

**SKRIPSI**

**ANALISIS PINDAH PANAS ALAT PENGERING VAKUM  
DENGAN SUMBER ENERGI AIR PANAS**

***HEAT TRANSFER ANALYSIS OF VACUUM DRYER WITH HOT  
WATER ENERGY SOURCE***



**SILVIA LINA  
05021181419027**

**PROGRAM STUDI TEKNIK PERTANIAN  
JURUSAN TEKNOLOGI PERTANIAN  
FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**2019**

## LEMBAR PENGESAHAN

### ANALISIS PINDAH PANAS ALAT PENGERING VAKUM DENGAN SUMBER ENERGI AIR PANAS

#### SKRIPSI

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknologi Pertanian  
Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya

Silvia Lina  
05021181419027

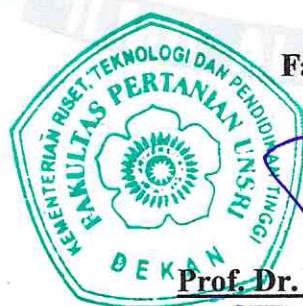
Pembimbing I

  
Ir. Haisen Hower, M.P.  
NIP. 196612091994031003

Indralaya, Juli 2019  
Pembimbing II

  
Ari Hayati, S.TP.,M.S.  
NIP. 198105142005012003

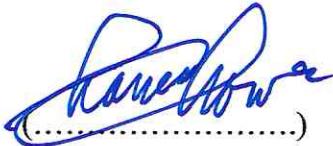
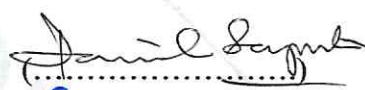
Mengetahui,  
Fakultas Pertanian



  
Prof. Dr. Ir. Andy Mulyana, M.Sc.  
NIP. 196012021986031003

Skripsi dengan Judul "Analisis Pindah Panas Alat Pengering Vakum dengan Sumber Energi Air Panas" oleh Silvia Lina telah dipertahankan di hadapan Komisi Pengaji Skripsi Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya pada tanggal 20 Juni 2019 dan telah diperbaiki sesuai saran dan masukan tim pengaji.

Komisi Pengaji

- |  |   |
|--|---|
| 1. Ir. Haisen Hower, M.P.<br>NIP 196612091994031003                          | Ketua<br>  |
| 2. Ari Hayati, S.TP., M.S.<br>NIP 198105142005012003                         | Sekretaris<br>   |
| 3. Prof. Dr. Ir. Daniel Saputra, MS.,A.Eng Anggota<br>NIP 195808091985031003 | <br> |
| 4. Ir. Endo Argo Kuncoro, M.Agr.<br>NIP 196107051989031006                   | Anggota<br>  |

Ketua Jurusan  
Teknologi Pertanian



Dr. Ir. Edward Saleh, M.S.  
NIP 196208011988031002

Indralaya, Juli 2019 |  
Koordinator Program Studi  
Teknik Pertanian

Dr. Ir. Tri Tunggal, M.Agr.  
NIP 196210291988031003

## **PERNYATAAN INTEGRITAS**

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Silvia Lina  
NIM : 05021181419027  
Judul : Analisis Pindah Panas Alat Pengering Vakum dengan Sumber Energi Air Panas.

Menyatakan bahwa semua data dan informasi yang dimuat dalam skripsi ini merupakan hasil penelitian saya sendiri di bawah supervisi pembimbing, kecuali yang disebutkan dengan jelas sumbernya. Apabila di kemudian hari ditemukan adanya unsur plagiasi dalam laporan skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak mendapat paksaan dari pihak manapun.



Indralaya, Juli 2019



Silvia Lina

## **KATA PENGANTAR**

Alhamdulillah, puji dan syukur penulis sampaikan ke hadirat Allah SWT atas berkat rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul, “Analisis Pindah Panas Alat Pengering Vakum dengan Sumber Energi Air Panas”. Shalawat dan salam tak henti-hentinya penulis haturkan kepada Baginda Besar Nabi Agung, Rasulullah SAW beserta keluarga dan sahabat beliau dengan harapan semoga sampai akhir dunia kita tetap diterangi oleh cahaya ilmu pengetahuan yang beliau bawa sampai akhir zaman.

