

## KINETIKA REAKSI PEMBENTUKAN KALIUM SULFAT DARI EKSTRAK ABU JERAMI PADI DENGAN ASAM SULFAT

Pramitha Ariestyowati

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, UPN "Veteran" Jatim  
Jl. Raya rungkut Madya Gunung Anyar, Surabaya  
Email: Aries01@yahoo.com

### Abstrak

Kalium sulfat merupakan salah satu senyawa kimia yang penting bagi perindustrian di Indonesia, umumnya untuk industri pupuk. Hal ini terbukti dengan tingginya kalium sulfat yang diimpor dari luar negeri untuk mencukupi kekurangan kalium sulfat yang ada di Indonesia. Dengan keadaan seperti ini dicoba untuk mencari alternatif lain dalam pembuatan kalium sulfat. Salah satu cara pembuatan dari kalium sulfat adalah dengan mereaksikan  $H_2SO_4$  dengan  $K_2CO_3$  yang terdapat dalam ekstrak abu merang. Tujuan penelitian adalah, meneliti besarnya pengaruh variabel suhu dan waktu. Variabel yang digunakan adalah waktu (15, 20, 25, 30 dan 35 menit) dan suhu (40, 50, 60, 70 dan 80 °C). Dari hasil penelitian ini diperoleh reaksi pembentukan kalium sulfat dari kalium karbonat mengikuti orde satu semu. Harga konstanta laju reaksi atau ( $k$ ) yang diperoleh sebesar:  $k = -1,577 \times 10^{-3} \cdot e^{-126,173/R/T}$

**Kata kunci:** Ekstrak abu merang, Kalium Sulfat, Kalium karbonat. Konstanta kecepatan reaksi

### Abstract

Potassium sulfate is a chemical compound that is important for industries in Indonesia, generally for the fertilizer industry. This is evidenced by the high potassium sulphate imported from abroad to meet the shortage of potassium sulphate in Indonesia. With these circumstances try to look for other alternatives in the manufacture of potassium sulphate. One way of making potassium sulfate is the reaction of  $H_2SO_4$  with  $K_2CO_3$  contained in the straw ash extract. The purpose of this research is examining the influence of temperature and time variables. The variables used are the time (15, 20, 25, 30 and 35 min) and temperature (40, 50, 60, 70 and 80 °C). From these results obtained the reaction of potassium sulphate formation of potassium carbonate followed pseudo first order. The reaction rate constant ( $k$ ) obtained :  $k = -1.577 \times 10^{-3} \cdot e^{-126.173/R/T}$

**Keywords:** straw ash Extract, Potassium Sulphate, Potassium carbonate, Reaction rate constants

### PENDAHULUAN

Kebutuhan pupuk sintetik di Indonesia cukup besar, oleh karena itu pemerintah telah membangun industri pupuk terutama pupuk makro yang mengandung mineral nitrogen (n), fosfat (p) dan kalium (k). Sumber bahan baku pupuk n (urea) tidak menjadi masalah karena unsur ini berlimpah di udara dan telah diproduksi di beberapa pabrik seperti pt. Petrokimia Gresik. Tetapi untuk unsur p dan k, bahan bakunya berasal dari batuan. Sejauh ini di Indonesia belum dijumpai bahan baku dalam jumlah yang memadai untuk dieksploitasi, sehingga sumber fosfat (p) seperti batu fosfat dan belerang demikian juga untuk sumber kalium (k) seperti silvit dan langbeinit masih harus diimpor. Alternatif untuk memperoleh sumber kalium yang lain adalah dengan memanfaatkan limbah pertanian yang banyak sekali jumlahnya dan sebagian besar masih terbuang sia-sia. Salah satunya berasal dari tanaman padi yaitu jerami. Tanaman padi banyak dibudidayakan di Indonesia dan mempunyai banyak manfaat yaitu sebagai bahan makanan pokok. Jerami Padi merupakan salah satu limbah pertanian yang cukup besar

jumlahnya dan belum sepenuhnya dimanfaatkan. Produksi jerami padi bervariasi yaitu dapat mencapai 12-15 ton per hektar satu kali panen, atau 4-5 ton bahan kering tergantung pada lokasi dan jenis varietas tanaman yang digunakan.

Jerami padi yang melimpah pada musim panen selama ini hanya dimanfaatkan secara konvensional dalam jumlah sedikit, atau dimusnahkan melalui pembakaran. Jerami padi merupakan hasil samping pertanian yang tersedia cukup melimpah dan dapat digunakan sebagai bahan pupuk organik. Pada proses pembuatan pupuk organik jerami padi harus dipotong-potong sepanjang 2-5 cm. Hal ini bertujuan untuk mempercepat proses pelapukan. Penggunaan pupuk organik pada usaha tani dapat memperbaiki struktur tanah baik secara fisik maupun secara kimia dan dapat mengurangi biaya produksi.

