



Chemical Engineering  
Journal Storage

homepage jurnal:  
<https://ojs.unimal.ac.id/cejs/index>

Chemical  
Engineering  
Journal  
Storage

## KINETIKA REAKSI PEMBUATAN PUPUK KALIUM FOSFAT DARI ABU PELEPAH PISANG DAN ASAM FOSFAT

**Siti Mariyam, Ariza Novriandini, Sri Redjeki,**

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran”  
Jawa Timur

Jalan Rungkut Madya 1, Surabaya – 60294

Korespondensi: HP: 082233395943, e-mail: sitimariyam.chan@gmail.com

### Abstrak

*Banyaknya limbah pelepah pisang di Indonesia yang tidak dimanfaatkan hanya akan menambah kuantitas limbah. Pelepah pisang memiliki kandungan kalium yang cukup besar dan dapat berfungsi sebagai bahan baku pupuk. Pembuatan pupuk kalium fosfat ( $K_3PO_4$ ) dari abu pelepah pisang dan asam fosfat ( $H_3PO_4$ ) adalah dengan cara ekstraksi. Abu dari hasil pembakaran pelepah pisang diekstraksi dengan asam fosfat. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan kinetika reaksi yaitu konstanta kecepatan reaksi dan orde reaksi pembentukan kalium fosfat dari ekstrak abu pelepah pisang dan asam fosfat. Penelitian dilakukan dengan perbedaan suhu dan waktu. Suhu yang digunakan adalah 40, 50, 60, 70, dan 80°C. Waktu ekstraksi berlangsung dalam variasi 10, 20, 30, 40, dan 50 menit. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, pembentukan kalium fosfat dari abu pelepah pisang dan asam fosfat mengikuti orde satu dengan tetapan laju reaksi,  $k = 0,0151 \text{ menit}^{-1}$  pada suhu 80°C. Energi aktivasi yang didapatkan adalah 170,8776 J/mol dengan nilai frekuensi tumbukan ( $k_0$ ) adalah 0,0163 persamaan tetapan laju reaksi  $k = 0,0163 e^{-20,533/T}$ . Konversi terbaik yang didapatkan adalah 0,5698 atau 56,98 %.*

*Kata kunci:* kalium fosfat, pelepah pisang, dan kinetika reaksi

### 1. Pendahuluan

Di Indonesia limbah pertanian banyak yang masih belum dimanfaatkan secara maksimal. Salah satunya adalah limbah pelepah pisang. Untuk mengurangi adanya limbah pelepah pisang dapat memanfaatkan keberadaan limbah pelepah pisang menjadi pupuk. Pelepah pisang mengandung kalium karbonat yang relatif tinggi. Pada pelepah pisang terdapat kandungan kalium sebesar 33,4% (Mohapatra, 2010). Pupuk adalah bahan yang yang ditambahkan ke dalam tanah untuk memberikan unsur tertentu yang penting dalam pertumbuhan tanaman. Pupuk

kalium phospat merupakan pupuk organik yang berupa pupuk cair. Pupuk cair lebih mudah terserap oleh tanaman karena unsur-unsur di dalamnya sudah terurai. Pupuk cair dapat di buat dari limbah tanaman seperti batang pisang (Santi, 2010).

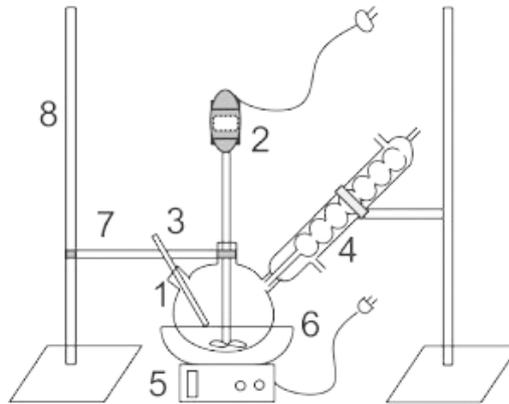
Pemanfaatan abu sebagai pupuk untuk tanaman memang sudah dikenal masyarakat semenjak zaman dahulu kala. Abu mengandung fraksi mineral dari biomassa pembakaran tersebut (Kuntari, 2009). Ekstrak abu dari pelepah pisang mengandung kalium karbonat, kalium silikat, besi dan aluminium. Unsur kalium dalam abu pelepah pisang yang berupa kalium karbonat dapat dijadikan sebagai bahan baku pembuatan pupuk. Namun senyawa tersebut tidak dapat langsung digunakan karena kalium karbonat dari ekstrak abu pelepah pisang memiliki sifat yang tingkat higroskopisnya tinggi. Ekstrak abu yang kering memiliki sifat basa, sehingga hanya dapat dipakai pada lahan yang memiliki sifat asam. Oleh karena itu senyawa kalium karbonat pada ekstrak abu harus diubah menjadi pupuk yang stabil dan dapat cocok dalam berbagai jenis lahan, misalnya kalium fosfat dengan adanya penambahan asam fosfat (Edahwati, 2010).

