

M. A.  
Graciafernandy<sup>1)</sup>,  
Ratnawati<sup>2)</sup>,  
L. Buchori<sup>2)</sup>

1) Program Magister Teknik  
Kimia Fakultas Teknik  
Universitas Diponegoro  
2) Jurusan Teknik Kimia Fakultas  
Teknik Universitas Diponegoro  
Jl. Prof. Sudharto, Kampus  
UNDIP Tembalang, Semarang  
50239  
Telp/Fax: 024 7460058/  
76480675

gracefernandy@gmail.com

## PENGARUH SUHU UDARA PENGERING DAN KOMPOSISI ZEOLIT 3A TERHADAP LAMA WAKTU PENGERINGAN GABAH PADA FLUIDIZED BED DRYER

Gabah panen dengan kadar air tinggi dapat menyebabkan penurunan kualitas gabah. Untuk menjaga kualitasnya, Pemerintah menentukan batasan kadar air maksimal yakni 14%. Proses pengeringan gabah yang diterapkan para petani di Indonesia adalah dengan cara penjemuran di bawah sinar matahari. Kendalanya adalah ketergantungan terhadap cuaca dan lamanya waktu pengeringan. Adapula pengeringan mekanik menggunakan alat pengering seperti fluidized bed dryer. Namun penggunaan suhu tinggi menyebabkan penurunan kualitas gabah. Kajian mengenai sistem pengeringan pada suhu rendah dan waktu yang singkat perlu dilakukan untuk meningkatkan kualitas gabah. Pengeringan adsorbsi dengan zeolit 3A pada fluidized bed dryer merupakan suatu modifikasi terhadap sistem pengeringan yang sudah ada. Tujuan penelitian ini untuk menentukan suhu dan komposisi zeolit terbaik yang menghasilkan waktu pengeringan tersingkat. Secara garis besar gabah panen dikeringkan dalam suatu unggun terfluidisasi pada variasi suhu 30, 40, 50 dan 60 °C, flowrate 3 m/s dengan komposisi perbandingan zeolit:gabah berturut-turut adalah sebagai berikut 0:100; 20:80; 40:60 dan 60:40 (% w). Pengamatan dilakukan terhadap penurunan kadar air serta waktu pengeringan. Pengeringan dihentikan ketika kadar air dalam gabah mencapai 14%. Waktu pengeringan tersingkat terjadi pada komposisi zeolit:gabah = 60:40 dan suhu 60°C. Pengeringan ini menghemat hingga 73,07 menit dibandingkan pengeringan tanpa zeolit.

**Kata kunci :** *fluidized bed dryer, pengeringan gabah; zeolit 3A.*

### PENDAHULUAN

Beras yang berkualitas baik tentunya dihasilkan dari gabah yang berkualitas baik pula. Pemerintah telah mengatur kualitas gabah dan beras melalui SNI No. 01-0224-1987 dan SNI 6128:2008.

Tabel 1. Persyaratan mutu gabah  
(<http://websisni.bsn.go.id>)

Komponen Mutu	Kualitas		
	I	II	III
Kadar air (% maks.)	14,0	14,0	14,0
Gabah hampa (% maks.)	1,0	2,0	3,0
Butir rusak + butir kuning (% maks.)	2,0	5,0	7,0
Butir mengapur + gabah muda (% maks.)	1,0	5,0	10,0
Butir merah (% maks.)	1,0	2,0	4,0
Benda asing (% maks.)	-	0,5	1,0
Gabah varietas lain (% maks.)	2,0	5,0	10,0

Salah satu poin penting dalam yang ditetapkan Pemerintah adalah kandungan air maksimum yang diijinkan dalam butir gabah dan beras yakni 14% (Lihat Tabel 1). Gabah panen umumnya mempunyai kandungan air sekitar 21-26%. Kadar air yang tinggi dalam gabah akan menurunkan kualitas gabah yang akan digiling menjadi beras. Gabah dengan kadar air tinggi akan menyebabkan beras menjadi rusak, busuk, berjamur dan berubah warna akan dihasilkan dari gabah dengan kandungan air yang tinggi. Sedangkan gabah dengan kandungan air rendah akan menyebabkan butiran padi mudah pecah atau patah sehingga akan menghasilkan banyak beras patah atau menir. Untuk meningkatkan kualitasnya maka gabah harus segera dikeringkan setelah proses pemanenan. Gabah panen perlu segera dikeringkan hingga mencapai kadar air 13-14% (Karbasi dan Mehdizadeh, 2008).