Penelitian ini bertujuan menentukan konstanta kecepatan reaksi dan orde reaksi dari ekstrak abu jerami padi dan asam sulfat serta untuk memanfaatkan limbah padi yaitu jerami yang mengandung unsur pupuk kalium

serta menaikkan nilai tambah dari limbah padi yang terbuang.

### METODE PENELITIAN

#### Bahan-bahan yang digunakan :

Abu diperoleh dari pembakaran jerami padi sehingga didapat kadar  $K_2CO_3$  yang kemudian direaksikan dengan asam sulfat dimana asam sulfat itu sendiri mempunyai sifat-sifat bereaksi hebat dengan air, merupakan cairan kental dan amat korosif. Aquadest juga digunakan dalam proses ini yang berfungsi sebagai pengencer. Sedangkan NaOH digunakan untuk menganalisa bahan.

Kondisi yang ditetapkan adalah, kadar kalium karbonat dalam ekstrak abu jerami : 17,681 gr/lit, volume  $K_2CO_3$  250 ml, volume  $H_2SO_4$  2N 250 ml dan putaran pengaduk 250 rpm. Sedangkan variabel yang dijalankan adalah waktu (15, 20, 25, 30 dan 35 menit) serta suhu (40, 50, 60, 70 dan 80°C)

#### Prosedur Penelitian

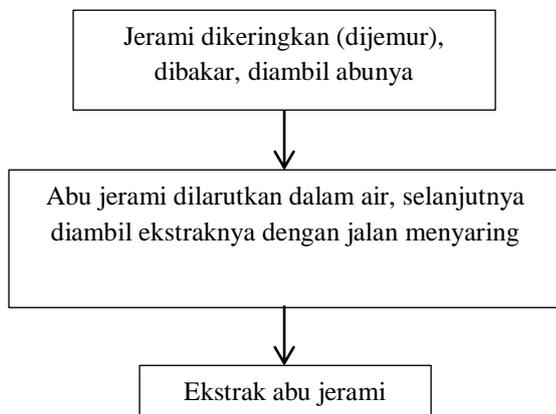
##### Persiapan Bahan Baku

1. Jerami padi dipotong kecil-kecil dan dikeringkan (dijemur), setelah itu dibakar dan diambil abunya.
2. Abu yang diperoleh dilarutkan dalam air.
3. Ekstrak abu yang dihasilkan disaring dengan memakai kertas saring, selanjutnya dianalisis kadar kaliumnya.

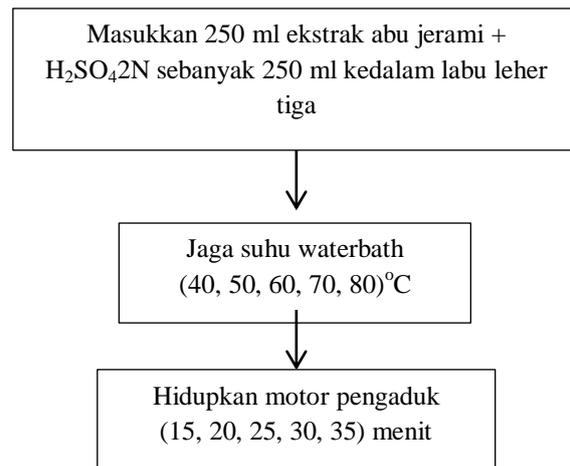
##### Tahap Pelaksanaan Penelitian

1. Masukkan 250 ml larutan ekstrak abu jerami dalam labu leher tiga, kemudian diikuti dengan penambahan  $H_2SO_4$  2N sebanyak 250 ml.
2. Panaskan dan jaga suhu waterbath pada suhu yang telah ditentukan (40, 50, 60, 70, dan 80°C).
3. Hidupkan motor pengaduk selama waktu yang ditentukan (15, 20, 25, 30, dan 35 menit).