Penulis mengungkapkan begitu banyak rasa terima kasih kepada berbagai pihak yang secara langsung ataupun tidak langsung telah membantu selama proses pembuatan skripsi ini. Terima kasih juga kepada bapak Ir. Haisen Hower, M.P. selaku dosen pembimbing pertama, Ibu Ari Hayati, S.TP.M.S. selaku pembimbing kedua dan serta seluruh pihak yang telah memberikan banyak bantuan, saran, masukan, kritik, motivasi dan semangat kepada penulis.

Skripsi ini masih memiliki banyak kelemahan dalam hal penyusunan ataupun penulisan, kritik dan saran sangat penulis harapkan untuk perbaikan. Penulis berharap skripsi ini dapat menjadi referensi dan bahan bacaan yang bermanfaat dan mendidik untuk pembaca sekalian.

Indralaya, Juli 2019

Penulis

## DAFTAR ISI

Halaman

KATA PENGANTAR .....	xii
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR GAMBAR .....	xv
DAFTAR LAMPIRAN .....	xvi
BAB 1. PENDAHULUAN .....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Tujuan .....	3
1.3. Manfaat.....	3
1.4. Hipotesis.....	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA .....	4
2.1. Pengeringan .....	4
2.2. Proses Pengeringan .....	4
2.3. Laju Pengeringan .....	6
2.4. Pindah Panas .....	6
2.5. Pengering Vakum.....	9
2.6. Suhu Pengeringan .....	10
2.7. Nanas.....	10
BAB 3. PELAKSANAAN PENELITIAN.....	11
3.1. Waktu dan Tempat .....	11
3.2. Alat dan Bahan.....	11
3.3. Metode Penelitian.....	11
3.4. Cara Kerja .....	11
3.5. Data Pengamatan.....	12
3.6. Parameter yang Diamati.....	12
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	17
4.1. Distribusi Suhu dalam Ruang Pengering .....	17
4.2. Laju Aliran Fluida .....	19
4.3. Analisis Pindah Panas .....	19

	Halaman
4.4. Laju Pengeringan .....	22
4.5. Analisis Efisiensi.....	24
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN .....	26
5.1. Kesimpulan .....	26
5.2. Saran.....	26
DAFTAR PUSTAKA .....	27
LAMPIRAN .....	30

## **DAFTAR TABEL**

	Halaman
Tabel 4.1. Analisis Pindah Panas Suhu 30 °C .....	19
Tabel 4.2. Analisis Pindah Panas Suhu 35 °C.....	20
Tabel 4.3. Analisis Pindah Panas Suhu 40 °C.....	21
Tabel 4.4. Analisis Efisiensi .....	24

## **DAFTAR GAMBAR**

	Halaman
Gambar 4.1. Kurva distribusi suhu ruang pengering pada suhu 30 °C ....	17
Gambar 4.2. Kurva distribusi suhu ruang pengering pada suhu 35 °C ....	18
Gambar 4.3. Kurva distribusi suhu ruang pengering pada suhu 40 °C ....	18
Gambar 4.4. Laju Pengeringan Nanas.....	22
Gambar 4.5. Laju Penurunan Kadar Air Nanas (gr/jam) .....	23

## **DAFTAR LAMPIRAN**

	Halaman
Lampiran 1. Diagram alir penelitian .....	30
Lampiran 2. Gambar Alat Pengering Vakum .....	31
Lampiran 3 Teladan Pengolahan Data Laju Pengeringan.....	33
Lampiran 4. Teladan Pengolahan Data Laju Aliran Air Panas .....	34
Lampiran 5. Perhitungan Analisis Pindah Panas .....	35
Lampiran 6. Perhitungan Analisis Efisiensi.....	38
Lampiran 7. Distribusi Suhu Ruang Pengering ( $^{\circ}\text{C}$ ).....	39
Lampiran 8. Laju Penurunan Kadar Air Nanas (%/jam) .....	40
Lampiran 9. Data Penurunan Kadar Air Nanas (gr/jam) .....	41
Lampiran 10. Data Kadar Air Nanas (%) .....	42
Lampiran 11. Data Analisis Pindah Panas Suhu $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ .....	43
Lampiran 12. Data Analisis Pindah Panas Suhu $35\text{ }^{\circ}\text{C}$ .....	54
Lampiran 13. Data Analisis Pindah Panas Suhu $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ .....	64
Lampiran 14. Gambar Dokumentasi Penelitian .....	69