Sistem penjemuran dibawah sinar matahari adalah sistem pengeringan tradisional yang sering diterapkan oleh para petani Indonesia. Hal ini dikarenakan sistem pengeringan ini sangat sederhana dan ekonomis. Beberapa kelemahan dari sistem pengeringan ini antara lain adalah

ketergantungan terhadap cuaca, pemakaian lahan yang luas, waktu pengeringan yang lama, kualitas produk yang tidak seragam serta mudahnya kontaminasi benda asing. Umumnya dibutuhkan waktu tiga hari untuk proses pengeringan namun dengan masih tingginya curah hujan maka waktu yang dibutuhkan menjadi satu minggu. Wongpornchai dkk., (2003) menyimpulkan bahwa untuk mendapatkan gabah dengan kadar air 14,12% diperlukan waktu penjemuran 54 jam. Peneliti lain menyebutkan diperlukan waktu 3-4 hari (Tabassum dan Jindal,1992).

Selain sistem pengeringan tradisional adapula sistem pengeringan mekanik menggunakan alat pengering. Salah satu contohnya adalah penggunaan *fluidized bed dryer*. Penggunaan *fluidized bed dryer* untuk mengeringkan bahan pangan grain sudah digunakan secara komersial di berbagai negara (Soponronnarit, 2003). Dibandingkan dengan jenis pengering lainnya, *fluidized bed dryer* mempunyai beberapa keunggulan seperti: konsumsi energi yang rendah, *drying rate* yang lebih cepat dan kandungan air pada produk seragam (Soponronnarit, 2003). *Drying rate* yang lebih cepat ini tentunya akan berdampak pada makin singkatnya waktu pengeringan.

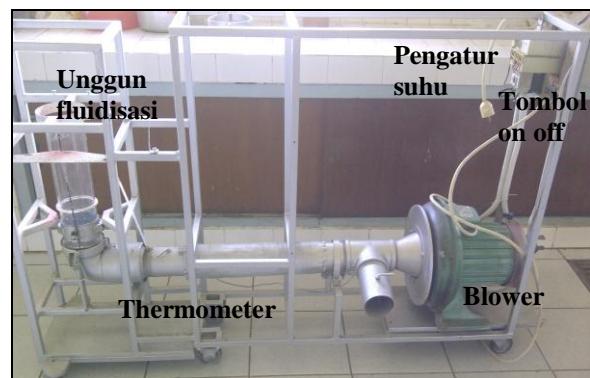
Diperkenalkan sistem pengeringan adsorpsi dengan penggunaan Zeolit 3A sebagai adsorben pada *fluidized bed dryer*. Zeolit 3A merupakan adsorbent sintetis tidak beracun yang mempunyai kemampuan menyerap air sebesar 0,206 gr uap air/gr adsorben (Kurniasari, 2010) dan mempunyai ruang kosong pada pori 47% lebih banyak dibandingkan zeolit alam sehingga mempunyai kemampuan menyerap air yang lebih baik (Agusniar dan Setiyani, 2011). Zeolit mampu mempercepat penurunan kadar air dalam bahan sampai 20,84% pada suhu operasi 40°C (Bestari dan Adityas, 2010). Kelebihan pemakaian zeolit antara lain dapat diaplikasikan pada sistem pengering dengan suhu rendah dan medium, mampu mengurangi kandungan air dalam udara serta dapat meningkatkan efisiensi pengeringan hingga 10-18% dibandingkan pengeringan konvensional (Djaeni dkk., 2007) sehingga mampu mempersingkat waktu pengeringan.

Diharapkan dengan sistem pengeringan *fluidized bed dryer*- zeolit 3A ini, proses pengeringan gabah dapat berlangsung pada suhu medium antara 50-90°C (Djaeni,2008) dan pada waktu yang singkat. Sistem pengeringan ini diharapkan pula dapat menjadi salah satu alternatif sistem pengeringan yang sudah ada di Indonesia.

Sistem ini dapat dilakukan dalam ruang sehingga musim panen yang jatuh pada musim hujan tidak lagi menjadi masalah bagi para petani.