##### Persiapan Bahan Baku



##### Pelaksanaan Penelitian

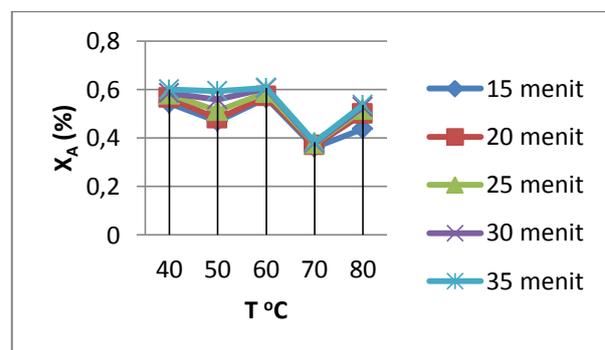


### HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian pembuatan pupuk kalium sulfat telah dilakukan dengan terlebih dahulu mengekstraksi abu jerami dengan perbandingan abu 323,827 gr/lit aquadest. Setelah dianalisa diperoleh kadar kalium karbonat sebesar 17,681 gr/lit. Ekstrak abu kemudian di reaksikan dengan asam sulfat ( $H_2SO_4$ ) pada suhu 40, 50, 60, 70, 80 °C dan waktu 15, 20, 25, 30, dan 35 menit. Hasil yang diperoleh kemudian dianalisa dan dapat dilihat pada Gambar 1.

Pada penelitian ini telah dipelajari pengaruh waktu reaksi ekstrak abu dan asam sulfat dengan berbagai suhu dan waktu yang dilakukan. Hasil yang diperoleh diamati terhadap konversi kalium sulfat yang terbentuk. Pengaruh suhu terhadap konversi kalium sulfat dapat dilihat pada Gambar 1 sedangkan pengaruh waktu terhadap konversi kalium sulfat dapat dilihat pada Gambar 2

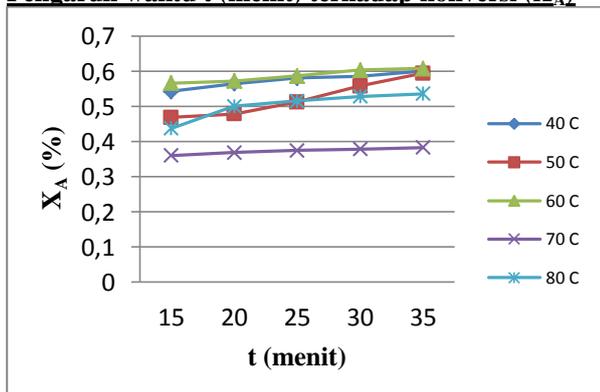
#### Pengaruh suhu T (°C) terhadap konversi (X<sub>A</sub>)



Gambar 1. Pengaruh suhu (°C) terhadap konversi (X<sub>A</sub>)

Pengaruh suhu terhadap konversi larutan kalium karbonat menjadi kalium sulfat dapat dilihat pada Gambar 1. Terlihat adanya ketidakstabilan konversi, konversinya berubah-ubah seiring berjalannya suhu. Hal ini disebabkan karena alat yang kita pakai tidak begitu efisien sehingga suhu yang dijalankan tidak bisa konstan. Sedangkan pada peneliti pendahulu yang menggunakan bahan baku ekstrak abu yang berasal dari kelopak batang pisang. Pada grafik pengaruh suhu terhadap konversi kalium sulfat terlihat bahwa konversi dan konstanta kecepatan reaksi meningkat dengan bertambahnya suhu, hal ini disebabkan karena kecepatan gerakan molekul-molekul zat-zat pereaksi makin hebat sehingga reaksi yang bereaksi juga makin banyak dan pada penelitian ini suhu yang dihasilkan bisa konstan dengan jalan mengalirkan air yang suhunya tetap kedalam selubung reaktor secara terus-menerus dari suatu termostat yang dilengkapi dengan pompa sirkulasi yang goncangan suhunya dapat ditekan sampai  $\pm 0,2$  °C.

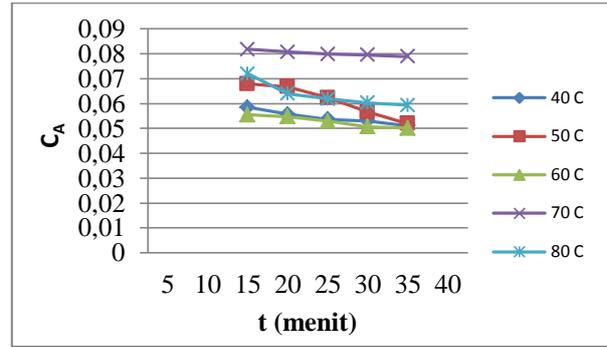
**Pengaruh waktu t (menit) terhadap konversi (X<sub>A</sub>)**



Gambar 2. Pengaruh t (menit) terhadap konversi (X<sub>A</sub>)

Pengaruh waktu dapat dilihat pada Gambar 2. Semakin lama waktu, maka konversi pembentukan kalium karbonat menjadi kalium sulfat akan bertambah. Hal ini disebabkan karena semakin lama waktu, maka semakin banyak pula K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> yang bereaksi dalam H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> sehingga konversi yang dihasilkan semakin tinggi, sama halnya yang terjadi pada peneliti pendahulu dimana semakin lamanya waktu maka semakin besar juga konversi ekstrak abunya, sebab kesempatan bagi zat-zat pereaksi untuk saling bertumbukan makin luas.