Kinetika reaksi adalah ilmu kimia yang mengkaji laju reaksi dan bagaimana mekanisme reaksi itu sendiri. Kinetika reaksi mengacu pada penentuan orde reaksi dan tetapan laju reaksi dari material yang ditentukan. Penelitian ini akan mengkaji kinetika reaksi yang terjadi dalam pembuatan pupuk kalium fosfat dari abu pelepah pisang dan asam fosfat. Penelitian yang telah dilakukan sebelumnya menggunakan bahan yang berbeda yaitu abu pelepah pisang dengan asam sulfat sebagai bahan pereaksinya menghasilkan konstanta laju reaksi  $0,048 e^{-22,61/T}$  dan mengikuti orde satu (Sulistyoningsih & Zahrina, 2014).

Dalam penentuan orde satu, reaksi dianggap  $A \rightarrow R$ , dimana A adalah reaktan kalium dan R adalah kalium fosfat. Untuk menentukan orde reaksi satu dapat mengikuti persamaan  $-\ln \frac{C_A}{C_{A_0}} = k t$ . Pada grafik penentuan orde satu, persamaan tersebut harus melalui sumbu (0,0) dengan  $-\ln \frac{C_A}{C_{A_0}}$  sebagai sumbu y dan t sebagai sumbu x (Anggriawan, 2020).

## 2. Bahan dan Metode

Bahan yang diperlukan dalam penelitian ini antara lain adalah pelepah pisang dan asam fosfat. Adapun rangkaian alat ditunjukkan pada gambar dibawah ini.



Gambar 1. Rangkaian alat pembuatan pupuk kalium fosfat

Keterangan :

- |                    |                   |
|--------------------|-------------------|
| 1. Labu leher tiga | 5. Pemanas/Heater |
| 2. Pengaduk        | 6. Klem           |
| 3. Termometer      | 7. Statif         |
| 4. Kondensor       |                   |

Penelitian ini terdiri dari tiga tahap yaitu pembuatan ekstrak abu dari pelepah pisang. Sebelumnya pelepah pisang dikeringkan terlebih dahulu dibawah sinar matahari 7-10 hari. Kemudian pelepah pisang dipotong kecil dan dibakar dengan furnace selama 1 jam dengan suhu  $550^{\circ}\text{C}$ . Abu pelepah pisang ( $\text{K}_2\text{CO}_3$ ) dari hasil pembakaran diekstraksi dengan aquadest dengan perbandingan 100 gram abu dalam 1 liter aquadest lalu disaring. Ekstrak abu pelepah pisang dianalisa untuk mengetahui kandungan kalium awal ( $\text{Ca}_0$ )

Tahap berikutnya adalah mereaksikan 150 ml larutan ekstrak abu pelepah pisang dan larutan asam fosfat 1 N ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ ) dalam labu leher tiga. Suhu dalam waterbath dijaga sesuai variasi 40, 50, 60, 70, dan  $80^{\circ}\text{C}$  dengan waktu 10, 20, 30, 40, dan 50 menit. Motor pengaduk dihidupkan dengan kecepatan 200 rpm.

Produk pupuk kalium fosfat yang didapatkan dianalisa dengan spektrofotometri untuk mengetahui kandungan akhir dari kalium pada produk ( $\text{Ca}_a$ ).

Spektrofotometri digunakan sebagai analisa kalium dikarenakan alat ini dapat digunakan sebagai analisa metode kuantitatif berdasarkan kuantitas radiasi yang dikeluarkan atau diserap oleh molekul analit kemudian diemisikan dalam fungsi dari panjang gelombangnya (Khopkar, 1990).

