins, P.H., 1958, *Unit Processes in Organic synthesis*, 5ed, Mcgraw Hill book company, New york
- Munadjim, 1984, "Teknologi Pengolahan Pisang", PT. Gramedia, Jakarta.
- Octave Levenspiel, 1972, *chemical reaction engineering*, 2ed, John wiley & Sons, inc. New york
- Vivi Kurniawati., 2007, Kinetika reaksi esterifikasi FFA minyak biji karet, Jurusan teknik kimia, UPN "VETERAN" JAWA TIMUR, Surabaya
- Yenni Pratiwi., 2007, Kinetika reaksi pembuatan kalium sulfat dari ekstrak abu merang dan asam sulfat, Jurusan teknik kimia, UPN "VETERAN" JAWA TIMUR, Surabaya
- Ahira, A. 2011. Cara menulis daftar pustaka dari internet. <http://www.anneahira.com>. (Diakses tanggal 18 Oktober 2011)
- Anonim.2006. Budidaya pisang. <http://primatani.litbang.deptan.go.id>. (Diakses tanggal 18 Oktober 2011)
- Anonim. 2011.ekstrak abu batang pisang. <http://www.id.wikipedia.org>. (Diakses tanggal 18 Oktober 2011)
- Anonim. 2011.asam sulfat. <http://www.chemicaland21.com>. (Diakses tanggal 18 Oktober 2011)
- Anonim. 2011.kalium sulfat. <http://www.id.wikipedia.org>. (Diakses tanggal 18 Oktober 2011)

Eko Sulistyaningsih,dan Shani Zahrinan: Kinetika reaksi pembuatan kalium sulfat dari ekstrak abu batang pisang dan asam sulfat

Basriman. 2011. Unsur hara pupuk. <http://distan.riau.go.id/index.php>. (Diakses tanggal 20 Oktober 2011)

Luthfie. 2008. Tinjauan tentang pupuk organik. <http://www.belajarsabar.multiply.multiplycontent.com>. (Diakses tanggal 18 Oktober 2011)