**Pengaruh t (waktu) terhadap C<sub>A</sub>**



Gambar 3. Pengaruh C<sub>A</sub> terhadap t (menit)

Pengaruh t (waktu) terhadap C<sub>A</sub> dapat dilihat pada Gambar 3. Semakin lama waktu maka konsentrasi akhir dari kalium karbonat semakin kecil. Hal ini disebabkan semakin lama waktu, maka semakin banyak kalium sulfat yang terbentuk.

**Tabel 1. Hasil Perhitungan  $-(dC_A/dt)$**

Suhu (°C)	$-(dC_A/dt)$				
	15 menit	20 menit	25 menit	30 menit	35 menit
40	0,0003	0,0005	0,0004	0,0001	0,0003
50	0,0009	0,0002	0,0008	0,0011	0,0009
60	0,0011	0,0001	0,0003	0,0004	0,0001
70	0,0001	0,0002	0,0001	0,0000	0,0001
80	0,0004	0,0016	0,0004	0,0003	0,0002

**Tabel 2. Hasil Perhitungan log C<sub>A</sub>**

Suhu (°C)	log C <sub>A</sub>				
	15 menit	20 menit	25 menit	30 menit	35 menit
40	1,2328	1,2541	1,2708	1,2757	1,2916
50	1,1681	1,1759	1,2055	1,2479	1,2848
60	1,2557	1,2620	1,2765	1,2949	1,3002
70	1,0872	1,0931	1,0975	1,0996	1,1029
80	1,1433	1,1945	1,2083	1,2197	1,2269

**Penentuan Orde Reaksi**

Orde reaksi dapat dicari dari hubungan antara log C<sub>A</sub> dengan log  $-(dC_A/dt)$ . Penentuan orde adalah dengan menggunakan persamaan penentuan orde ke-n yaitu  $\log -(dC_A/dt) = \log k + n \log C_A$ .

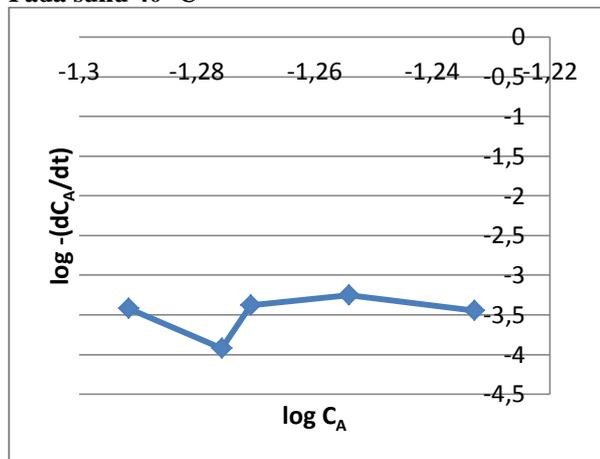
**Tabel 3. Hasil perhitungan harga log  $-(dC_A/dt)$  atau  $Y_{exp}$  untuk orde ke -n.**

Suhu (°C)	$Y_{exp} = \log -(dC_A/dt)$				
	15 menit	20 menit	25 menit	30 menit	35 menit
40	3,4437	3,2518	3,3768	3,9208	3,4202
50	3,0269	3,6198	3,0555	2,9355	3,0362
60	2,9586	3,7959	3,4437	3,3565	3,9208
70	3,8239	3,6576	3,7959	4,0969	3,9208
80	3,3872	2,7959	3,3979	3,4949	3,6989

**Tabel 4. Hasil perhitungan  $Y_{model}$  untuk orde ke -n.**

Suhu (°C)	$Y_{model} = a + bX$				
	15 menit	20 menit	25 menit	30 menit	35 menit
40	3,8359	3,4491	3,5004	3,5155	3,5644
50	3,2664	3,2451	3,1645	3,0490	2,9485
60	3,2880	3,3469	3,4824	3,6544	3,7039
70	3,7348	-3,814	3,8790	3,9084	3,9546
80	3,1847	3,3426	3,3852	3,4203	3,4425

Pada suhu 40 °C



Gambar 4. Hubungan antara  $\log C_A$  versus  $\log -(dC_A/dt)$

Dari grafik hubungan antara  $\log C_A$  versus  $\log -(dC_A/dt)$  didapat % kesalahan terkecil pada suhu 70 °C yakni 2,87%. Dengan demikian reaksi pembentukan kalium sulfat dari kalium karbonat mengikuti orde 0,22.

