

## KAJIAN EKSPERIMEN PENGERINGAN TEPUNG TAPIOKA DI PENGERING FLUIDISASI

Margaretha Praba Aulia

Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Boyolali  
prabaaulia@gmail.com

---

### INFO ARTIKEL

Diterima : 25 Juli 2018

Direvisi : 25 Juli 2018

Disetujui : 07 Agustus 2018

---

Kata Kunci :

Pengeringan, Tapioka, Fluidisasi, Tepung

### ABSTRAK

Tepung tapioka di industri kecil menengah dikeringkan dengan metode konvensional dengan dihamparkan di bawah sinar matahari. Kendala utamanya adalah kecepatan pengeringan rendah. Oleh karena itu, dalam penelitian ini tepung tapioka dengan kadar air  $40 \pm 5\%$  telah dikeringkan menggunakan pengering fluidisasi menjadi tepung tapioka dengan kadar air di bawah 15% (basis basah). Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh suhu udara pengering dan masa umpan terhadap kecepatan pengeringan. Parameter operasi yang diteliti adalah suhu pengeringan (40, 50 dan  $60^{\circ}\text{C}$ ) dan masa umpan tapioka (100, 200, dan 300 g). Hasil eksperimen menunjukkan adanya periode pengeringan laju konstan sampai kadar uap air padatan 0,4 yang kemudian menunjukkan periode menurun. Semakin tinggi suhu pengering, maka laju pengeringan semakin besar. Sedangkan semakin banyak masa padatan yang diumpankan, maka laju pengeringan semakin rendah.

---

### I. PENDAHULUAN

Pengeringan terhadap material padat dapat terjadi karena adanya perpindahan panas dan perpindahan masa antara media pengering, udara dan material padat itu sendiri [1]. Proses pengeringan sangat dibutuhkan pada bahan makanan. Kadar uap air pada makanan sangat cocok untuk tempat berkembang biak bagi bakteri dan mikroorganisme berbahaya. Produk-produk yang dikeringkan memiliki kelebihan antara lain mempermudah penyimpanan dan pengangkutan karena volumenya diperkecil dan daya awetnya tinggi [2]. Bahan makanan yang telah dikeringkan memiliki kadar uap air rendah yang tidak memungkinkan mikroorganisme dan bakteri untuk berkembang sehingga akan lebih awet [3]. Pengeringan makanan menggunakan cara tradisional dengan cara dihamparkan di bawah sinar matahari masih digunakan hingga saat ini. Cara pengeringan seperti ini masih sangat banyak digunakan karena murah dan tidak membutuhkan alat maupun tenaga kerja khusus untuk menanganinya [3]. Namun, pengeringan menggunakan sinar matahari memiliki kekurangan antara lain kinetika pengeringannya lambat, makanan yang dikeringkan kotor dan berdebu. Pengeringan makanan menggunakan sinar matahari tidak terlalu cocok diterapkan di Indonesia karena merupakan negara tropis yang memiliki curah hujan cukup tinggi, sehingga jumlah sinar matahari rendah dan tidak kontinyu.

Dalam penelitian ini, tepung tapioka akan digunakan sebagai bahan yang akan dikeringkan. Hal ini didasarkan kebutuhan tepung tapioka di Indonesia terus meningkat tiap tahunnya karena adanya peningkatan penggunaan tepung tapioka sebagai bahan baku industri makanan. Produsen tapioka di Indonesia masih didominasi oleh produsen berskala kecil menengah (UKM) yang masih memakai teknologi pengeringan tapioka secara tradisional, yakni dengan dihamparkan di lantai di bawah sinar matahari sehingga kuantitas dan kualitas hasil produksinya tidak menentu dan seringkali tidak memenuhi standar SNI (Standar Nasional Indonesia). Proses pengeringan produk dengan cara dijemur menggunakan sinar matahari membutuhkan waktu yang lama. Sehingga, seringkali tepung

tapioka dijual dalam bentuk yang masih basah (kadar uap air  $\pm 40\%$ , basis basah) untuk menghindari kerugian lebih besar. Namun, harga tapioka basah jauh di bawah tapioka kering serta kapasitas produksi yang rendah membuat produsen merugi.