## METODE PENELITIAN

Gabah panen yang digunakan dalam penelitian ini adalah varian IR64 yang diperoleh dari daerah persawahan di daerah Sayung, Demak, Jawa Tengah. Zeolit 3A merupakan zeolit sintetis yang diperoleh dari Laboratorium Proses Universitas Diponegoro Semarang. Alat utama yang digunakan adalah *fluidized bed dryer* dengan rangkaian seperti yang terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Rangkaian alat pengering tipe *fluidized bed dryer*

Secara garis besar penelitian ini dibagi menjadi dua tahapan. Tahap pertama adalah tahap persiapan alat dan bahan baku. Dalam tahapan ini dipastikan bahwa semua alat dapat berfungsi dengan baik. *Flowrate* diatur pada kecepatan 3 m/s. Gabah panen dibersihkan secara manual dengan menggunakan tumpah untuk memisahkan gabah isi dengan gabah hampa, jerami, kerikil dan benda asing lainnya. Zeolit 3A diaktifasi dengan cara pemanasan dalam oven (Sutarti dan Rachmawati, 1994) pada suhu 200-230°C selama 2-3 jam. Tujuan proses aktivasi ini adalah untuk meningkatkan daya serap zeolit terhadap air. Dalam tahap ini juga dilakukan pengukuran kadar air awal gabah dengan metode oven.

Tahap kedua adalah tahap pengeringan. Ini merupakan tahapan utama dalam penelitian ini. Gabah yang sudah bersihkan dan zeolit 3A yang sudah diaktifasi dimasukkan ke dalam unggul sesuai dengan variabel yang ditentukan. Variabel suhu udara pengering adalah 30, 40, 50 dan 60°C sedangkan variabel perbandingan komposisi zeolit: gabah berturut-turut adalah sebagai berikut 0:100; 20:80; 40:60 dan 60:40 (% w). Selanjutnya dimasukan pula gabah dan zeolit masing-masing dengan berat 5 gram yang sudah diikat secara

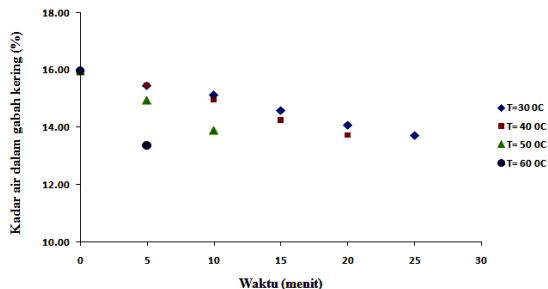
terpisah dalam kain kassa. Gabah dan zeolit dalam kassa ini digantung ditengah-tengah unggul. Setiap interval waktu 5 menit gabah dan zeolit dalam kassa ini ditimbang perubahan beratnya. Proses pengeringan dilanjutkan dan dihentikan hingga diperoleh kadar air dalam gabah sekitar 14%. Persentase kadar air dihitung menggunakan Persamaan 1.

$$\% \text{ kadar air} = \frac{\text{kehilangan berat}}{\text{berat sampel}} \times 100\% \quad (1)$$

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pengaruh temperatur terhadap lama waktu pengeringan gabah

Pengaruh variabel suhu udara pengering terhadap lama waktu pengeringan gabah telah diamati dalam penelitian ini. Data hasil penelitian menunjukkan bahwa pada semua variabel suhu 30, 40, 50 dan 60°C terjadi penurunan berat gabah. Tren ini juga terjadi di semua variabel komposisi zeolit-gabah. Gambar 2 menggambarkan pengaruh suhu pada variabel komposisi 60% w zeolit dan 40% w gabah.



Gambar 2. Grafik penurunan kadar air dalam gabah pada variabel komposisi 60% w zeolit dan 40% w gabah

Dalam Gambar 2 terlihat bahwa waktu pengeringan tersingkat untuk mendapatkan kadar air dalam gabah mendekati 14% diperoleh secara berturut-turut pada suhu 60, 50, 40 dan 30 °C. Dari Tabel 2 terlihat perbedaan waktu pengeringan yang cukup jauh untuk mendapatkan kadar air gabah 14% pada suhu 30, 40, 50 dan 60°C pada komposisi zeolit: gabah = 0:100 (%w). Pada suhu 30°C diperlukan waktu 76,86 menit sedangkan pada suhu-suhu diatasnya dibutuhkan waktu berturut-turut sebagai berikut 41,56 menit; 30, 17 menit dan 27,06 menit. Terlihat bahwa peningkatan suhu 10 °C mampu menyingkat waktu pengeringan sebanyak 35,30 ; 11,39 dan 3,11 menit. Mencermati data penelitian dalam Tabel 1 diketahui bahwa suhu 60 °C menghasilkan waktu pengeringan tercepat.