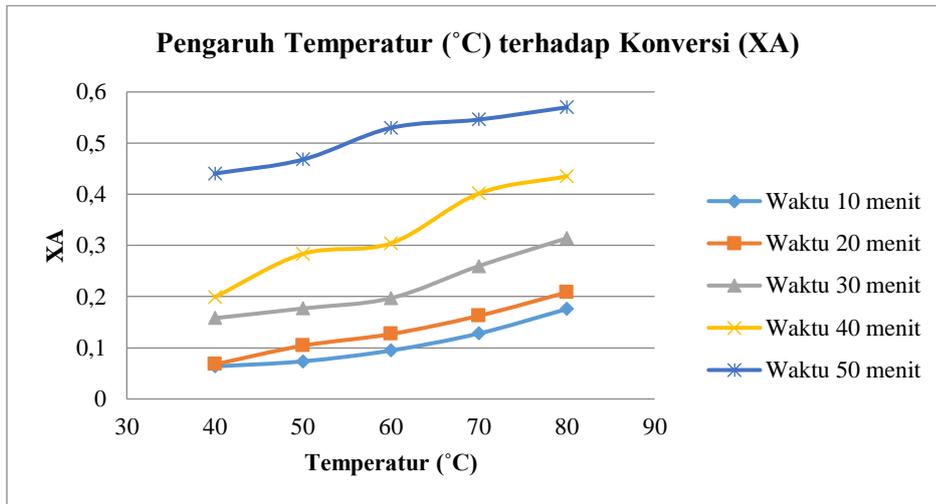
### **3. Hasil dan Diskusi**

#### **3.1 Penentuan Kadar $K_2CO_3$ pada Ekstrak Abu Pelepah Pisang**

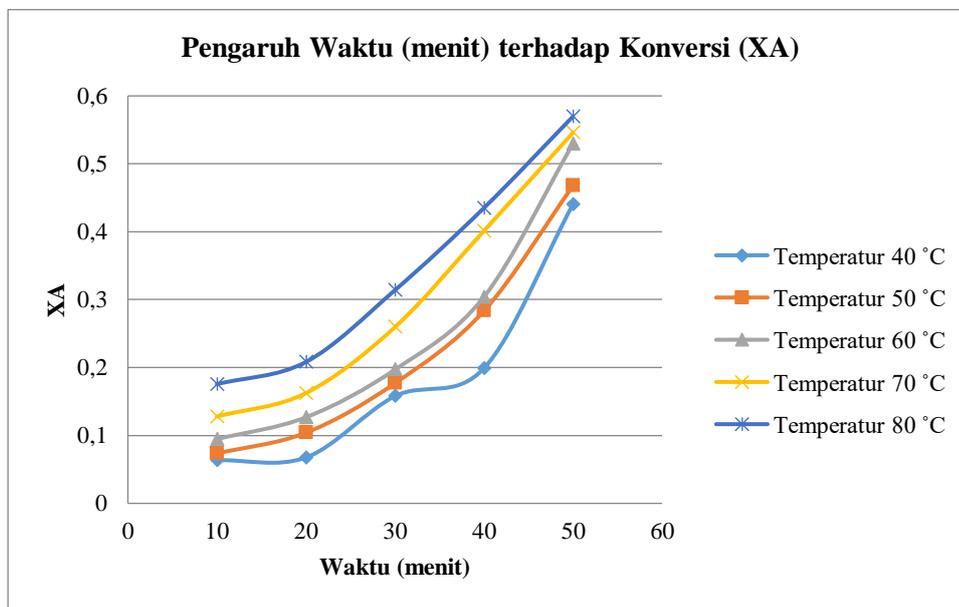
Setelah proses pembakaran, komponen kalium penyusunan abu pelepah pisang berikatan dengan senyawa karbonat menjadi  $K_2CO_3$ . Berdasarkan hasil analisa di Balai Standarisasi dan Pelayanan Jasa Industri (Baristand) Surabaya, kandungan  $K_2CO_3$  adalah sebesar 13,21 gr/liter.