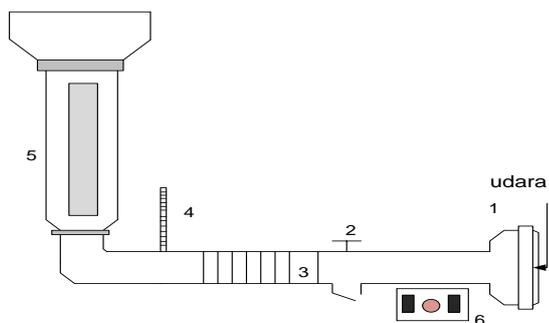
Untuk menutupi kekurangan dari metode pengeringan secara konvensional, maka banyak dikembangkan metode pengeringan secara mekanik. Salah satu metode pengeringan mekanik untuk produk makanan yang berbentuk granul dan *powder* seperti tapioka adalah pengering fluidisasi. Pengering fluidisasi (*fluidized bed dryer*, FBD) banyak digunakan karena memiliki banyak kelebihan, antara lain kecepatan pengeringan tinggi, efisiensi suhu tinggi, transport material mudah, mudah dioperasikan, perawatan alat murah, kapasitas material yang dikeringkan variatif [4]. Pemilihan jenis teknologi pengering fluidisasi didasarkan fakta bahwa akhir-akhir ini, pengering fluidisasi lebih banyak dikembangkan dibandingkan pengering semprot (*spray*), *pneumatic*, drum, dan *film-rotary*, karena kemampuannya untuk menghasilkan produk bentuk bubuk dari umpan larutan, suspensi, slurries, dan pasta [5]. Udara panas digunakan untuk mengeringkan tapioka pada pengering fluidisasi. Pertimbangan dalam proses ini adalah dengan meningkatkan suhu udara diharapkan akan meningkatkan kecepatan pengeringan. Namun, suhu yang dipilih tidak terlalu tinggi agar tidak merusak kualitas dari tapioka..

### II. METODE PENELITIAN

#### A. Bahan dan Alat Penelitian

Penelitian menggunakan tepung tapioka dengan kadar uap air  $40 \pm 5\%$  (basis basah) yang didapat dari desa Sidomukti, kabupaten Pati, Propinsi Jawa Tengah.

# KAJIAN EKSPERIMEN PENGERINGAN TEPUNG TAPIOKA DI PENGERING FLUIDISASI



Gambar 1 Rangkaian alat penelitian

## Keterangan :

1. Blower. Merk: Horng Mn (Taiwan), Tipe: YC- 2, HP: ½, Volt: 110/220 V, Cycle: 50, rpm: 3000- 3600
2. Valve
3. Heater. Koil listrik 2000 Watt
4. Termometer alkohol
5. Kolom unggun fluidisasi. Diameter: 4 inch, tinggi kolom: 60 cm, diameter *pervorated*: 3 inch, tinggi *pervorated*: 10 cm, Diameter *cyclone*: 5 inch, tinggi *cyclone*: 20 cm
6. Tombol *on-off*

## B. Prosedur Penelitian

### Persiapan Bahan

Tepung tapioka basah dijemur terlebih dahulu untuk mengurangi kadar uap airnya hingga menjadi  $40 \pm 5\%$  (basis basah, bb). Untuk memastikan kadar uap air bahan dilakukan metode gravimetri sesuai dengan metode AOAC. Kemudian gumpalan tepung dihancurkan dan kemudian diayak supaya umpan yang masuk pada kolom fluidisasi seragam (3 - 5 mesh). Tepung tapioka yang sudah seragam tersebut ditimbang sesuai dengan variabel (100, 200 dan 300 gram) sebelum dimasukkan ke kolom fluidisasi.

### Persiapan Alat

Alat yang digunakan adalah pengering fluidisasi. Sebelum digunakan, alat harus dikalibrasi sesuai variabel yang digunakan yaitu suhu, laju aliran udara dan masa sampel dalam kolom. Suhu, laju alir udara dan kadar uap air relatif disaat kolom kosong diukur. Suhu, kadar uap air relatif dan laju alir ruangan juga diukur sebelum percobaan dimulai.

### Proses Pengerian

Operasi pengeringan dimulai dengan memasukkan tepung tapioka ke dalam kolom. Kemudian blower dan pemanas dihidupkan sehingga udara pengering mengalir dari bagian bawah kolom dan melewati unggun. Setiap 90 detik dilakukan pencatatan kadar relatif uap air (% RH) dan suhu keluaran kolom ( $^{\circ}\text{C}$ ). Prosedur ini dilakukan selama 30 menit untuk tiap variabel. Kadar relatif uap air (% RH) dan suhu keluaran kolom ( $^{\circ}\text{C}$ ) diukur menggunakan Humiditymeter.