Tabel 2. Waktu yang diperlukan untuk mendapatkan kadar air gabah 14%

Perbandingan Zeolit: Gabah	T (°C)	t (menit)
0:100	30	76,86
0:100	40	41,56
0:100	50	30,17
0:100	60	27,06
20:80	30	27,60
20:80	40	20,55
20:80	50	12,51
20:80	60	9,06
40:60	30	23,60
40:60	40	19,07
40:60	50	10,06
40:60	60	8,16
60:40	30	21,10
60:40	40	17,40
60:40	50	9,59
60:40	60	3,79

Semakin tinggi suhu udara pemanas, makin besar energi panas yang dibawa dan semakin besar pula perbedaan antara medium pemanas dan bahan makanan. Hal ini akan mendorong makin cepatnya proses pemindahan atau penguapan air. Dampaknya waktu pengeringan akan menjadi lebih singkat. Hal ini sesuai dengan pernyataan Irawan (2011) yang menyatakan bahwa perbedaan suhu antara media pemanas dan bahan yang makin besar menyebabkan makin cepatnya perpindahan panas ke dalam bahan dan makin cepat pula perpindahan uap air dari bahan ke lingkungan. Senada pula dengan pernyataan Desrosier (1988) yang mengemukakan bahwa semakin tinggi suhu udara dan makin besar perbedaan suhu, makin banyak uap air yang menguap dari bahan sehingga bobot bahan makin rendah dan laju pengeringan makin cepat

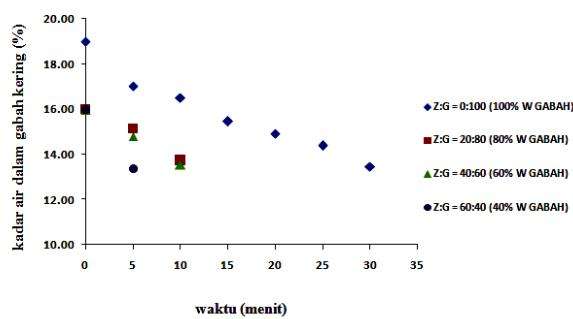
Semakin tinggi suhu udara pengering maka *relative humidity* udara makin rendah. Pada suhu 60 °C *relative humidity*nya lebih rendah dibandingkan dengan suhu dibawahnya. *Relative humidity* yang rendah ini akan menyebabkan transfer panas dan massa dari bahan ke udara makin besar. (Agusniar dan Setyawati, 2011). Energi panas dalam udara pengering mampu menguapkan molekul-molekul air yang ada pada permukaan bahan karena kelembaban udara di sekeliling menurun (Mahayana, 2011). Peningkatan tekanan uap air bahan menyebabkan terjadinya aliran uap air dari bahan ke udara sehingga meningkatkan kecepatan penguapan

bahan. Semakin banyak uap air yang dipindahkan dari bahan ke udara maka waktu pengeringan akan berjalan makin cepat. Oleh karena itu, dalam penelitian ini disimpulkan bahwa suhu 60 °C merupakan suhu terbaik untuk dapat menurunkan kadar air menjadi 14% dalam waktu yang singkat.

Fenomena pengeringan ini sesuai dengan beberapa penelitian terdahulu yang sudah pernah dilakukan. Battacharya dan Swamy (1967) menyimpulkan pengeringan tercepat berturut-turut diperoleh pada suhu 80, 60, dan 40°C. Hal senada diungkapkan oleh Agusniar dan Setiyani (2011), yang menyimpulkan bahwa pengeringan yang disertai pemanasan pada suhu 50°C memberikan waktu pengeringan tersingkat dibandingkan pada suhu 30 dan 40°C.