# **Analisis Pindah Panas Alat Pengering Vakum dengan Sumber Energi Air Panas**

## ***Heat Transfer Analysis Of Vacuum Dryer With Hot Water Energy Source***

**Silvia Lina<sup>1</sup>, Haisen Hower<sup>2</sup>, Ari Hayati<sup>2</sup>**

Program Studi Teknik Pertanian Jurusan Teknologi Pertanian

Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya,

Jl. Raya Palembang – Prabumulih KM 32 Indralaya, Ogan Ilir

Telp. (0711) 580664 Fax. (0711) 480279

### **ABSTRACT**

This research was conducted at the Biosystem Laboratory, Department of Agricultural Technology, Sriwijaya University, from July 2018 until December 2018. This research was aimed to study the heat transfer analysis, temperature distribution and energy requirement of vacuum dryer with hot water energy source. This study used the experiment method. Data were presented in the form of tables and graphs. Drying was done with three temperature variations, namely 30 °C, 35 °C and 40 °C. The results showed that the closer to the well drying chamber the higher temperature, vice versa. The fluid flow rate (hot water) of the vacuum dryer was 0,19 m<sup>3</sup> / s. The heat required to raise the water temperature at room temperature to 30 °C (Q) was 78939 kJ with the rate of energy demand of 1.87 kJ/s. The temperature of 35 °C (Q) was 76133 kJ with the energy demand rate ( $\bar{Q}$ ) of 2.35 kJ/s and to the temperature of 40 °C (Q) was 39644 kJ with the rate of ( $\bar{Q}$ ) of 3.67 kJ/s. The drying rate at 30 °C, 35 °C and 40 °C were 5.93%, 7.80% and 22.11%, respectively. The drying and heating efficiency at 30 °C were 16% and 2 %, at 35 °C at 35 °C were 50% and 3% and at 40 °C were 63.17% and 9%.

**Keywords:** Vacuum drying, Temperature Distribution, Heat.

### **Pembimbing I**



Ir. Haisen Hower, M.P  
NIP. 196612091994031003

Mengetahui,  
Koordinator Program Studi  
Teknik Pertanian



Dr. Ir. Tri Tunggal, M.Agr.  
NIP.196210291988031003

### **Pembimbing II**



Ari Hayati, S.TP.,M.S.  
NIP. 198105142005012003

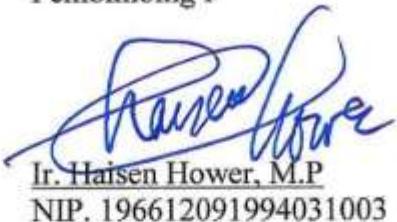
## ABSTRACT

**SILVIA LINA Heat Transfer Analysis of Vacuum Dryer with Hot Water Energy Source** (Supervised by **HAISEN HOWER** and **ARI HAYATI**).

This research was conducted at the Biosystem Laboratory, Department of Agricultural Technology, Sriwijaya University, from July 2018 until December 2018. This research was aimed to study the heat transfer analysis, temperature distribution and energy requirement of vacuum dryer with hot water energy source. This study used the experiment method. Data were presented in the form of tables and graphs. Drying was done with three temperature variations, namely 30 °C, 35 °C and 40 °C. The results showed that the closer to the well drying chamber the higher temperature, vice versa. The fluid flow rate (hot water) of the vacuum dryer was 0,19 m<sup>3</sup> / s. The heat required to raise the water temperature at room temperature to 30 °C (Q) was 78939 kJ with the rate of energy demand of 1.87 kJ/s. The temperature of 35 °C (Q) was 76133 kJ with the energy demand rate ( $\bar{Q}$ ) of 2.35 kJ/s and to the temperature of 40 °C (Q) was 39644 kJ with the rate of ( $\bar{Q}$ ) of 3.67 kJ/s. The drying rate at 30 °C, 35 °C and 40 °C were 5.93%, 7.80% and 22.11%, respectively. The drying and heating efficiency at 30 °C were 16% and 2 %, at 35 °C at 35 °C were 50% and 3% and at 40 °C were 63.17% and 9%.