## C. Prosedur Analisis

Analisis kadar uap air dapat dilakukan dengan metode oven (gravimetri) sesuai dengan AOAC 930.15. Sampel produk pengeringan diambil 5 g untuk dioven selama kurang lebih 3 jam. Kadar uap air hasil pengeringan dihitung dengan cara .:

$$X = \frac{m_0 - m_k}{m_0}$$

dimana X = kadar uap air produk  
 $m_0$  = masa mula-mula  
 $m_k$  = masa setelah dioven

Metode yang digunakan adalah metode deskriptif yaitu dengan membuat tabel atau grafik dari data yang diperoleh. Percobaan dilakukan dengan memvariasi variabel bebas yang digunakan yaitu variasi suhuan masa tepung dalam kolom. Dari setiap *run* percobaan yang dilakukan, hasil yang diperoleh adalah kadar uap air tiap waktu, waktu pengeringan, suhu dan humiditas udara keluar kolom, kadar *humidity* udara tiap waktu, suhu udara. Langkah paling awal dalam pembuatan kurva adalah mengolah data hasil eksperimen yakni suhu dan kadar uap air relatif udara hingga didapat kecepatan pengeringan.

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan kurva pengeringan, proses pengeringan tapioka menggunakan pengering fluidisasi mengalami *constant rate period* dan *falling rate period* yang menunjukkan bahwa kecepatan pengeringan dipengaruhi oleh beberapa kondisi operasi seperti masa bahan, suhu dan kecepatan udara pengering. Berikut akan dikaji pengaruh kondisi operasi berupa masa tapioka basah dalam kolom fluidisasi, suhu dan kecepatan udara pengering terhadap waktu pengeringan.

### A. Pengaruh Suhu Udara Pengering

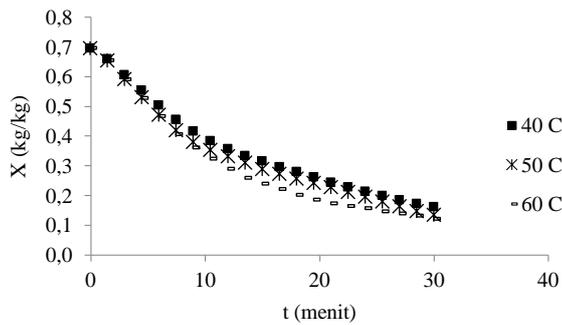
Pada proses pengeringan, terjadi perpindahan panas dari media pengering ke bahan yang dikeringkan dan perpindahan masa air dari bahan yang dikeringkan ke media pengering [6]. Gambar 2 memperlihatkan kurva pengaruh waktu terhadap kadar uap air dalam pengeringan tepung tapioka di pengering fluidisasi pada berbagai suhu yang berbeda, masa 200 gram, dan laju alir 2 m/s.

Pada awal pengeringan terjadi penurunan kadar uap air di padatan sangat cepat, berbeda dengan di akhir pengeringan penurunan kadar uap air di padatan relatif lebih lambat. Kadar uap air padatan di akhir pengeringan berbeda-beda. Semakin tinggi suhu pengeringan, maka kadar uap air sisa di padatan semakin rendah. Hal ini disebabkan karena semakin tinggi suhu, maka *relative humidity* semakin rendah sehingga kemampuan dalam menyerap kandungan air dalam partikel tapioka semakin meningkat. Hal ini menyebabkan transfer masa kandungan air dari bahan ke udara pengering semakin besar. Semakin tingginya transfer masa dan panas inilah yang menyebabkan kadar uap air yang tersisa pada suhu udara pengering yang tinggi semakin sedikit yang berarti menunjukkan proses pengeringan berjalan lebih cepat [7].

Tepung tapioka yang mula- mula berkadar uap air 41% (basis basah) atau 69% (basis kering), yang telah diukur sebelum proses dilakukan menggunakan metode oven dikeringkan menggunakan pengering fluidisasi selama 30 menit. Adapun

## KAJIAN EKSPERIMEN PENGERINGAN TEPUNG TAPIOKA DI PENGERING FLUIDISASI

kadar uap air tapioka pada hasil akhir pengeringan disajikan dalam Tabel I.