#### **3.2 Pengaruh Temperatur dan Waktu terhadap Konversi Kalium Fosfat**

Gambar 2 memperlihatkan bahwa pada hubungan antara konversi kandungan kalium ( $X_A$ ) pada pupuk kalium fosfat dengan temperatur ( $^{\circ}C$ ) pada berbagai waktu (menit). Proses pembuatan pupuk kalium fosfat dilakukan dengan variasi temperatur dan waktu yaitu temperatur 40, 50, 60, 70 dan  $80^{\circ}C$  dan waktu 10, 20, 30, 40, 50 menit dengan konsentrasi asam fosfat 1 N. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa konversi kandungan kalium tertinggi pada temperatur  $80^{\circ}C$  dengan waktu 50 menit yaitu sebesar 0,5698. Terlihat bahwa koversi kandungan kalium diperngaruhi oleh temperatur pada Gambar 3, yang mana terjadi kenaikan sehingga semakin tinggi temperatur operasi maka semakin sempurna karena meningkatnya temperatur akan memperluas permukaan partikel-partkel zat antara ekstrak abu pelepah pisang dengan asam fosfat yang dapat mempermudah terjadinya reaksi antara zat satu dengan zat lainnya. Dengan demikian semakin tinggi temperatur operasi maka semakin besar koversi yang didapatkan (Levenspiel, 1999).



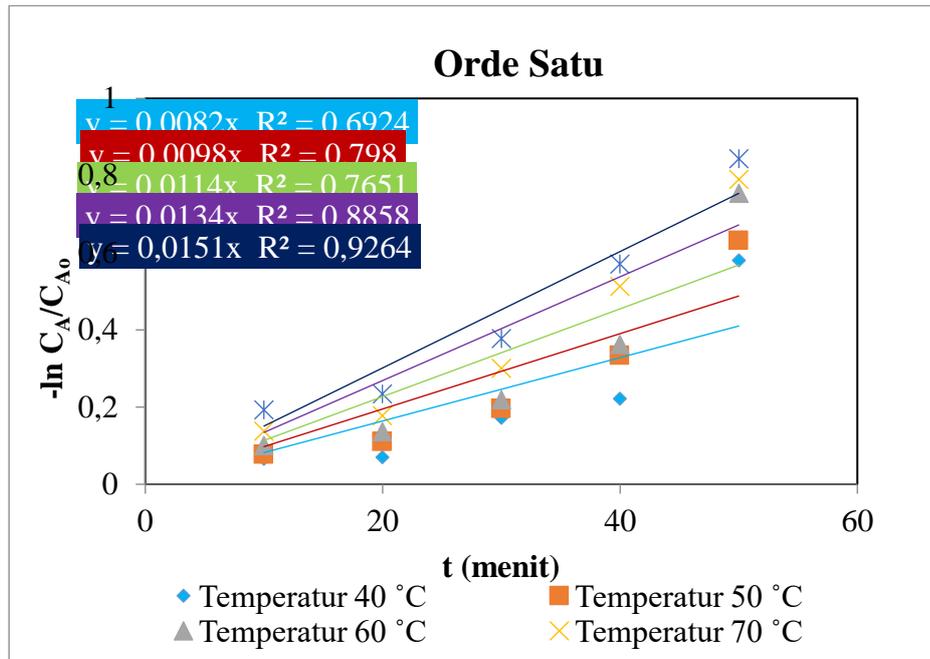
Gambar 2. Pengaruh temperatur (°C) terhadap konversi (X<sub>A</sub>)