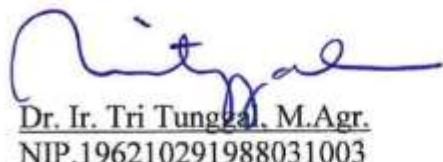
Keywords: Vacuum drying, Temperature Distribution, Heat.

Pembimbing I



Ir. Haisen Hower, M.P.  
NIP. 196612091994031003

Mengetahui,  
Koordinator Program Studi  
Teknik Pertanian



Dr. Ir. Tri Tunggal, M.Agr.  
NIP.196210291988031003

Pembimbing II



Ari Hayati, S.TP.,M.S.  
NIP. 198105142005012003

# **Analisis Pindah Panas Alat Pengering Vakum dengan Sumber Energi Air Panas**

## ***Heat Transfer Analysis of Vacuum Dryer with Hot Water Energy Source***

**Silvia Lina<sup>1</sup>, Haisen Hower<sup>2</sup>, Ari Hayati<sup>2</sup>**

Program Studi Teknik Pertanian Jurusan Teknologi Pertanian

Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya,

Jl. Raya Palembang – Prabumulih KM 32 Indralaya, Ogan Ilir

Telp. (0711) 580664 Fax. (0711) 480279

### **RINGKASAN**

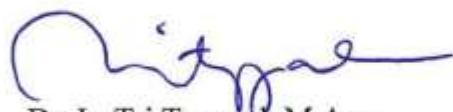
Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Biosistem Jurusan Teknologi Pertanian Universitas Sriwijaya, mulai Juli 2018 sampai Desember 2018. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari analisis pindah panas, distribusi suhu, dan kebutuhan energi pada alat pengering vakum dengan sumber energi air panas. Penelitian ini menggunakan metode eksperimental. Penyajian data berupa tabel dan grafik. Pengeringan dilakukan dengan tiga variasi suhu yaitu 30 °C, 35 °C dan 40 °C. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin dekat dengan dinding ruang pengering maka suhu semakin besar, begitu juga sebaliknya. Laju aliran fluida (air panas) alat pengering vakum adalah sebesar 0,19 m<sup>3</sup>/s. Panas yang dibutuhkan untuk menaikan suhu air pada suhu ruangan 30 °C (Q) adalah 78939 kJ dengan laju kebutuhan energi ( $\dot{Q}$ ) sebesar 1,87 kJ/s. suhu 35 °C (Q) adalah 76133 kJ dengan laju kebutuhan energi ( $\dot{Q}$ ) sebesar 2,35 kJ/s dan suhu 40 °C (Q) adalah 39644 kJ dengan laju kebutuhan energi ( $\dot{Q}$ ) sebesar 3,67 kJ/s. Laju pengeringan pada suhu 30 °C, 35 °C dan 40 °C berturut-turut sebesar 5,93%, 7,80% dan 22,11%. Efisiensi pengeringan dan pemanasan pada suhu 30°C adalah 16% dan 2%. pada suhu 35 °C adalah 50 % dan 3%, dan pada suhu 40 °C adalah 51 % dan 9%.

Kata kunci : Pengering vakum, Distribusi suhu, Energi panas.