#### Pengaruh komposisi zeolit:gabah terhadap lama waktu pengeringan gabah

Pengaruh variabel komposisi zeolit dan gabah terhadap lama waktu pengeringan gabah telah diamati dalam penelitian ini. Data hasil penelitian menunjukkan bahwa pada semua variabel baik pada komposisi 100%, 80%, 60% maupun 40% (%w gabah) terjadi penurunan berat gabah. Tren ini juga terjadi di semua variabel komposisi suhu. Gambar 3 menggambarkan pengaruh komposisi zeolit dan gabah pada suhu 60°C.



Gambar 3. Grafik penurunan kadar air dalam gabah pada suhu udara pengering 60 °C

Dalam Gambar 3 terlihat bahwa waktu pengeringan tersingkat untuk mendapatkan kadar air dalam gabah mendekati 14% diperoleh secara berturut-turut pada komposisi 40%, 60%, 80% dan 100% w gabah. Mengambil contoh proses pengeringan pada suhu 60 °C (lihat Tabel 2), terlihat bahwa adanya penurunan waktu pengeringan pada pengeringan tanpa penambahan zeolit (100% w gabah) dan dengan penambahan zeolit (80%, 60% dan 40%w gabah). Pada komposisi gabah 100%, 80%, 60% dan 40% didapatkan lama waktu pengeringan berturut-turut sebagai berikut 27,06 ; 9,06 ; 8,16 ; 3,79 menit.

Penambahan zeolit mampu menyingkat waktu pengeringan sebanyak 18; 18,9 dan 23,27 menit dibandingkan pengeringan tanpa zeolit. Waktu pengeringan tersingkat didapatkan pada jumlah gabah 40%w dan jumlah zeolit 60%.

*Relative humidity* merupakan fungsi dari suhu dan kadar air. Suhu yang meningkat akan menurunkan jumlah kadar air yang ada di udara sehingga *relative humidity* menjadi rendah (Mahayana, 2011). Hal ini akan berdampak pada semakin banyaknya uap air dalam gabah yang teruapkan ke udara. Uap air inilah yang kemudian akan diserap oleh zeolit. Makin banyak zeolit yang ikut dalam proses pengeringan maka akan makin banyak pula uap air yang dapat diserap oleh zeolit. Makin banyak uap air yang menguap dari bahan maka bobot bahan makin rendah dan laju pengeringan makin cepat (Desrosier,1988)

Zeolit 3A yang digunakan ini telah terlebih dahulu di aktivasi dengan cara pemanasan. Proses dehidrasi ini menyebabkan zeolit mempunyai struktur pori yang sangat terbuka dan mempunyai luas permukaan internal yang luas (Sutarti dan Rachmawati, 1994). Luas permukaan yang besar ini mengakibatkan kemampuannya untuk menyerap air makin besar. Pada kondisi ini jika jumlah zeolit yang digunakan banyak maka akan makin banyak pula uap air yang dapat terserap oleh zeolit. Hal ini akan berdampak makin cepatnya penurunan kadar air dalam bahan sehingga waktu pengeringan makin singkat. Oleh karena itu dapat dalam penelitian ini dapat disimpulkan bahwa semakin banyak zeolit yang digunakan maka penurunan kadar air dalam gabah akan makin cepat.

Fenomena ini sesuai dengan penelitian terdahulu yang sudah pernah dilakukan. Agusniar dan Setiyani (2011) menyimpulkan pengeringan tercepat berturut-turut diperoleh pada komposisi jagung 25%, 50%, 75% dan 100 % w. Hal senada diungkapkan oleh Satriawan dan Mahmudi (2011) yang menyimpulkan bahwa kenaikan jumlah zeolit berpengaruh terhadap singkatnya waktu pengeringan gabah.

#### KESIMPULAN DAN SARAN

Pengeringan gabah dengan penambahan zeolit 3A dalam *fluidized bed dryer* telah mampu menurunkan kadar air dalam gabah. Dari penelitian ini diketahui bahwa suhu udara pengeringan 60°C mampu menghasilkan waktu pengeringan tersingkat. Kenaikan suhu udara pengering mampu mempercepat waktu pengeringan. Selain itu pula disimpulkan bahwa semakin banyak zeolit yang

diikutkan dalam proses pengeringan, makin cepat pula penurunan kadar air dalam bahan sehingga waktu pengeringannya pun makin singkat. Waktu pengeringan tersingkat dicapai pada komposisi gabah 40% w dan komposisi zeolit 3A 60 %w. Disimpulkan bahwa waktu pengeringan tersingkat diperoleh pada kondisi operasi 60°C dan komposisi zeolit:gabah = 60 : 40 (% w)