Gambar 2 Pengaruh suhu udara terhadap profil pengeringan pada berbagai macam variasi suhu, masa 200 gram, laju alir 2 m/s, basis kering

Dilihat dari Tabel I dapat dilihat bahwa kadar uap air (basis basah) dari ketiga variabel suhu 40, 50, dan 60°C sudah berada di bawah 14%. Hal ini menunjukkan bahwa hasil pengeringan tapioka menggunakan pengering fluidisasi dengan kondisi operasi masa tapioka yang dikeringkan 200 gram, laju alir udara masuk 2 m/s serta dengan suhu udara pengering bervariasi 40, 50, dan 60°C sudah sesuai dengan kriteria SNI mengenai standar kadar uap air dalam tapioka yang layak untuk digunakan, 10-14% (basis basah) [8].

TABEL I

KADAR UAP AIR PADA AKHIR PENGERINGAN TAPIOKA  
PADA BERBAGAI VARIASI SUHU, MASA 200 GRAM, LAJU ALIR 2 M/S

Suhu (oC)	Kadar uap air (basis kering, %)	Kadar uap air (basis basah, %)
40	15,6	13,5
50	13,1	11,4
60	11,7	10,5

Gambar 3 menunjukkan kurva pengeringan, yakni kurva hubungan antara kadar uap air di padatan dengan laju pengeringan dengan berbagai macam suhu. Jika dilihat dari kurva pengeringan yang mengalami *falling rate period*, suhu udara pengering berpengaruh terhadap kecepatan pengeringan. Semakin tinggi suhu yang digunakan dalam proses pengeringan maka semakin besar pula panas yang diterima permukaan tapioka sehingga laju penguapan air akan meningkat. Fenomena ini disebabkan karena naiknya suhu akan meningkatkan nilai difusivitas air dari dalam tapioka sehingga laju perpindahan panas antara tapioka dan udara pengering semakin tinggi [9, 10].

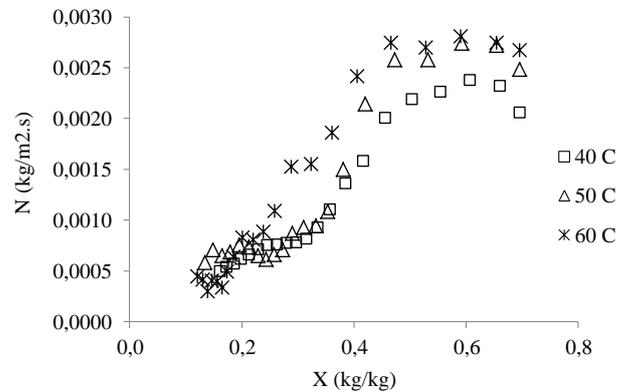
Pada kondisi kandungan uap air di padatan masih tinggi, sedikit terlihat adanya periode laju pengeringan yang hampir konstan. Periode laju pengeringan konstan ini sangat terlihat jelas untuk kurva pengeringan pada suhu 50°C. Pada ketiga kurva, dapat dilihat adanya penurunan laju pengeringan. Adanya periode laju pengeringan konstan ini membuktikan bahwa uap air ini merupakan uap air permukaan (*surface moisture content*), sehingga laju pengeringan konstan. Penurunan ini terjadi ketika kandungan uap air sebesar 0,4. Ketika kandungan uap air di bawah 0,4 maka kandungan uap air termasuk uap air terikat. Sehingga terjadi penurunan laju pengeringan. Titik 0,4 inilah yang disebut dengan kadar uap air kritis (*critical moisture content*) [11].

Pengaruh suhu terhadap laju pengeringan jelas, yakni semakin tinggi suhu maka semakin tinggi laju pengeringan. Kejelasan pengaruh ini terjadi baik di periode laju pengeringan konstan maupun periode laju pengeringan menurun. Hal ini dikarenakan dengan semakin tinggi suhu, maka akan

meningkatkan difusivitas uap air baik untuk terlepas di permukaan padatan maupun untuk berdifusi di dalam padatan partikel tapioka itu sendiri. Hal ini sesuai dengan persamaan Arrhenius tentang difusivitas yang merupakan fungsi suhu. [12]

$$D_{\text{eff}} = D_0 \cdot \text{Exp}(-E_a / RT)$$

Perbedaan kandungan uap air sisa di padatan, disebabkan karena kesetimbangan antara kandungan uap air di padatan dengan *relative humidity* udara pengering, sebagaimana telah dibahas pada paragraf sebelumnya.