#### **Pembimbing I**

  
Ir. Haisen Hower, M.P.  
NIP. 196612091994031003

Mengetahui,  
Koordinator Program Studi  
Teknik Pertanian

  
Dr. Ir. Tri Tunggal, M.Agr.  
NIP.196210291988031003

#### **Pembimbing II**

  
Ari Hayati, S.TP.,M.S.  
NIP. 198105142005012003

# **Analisis Pindah Panas Alat Pengering Vakum dengan Sumber Energi Air Panas**

## ***Heat Transfer Analysis of Vacuum Dryer with Hot Water Energy Source***

**Silvia Lina<sup>1</sup>, Haisen Hower<sup>2</sup>, Ari Hayati<sup>2</sup>**

Program Studi Teknik Pertanian Jurusan Teknologi Pertanian

Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya,

Jl. Raya Palembang – Prabumulih KM 32 Indralaya, Ogan Ilir

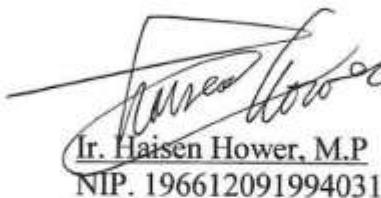
Telp. (0711) 580664 Fax. (0711) 480279

## **RINGKASAN**

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Biosistem Jurusan Teknologi Pertanian Universitas Sriwijaya, mulai Juli 2018 sampai Desember 2018. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari analisis pindah panas, distribusi suhu, dan kebutuhan energi pada alat pengering vakum dengan sumber energi air panas. Penelitian ini menggunakan metode eksperimental. Penyajian data berupa tabel dan grafik. Pengeringan dilakukan dengan tiga variasi suhu yaitu 30 °C, 35 °C dan 40 °C. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin dekat dengan dinding ruang pengering maka suhu semakin besar, begitu juga sebaliknya. Laju aliran fluida (air panas) alat pengering vakum adalah sebesar 0,19 m<sup>3</sup>/s. Panas yang dibutuhkan untuk menaikan suhu air pada suhu ruangan 30 °C (Q) adalah 78939 kJ dengan laju kebutuhan energi ( $\dot{Q}$ ) sebesar 1,87 kJ/s. suhu 35 °C (Q) adalah 76133 kJ dengan laju kebutuhan energi ( $\dot{Q}$ ) sebesar 2,35 kJ/s dan suhu 40 °C (Q) adalah 39644 kJ dengan laju kebutuhan energi ( $\dot{Q}$ ) sebesar 3,67 kJ/s. Laju pengeringan pada suhu 30 °C, 35 °C dan 40 °C berturut-turut sebesar 5,93%, 7,80% dan 22,11%. Efisiensi pengeringan dan pemanasan pada suhu 30°C adalah 16% dan 2%. pada suhu 35 °C adalah 50 % dan 3%, dan pada suhu 40 °C adalah 51 % dan 9%.

Kata kunci : Pengering vakum, Distribusi suhu, Energi panas.

### **Pembimbing I**



Ir. Haisen Hower, M.P  
NIP. 196612091994031003

Mengetahui,  
Koordinator Program Studi  
Teknik Pertanian



Dr. Ir. Tri Tunggal, M.Agr.  
NIP.196210291988031003

### **Pembimbing II**



Ari Hayati, S.TP.,M.S.  
NIP. 198105142005012003

## **BAB 1**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1. Latar Belakang**

Pengeringan merupakan proses pemindahan panas dan uap air secara simultan, yang membutuhkan energi panas untuk menguapkan kandungan air yang dipindahkan dari permukaan bahan oleh media pengering, biasanya berupa udara panas (Desrosier, 1988). Faktor-faktor yang mempengaruhi pengeringan ada dua golongan yaitu faktor yang berhubungan dengan udara pengering seperti kelembaban udara, laju aliran udara, dan suhu. Faktor yang berhubungan dengan sifat bahan yang dikeringkan adalah ukuran bahan, kadar air, dan tekanan parsial dalam bahan. Dasar pengeringan adalah terjadinya penguapan air ke udara karena perbedaan kandungan uap air antara udara dengan bahan yang akan dikeringkan. Kandungan uap air udara lebih sedikit atau dengan kata lain udara mempunyai kelembaban nisbi yang relatif lebih rendah sehingga terjadi penguapan (Taib *et al.*, 1987).