Gambar 3. Pengaruh waktu terhadap konversi (X<sub>A</sub>) dan waktu

### 3.3 Penentuan Orde Reaksi

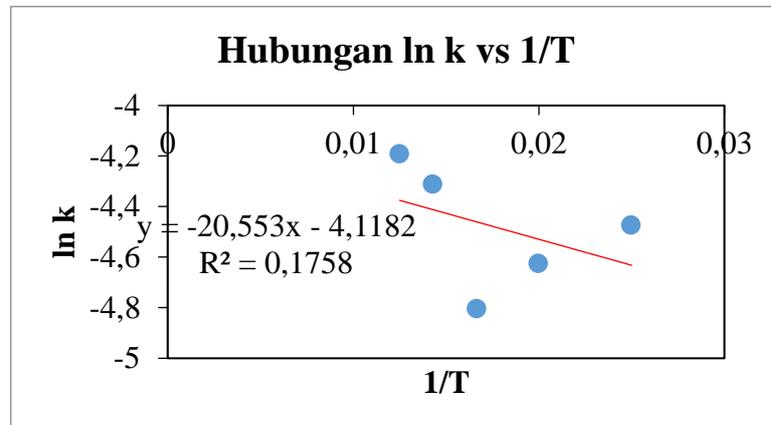
Dalam menentukan orde reaksi satu dapat dilakukan dengan membuat grafik hubungan antara  $-\ln(C_A/C_{A0})$  versus  $t$  seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4, sehingga didapatkan grafik berupa garis lurus dengan slope yaitu nilai dari tetapan laju reaksi. Dengan mengikuti persamaan  $y = k t$ , nilai  $R^2$  tertinggi sebesar 0,9264 pada temperatur 80°C untuk penentuan orde reaksi satu.



Gambar 4. Grafik penentuan orde satu

### 3.4 Penentuan Energi Aktivasi

Pada gambar 5, didapatkan persamaan dari hubungan antara  $\ln k$  dengan  $1/T$  adalah  $y = -20,553x - 4,1182$ . Sehingga energi aktivasi ( $E$ ) yang diperoleh adalah 170,87764 J/mol sedangkan frekuensi tumbukan ( $k_0$ ) adalah 0,0163. Sehingga persamaan tetapan laju reaksi dengan mengikuti persamaan Arrhenius adalah  $k = 0,0163 e^{-20,533/T}$



Gambar 5. Grafik hubungan antara ln k dan 1/T

#### 4. Simpulan dan Saran

Kinetika reaksi pembuatan pupuk kalium fosfat dari abu pelepah pisang dan asam fosfat mengikuti orde satu dengan konversi terbaik pada suhu 80°C dan waktu 50 menit sebesar 0,5698. Nilai tetapan laju reaksi adalah 0,0151 menit<sup>-1</sup>. Nilai energi aktivasi yang didapatkan adalah 170,8776 J/mol sedangkan frekuensi tumbukan ( $k_0$ ) adalah 0,0163. Persamaan tetapan laju reaksi  $k = 0,0163 e^{-20,533/T}$

Penelitian ini dapat dilanjutkan dengan menggunakan waktu pengadukan yang lebih lama dan suhu yang tinggi untuk mendapatkan konversi penelitian yang lebih baik. Sehingga penelitian dapat digunakan sebagai referensi penelitian lain dan kepentingan industri.

#### 5. Daftar Pustaka

1. Anggriawan, R. R., F. H. Alvira, dan L. Edahwati (2020), Reaction Kinetics of Ammonium Removal from Cow Urine by Struvite Formation Using a Baffle Column Reactor, *Chemica : Jurnal Teknik Kimia*, **Desember**, (Vol. 7, No. 2), 99 – 105.
2. Edahwati, L. (2010), Sulphate Potassium Extraction from Banan Stem Ash with Bleaching Earth Waste Liquid, *Jurnal Teknik Kimia*, **April**, (Vol. 4, No. 2), 314 – 317.
3. Khopkar, S. M. (1990), *Konsep Dasar Kimia Analitik*, Universitas Inonesia Press.
4. Kuntari, N. H. Aprilita, dan Suherman (2009), Utilization of Coal Bottom Ash a Low-Cost Adsorbent for the Removal Acid Red 114 Dye, *Eksakta Jurnal Ilmu-Ilmu MIPA*, **Februari**, 11 – 19.
5. Levenspiel, O. (1999), *Chemical Reaction Engineering*, John Wiley & Sons.
6. Mohapatra, D., S. Mishra, and N. Sutar (2010), Banana and Its by Product Utilization an Overview, *Chemosphere Journal of Scientific and Industrial Research*, **69**, 323 – 329.
7. Santi, S. S. (2010), Kajian Pemanfaatan Limbah Nilam untuk Pupuk Cair Organik dengan Proses Fermentasi, *Jurnal Teknik Kimia*, **April**, (Vol. 4, No. 2), 335 – 340.
8. Sulistyoningsih, E., dan S. Zahrina (2014), Kinetika Pembuatan Kalium Sulfat dari Abu Batang Pisang dan Asam Sulfat, *Jurnal Teknik Kimia*, **April**, (Vol. 8, No. 2), 57 – 62.