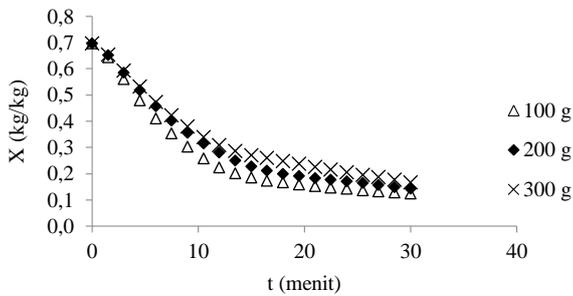
Gambar 3 Pengaruh suhu pada kurva laju pengeringan, masa 200 gram, laju alir 2 m/s

### B. Pengaruh Masa Umpan

Gambar 4 menunjukkan pengaruh berat umpan tepung tapioka terhadap kadar uap air bahan. Semakin banyak berat umpan maka penurunan kandungan uap air di padatan akan semakin landai. Hal ini disebabkan dengan semakin banyak bahan yang akan dikeringkan, maka kebutuhan energi panas untuk mengeringkan akan semakin besar. Sementara itu, udara pengering yang diberikan cenderung sama, maka penurunan suhu di unggun akan semakin tinggi. Sehingga untuk masa bahan yang semakin tinggi, maka penurunan suhu udara pengering akan lebih besar. Akibatnya, laju pengeringan semakin rendah dan penurunan kandungan uap air di padatan akan semakin landai. [13] Namun demikian, di akhir pengeringan, penurunan kandungan uap air di padatan hampir sama. Hal ini dikarenakan dengan semakin rendahnya kandungan uap air sisa di padatan maka *driving force* perpindahan masa uap air akan semakin rendah. Sehingga kadar uap air padatan di akhir pengeringan hampir sama. Selain itu, kadar uap air sisa di padatan di akhir pengeringan hampir sama, juga disebabkan karena *relative humidity* udara pengering yang sama. *Relative humidity* udara pengering yang sama ini disebabkan oleh penggunaan suhu udara pengering yang sama yakni 50°C [14, 15].

Bahan yang digunakan adalah tapioka dengan kadar uap air awal bahan mula- mula sama antara ketiga variabel, yakni 41% (basis basah) atau 69% (basis kering). Berat sampel divariasikan antara 100, 200, dan 300 gram. Suhu yang digunakan untuk memanaskan udara pengering sama pada tiap variabel yakni 50 ± 5°C. Laju alir udara pengering yang digunakan adalah 2 ± 0,5 m/s. Kadar uap air pada akhir pengeringan dari tapioka dapat dilihat pada Tabel II.

# KAJIAN EKSPERIMEN PENGERINGAN TEPUNG TAPIOKA DI PENGERING FLUIDISASI



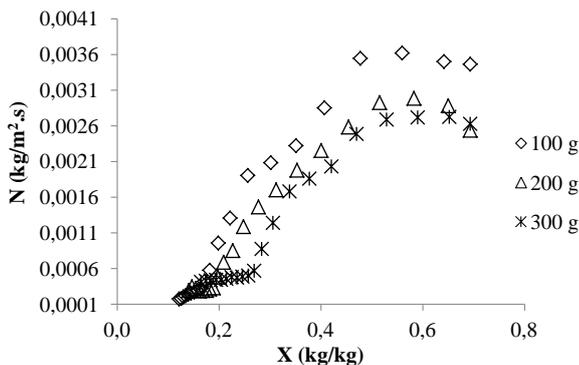
Gambar 4 Pengaruh berat bahan terhadap kadar uap air tiap satuan waktu, suhu 50oC, laju alir 2 m/s, basis kering

TABEL II

KADAR UAP AIR PADA AKHIR PENGERINGAN TAPIOKA PADA BERBAGAI VARIASI BERAT BAHAN, SUHU 50oC, LAJU ALIR 2 M/S

Masa (gram)	Kadar uap air (basis kering, %)	Kadar uap air (basis basah, %)
100	11,4	10,2
200	12,1	10,5
300	13,4	11,4

Gambar 5 menunjukkan pengaruh berat bahan terhadap kurva hubungan antara kadar uap air di padatan terhadap laju pengeringan. Pada kondisi kandungan uap air di padatan masih tinggi, sedikit terlihat adanya periode laju pengeringan yang hampir konstan. Periode laju pengeringan konstan ini akan terlihat lebih jelas dengan bertambahnya berat bahan. Hal ini menunjukkan bahwa dengan semakin banyak bahan yang akan dikeringkan maka periode laju pengeringan konstan akan semakin lama.