Penelitian ini juga dapat menjadi dasar dari penelitian lanjutan di masa yang akan datang. Penelitian serupa dapat diterapkan pada komoditas pertanian lainnya terutama untuk bahan pangan berbentuk butiran. Aplikasi pengeringan adsorbsi menggunakan zeolit 3A ini sebaiknya diujicobakan dalam skala lapangan sebagai salah satu alternatif rekomendasi dalam sistem pengeringan gabah. Diharapkan sistem pengeringan ini memberikan manfaat kepada para petani sehingga kendala cuaca yang mungkin dihadapi saat musim panen tiba dapat teratasi, karena sistem pengeringan ini dapat dilakukan dalam ruangan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agusniar, A. dan D. Setiyani (2011). Pengeringan Jagung Dengan Metode Mixed-Adsorption Drying Menggunakan Zeolite Pada Unggun Terfluidisasi. Universitas Diponegoro: *Skripsi*.
- Bestari, A. dan P. Adityas (2010). Pengeringan Jagung Dengan Metode Mixed-Adsorption Drying Menggunakan Zeolit Pada Unggun Terfluidisasi. Universitas Diponegoro: *Skripsi*.
- Bhattacharya, K.R. dan Y.M.I. Swamy (1967). Conditions of Drying Parboiled Paddy for Optimum Milling Quality. Central Food Tecnological Research Institute, Mysore, India.
- Desrosier, N.W. (1988). *Teknologi Pengawetan Pangan*. Diterjemahkan oleh M.Muljohardjo. UI-Press, Jakarta.
- Djaeni, M. (2008). Energy Efficient Multistage Zeolite Drying for Heat Sensitive Product. Wageningen University, The Netherlands: *PhD thesis*.
- Djaeni, M., P. Bartels, J. Sanders, G. van Straten dan A.J.B. van Boxtel (2007). Heat Efficiency Of Multi-Stage Zeolite Systems For Low Temperature Drying. In *Proceedings of The 5th Asia-Pacific Drying Conference, Hong Kong, August 13-15, 2007*, pp. 589-594.
- <http://websisni.bsn.go.id>. Diakses Tanggal 3 Mei 2011.
- Irawan, A. (2011). *Modul Laboratorium Pengeringan*. Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
- Karbassi, A. and Z.Mehdizabeh (2008). Drying Rough Rice in a Fluidized Bed Dryer, *J. Agric. Sci. Technol.*, Vol. 10: 233-241.
- Kurniasari (2010). Aktivasi Zeolit Alam Sebagai Adsorben Uap Air Pada Alat Pengering Bersuhu Rendah. Universitas Diponegoro: *Tesis*.
- Mahayana, A. (2011). Pengeringan Karagenan dari Rumput Laut *Eucheuma cottonii* dengan Spray Dryer dan Udara Yang Didehumidifikasi dengan Zeolit Alam Tinjauan: Kualitas Produk dan Efisiensi Panas. Universitas Diponegoro: *Tesis*.
- Satriawan, I.Y. dan I. Mahmudi (2011). Pengaruh Penambahan Zeolit Pada Mesin Pengering Padi Type Rotary Terhadap Kualitas Gabah Kering, Universitas Brawijaya.
- Soponronnarit, S. (2003). Fluidised bed grain drying. *Proceedings of the 3<sup>rd</sup> Asia-Pacific Drying Conference*, 1-3 September 2003. Asian Institute of Technology, Bangkok, Thailand, pp. 55-71.
- Sutarti, M. dan M.Rachmawati (1994). *Zeolit Tinjauan Literatur*. Lembaga Ilmu Pengetahuan dan Informasi Ilmiah.
- Tabasum, M., dan V.K.Jindal( 1992). Effect Of Drying On Moisture Removal Rate And Head Yield Of Basmati-370, Pakistan *J. Agric. Res. Technol.*, Vol. 13, No 4.: 312-319.
- Wongpornchai, S., K.Dumri, Jongkaewwattana S. dan B.Siri (2003). Effects Of Drying Methods and Storage Time On The Aroma And Milling Quality Of Rice (*Oryza Sativa L.*) Cv. Khao Dawk Mali 105. *Journal of Food Chemistry*. Volume 87, Issue 3:407-414.