**Tabel 5. Hasil perhitungan  $Y_{model}$  untuk orde ke -n.**

Suhu (°C)	% kesalahan				
	15 menit	20 menit	25 menit	30 menit	35 menit
40	11,38	6,07	3,66	10,34	4,22
50	7,91	10,35	3,57	3,87	2,88
60	11,13	11,83	1,12	8,88	5,53
70	2,33	4,37	2,19	4,60	0,86
80	5,98	19,55	0,37	7,45	2,13

Dari tabel 5 di dapatkan harga % kesalahan rate-rata adalah 6,103 %. Dengan % kesalahan < 10 %, maka reaksi pembuatan kalium sulfat dari larutan kalium karbonat (ekstrak abu jerami) mengikuti orde 0,22.

**Penentuan energi aktivasi dan faktor frekuensi tumbukan ( $k_0$ )**

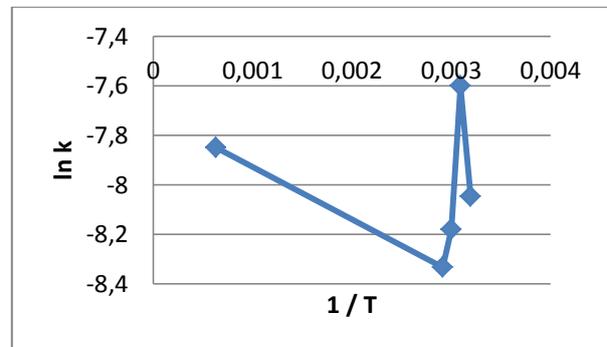
Penentuan energi aktivasi (E) dan faktor frekuensi tumbukan ( $k_0$ ) dihitung dari nilai konstanta kecepatan reaksi (k). Persamaan Arrhenius menunjukkan hubungan antara suhu dengan konstanta kecepatan reaksi.

**Tabel 6. Tenaga pengaktif untuk orde ke -n.**

Suhu (°C)	Suhu (K)	1/T	K	Ln k	$k_0$
40	313	0,00319	0,00032	8,0472	$-1,577 \times 10^{-3}$
50	323	0,00309	0,00050	7,6009	$-2,465 \times 10^{-3}$
60	333	0,00300	0,00028	8,1807	$-1,380 \times 10^{-3}$
70	343	0,00291	0,00024	8,3349	$-1,183 \times 10^{-3}$
80	353	0,00063	0,00039	7,8494	$-1,923 \times 10^{-3}$

**Keterangan :**

Pada grafik hubungan antara 1/T vs ln k untuk orde ke-n titik-titik yang dipakai adalah titik pada suhu 40 °C dan titik 80 °C. Karena pada titik-titik inilah didapat % kesalahan terkecil.



Gambar 5. Hubungan antara 1/T vs ln k untuk orde ke-n

**SIMPULAN**

Penelitian ini mendapatkan simpulan bahwa Proses pembentukan kalium sulfat dari ekstrak abu jerami padi dengan penambahan asam sulfat mengikuti reaksi orde 0,22 dengan mengikuti persamaan Arrhenius

$$k = -1,577 \times 10^{-3} \cdot e^{-126,173 / R / T}$$

Dan pengaruh waktu terhadap konversi kalium sulfat, makin lama waktu reaksi maka makin besar pula konversi ekstrak abu jerami padi menjadi kalium dengan batasan waktu 35 menit. Serta pengaruh suhu terhadap konversi kalium sulfat, terlihat adanya ketidakstabilan konversi, konversinya berubah ubah seiring berjalannya suhu.

**DAFTAR PUSTAKA**

Agra I. B. (1975). "Pemanfaatan Senyawa Kalium Dari Abu", Fakultas Teknik Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.

- Agra I. B. (1984). "Pembuatan Kalium Sulfat Dari Ekstrak Abu dan Gibs Secara Sinambung", Fakultas Teknik Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.
- Mulyani S, (1994). "Pupuk dan Cara Pemupukan", Rineka Cipta , jakarta.
- Oktave Levenspiel, (1999). "Chemical Reaction Engineering Third Edition", John Wiley & Sons, Inc, New York.
- Saifudin S, (1985). "Kesuburan dan Pemupukan Tanah Pertanian", Pustaka Buana, Bandung.
- Soemargono, 2007, "Metodologi Penelitian Ilmiah Bidang Teknik Kimia", Asri Press, Surabaya.