Gambar 5 Pengaruh berat bahan terhadap kurva laju pengeringan, 50oC, laju alir 2 m/s

## IV. KESIMPULAN

Periode pengeringan laju konstan sampai kadar uap air padatan 0,4, yang disebut dengan *critical moisture*. Semakin tinggi suhu dan dan laju alir udara masuk, maka laju pengeringan semakin besar. Sedangkan semakin banyak material padatan yang diumpangkan, maka laju pengeringan semakin rendah.

## DAFTAR RUJUKAN

[1] Debaste, F., Halloin, V., Bossart, L., dan Haut, B. A New Modelling Approach for the Prediction of Yeast Drying Rates in Fluidized Beds. *Journal of Food Engineering*, 84, 335-347. 2008.

[2] Mujumdar, A.S. *Guide to Industrial Drying*. IWSID2004. Mumbai, India. 2004.

[3] Tasirin, S.M., Kamarudin, S.K., Jaafar, K., Lee, K.F. The Drying Kinetics of Bird's Chillies in Fluidized Bed Dryer. *Journal of Food Engineering*. 8479, 695-705. 2007.

[4] Devahastin, S. dan Mujumdar, A. S. Batch drying of grains in a well mixed dryer effect of continuous and stepwise change in drying air temperature. *Transactions of the ASAE*, 42, 421-425. 1999.

[5] Jangam, S.V. dan Mujumdar, A.S. *Basic Concepts and Definitions. Drying of Foods, Vegetables and Fruits*. Volume 1, Ed. 2010.

[6] N. R. Pereira; F. C. Godoi; S. C. S. Rocha. Drying of Starch Suspension in Spouted Bed with Inert Particles: Physical and Thermal Analysis of Product. *Drying Technology*. 11, Pages 1288 – 1296. 2010.

[7] Shofarudin, M. I., Nugroho, T., Djaeni. M. Proses Pengeringan Jamur Ligzhi (*Ganoderma Lucidium*) Menggunakan Media Udara yang Didehumifikasi oleh zeolit alam. *Jurnal Teknologi Kimia dan Industri*, volume 1. 150-156. 2012.

[8] Menteri Negara Ristek dan Teknologi. *Teknologi Tepat Guna "Tentang Pengolahan Pangan Tepung Tapioka"*. Jakarta. 2005.

[9] Nissaulfasha, H., Djaeni, M., and Buchori, L. Mixed Adsorption Dryer In Fluidized Bed For Corn Drying : The Effect Of Temperature And Superficial Air Velocity To Moisture Content Of Corn. *Proceeding International Student Conference : The Power of Local Knowledge in Increasing Food Business Competitiveness*. 1: 114-118. 2012.

[10] Geldart, D., Abdullah, E.C., Verlinden, A. *Characterisation of Dry Powders*. *Powder Technology*. 190, 70- 74. 2009.

[11] Suherman. *Drying Kinetics of Granular and Powdery Polymers*. ISBN: 978-3-939665-63-2. Docupoint Verlag, Magdeburg, Germany. 2007.

[12] Srinivasakannan, C., Balasubramanian, N. Estimation of Diffusion Parameters in Fluidized Bed Drying. *Advanced Powder Technology*. 20, 390 – 394. 2009.

[13] Suherman, M. Peglow, E. Tsotsas. On the Applicability of Normalization for Drying Kinetics. *ISSN: 0737-3937. Drying Technology*. 26, 90-96. 2008.

[14] Suherman, Purbasari, A., Aulia, M. P. Pengaruh Suhu Udara Dan Berat Sampel Pada Pengeringan Tapioka Menggunakan Pengering Unggun Terfluidakan. Semarang. 2012. Suherman, Purbasari, A. Penerapan Teknologi Pengering Fluidisasi untuk Meningkatkan Kapasitas dan Kualitas Produk UKM Tepung Tapioka di Kabupaten Pati. Semarang. 2011.

[15] Suherman, Fajar, B., Satriadi, H., Yuariski, O., Nugroho, R.S., Shohib, A. Thin Layer Drying Kinetics of Roselle. *ISSN: 2042- 4876. Advanced Journal of Food Science and Technology* 4 (1). 51-55. 2012.