Pengeringan dapat dilakukan dengan menggunakan sinar matahari atau menggunakan alat mekanis (pengering buatan). Pengeringan menggunakan sinar matahari tidak membutuhkan keahlian khusus maupun biaya mahal dan tidak terbatas kapasitas pengeringannya. Pengeringan ini kurang efektif karena sangat bergantung pada kondisi cuaca sehingga waktu yang dibutuhkan cukup lama dan produk yang dihasilkan kurang *higienis* karena terkontaminasi dengan debu atau kontaminan yang ada di udara (Raharjo, 2010). Panas di dalam ruang pengering dengan metode pengeringan buatan dapat diatur dan uap air akan terperangkap sehingga laju pengeringan semakin cepat karena kelembaban pada ruang pengering meningkat. Namun, pengeringan yang terlalu cepat dapat merusak mutu bahan (Taib *et al.*, 1987). Diperlukan suatu teknik pengeringan yang lebih efektif agar bahan tidak rusak misalnya teknik pengeringan menggunakan pengering vakum. Mesin pengering vakum digunakan untuk mengeringkan bahan-bahan yang sensitif terhadap suhu tinggi seperti sari buah, sayuran, dan larutan pekat lainnya (Zain *et al.*, 2005).

Salah satu hasil dari tanaman nanas adalah buah segar. Buah segar dari tanaman ini mempunyai daya simpan yang relatif pendek yaitu antara 1 sampai 7 hari. Bila buah segar dikeringkan maka memiliki umur simpan mencapai 1 tahun atau lebih (Muchtadi, 1997). Menurut Asni (2006) buah nanas dapat diolah dalam berbagai bentuk produk olahan. Beberapa jenis olahan nanas yang dikembangkan pada industri pedesaan salah satunya ialah buah nanas kering. Sebagai produk siap saji dan bahan baku untuk pengolahan selanjutnya maka daging buah nanas perlu dilakukan pengeringan. Salah satu jenis pengeringan yang dilakukan dalam penelitian ini ialah pengeringan vakum (*vacuum dryer*).

Pengeringan vakum merupakan metode pengeringan dengan menurunkan tekanan parsial uap air dari udara di dalam ruang pengering untuk mengeluarkan air dari bahan. Penguapan uap air pada pengeringan vakum terjadi pada tekanan rendah dengan keadaan oksigen yang sangat sedikit atau hampa oksigen (Sagar dan Kumar, 2010).

Penggunaan metode vakum dalam proses pengeringan mampu menurunkan titik didih air dan berlangsung relatif cepat, sehingga dapat mengeluarkan air dari bahan yang dikeringkan lebih cepat walaupun pada suhu yang lebih rendah (Perumal, 2007). Tekanan vakum yang lebih rendah dari tekanan atmosfer menyebabkan kadar air bahan dapat menguap pada suhu yang lebih rendah (titik didih air kurang dari 100 °C) sehingga produk yang dihasilkan memiliki kualitas lebih baik karena gizi, tekstur, dan citarasa yang terkandung di dalamnya tidak rusak akibat suhu pengeringan yang tinggi (Kutovoy *et al.*, 2004).

Penelitian yang dilakukan Diza *et al* (2014), menyatakan bahwa perlakuan optimal pengeringan dengan alat pengering vakum untuk bubur beras, bubur ketan hitam dan kacang hijau instan yaitu pada suhu 60 °C selama 6 jam, untuk pisang instan suhu pengeringan 50 °C selama 6 jam. Astuti (2007) menyatakan, makin tinggi suhu pengeringan makin kecil kadar air lobak kering. Suhu udara dan suhu jaringan sel yang lebih tinggi mengakibatkan air yang terikat pada jaringan sel lebih mudah menguap. Perlakuan terbaik adalah 200 mbar/50 °C yang menghasilkan lobak kering dengan warna dan penampakan yang lebih baik, kadar air memenuhi standar (13,56%), total padatan terlarut lebih tinggi (39,53°Brix), begitu pula kadar vitamin C masih cukup tinggi yakni 242,70 mg/100 g. Penelitian Yuniarti (2013)

menunjukkan bahwa pemberian perlakuan suhu pengeringan vakum dapat memberikan pengaruh terhadap kualitas serbuk albumin ikan gabus. Kualitas serbuk albumin ikan gabus terbaik diperoleh pada suhu pengering vakum 49 °C dengan kadar albumin sebesar 4,71%, kadar protein sebesar 15,92%, rendemen 37,21%, kadar air 4,23%, kadar lemak 2,07% dan kadar abu 1,30% serta terdapat 16 asam amino yang tersusun di dalamnya.

Sumber panas pada penelitian ini yang digunakan adalah air panas yang disebar antara dinding dalam dengan dinding luar ruang pengering (ruang pemanas). Hal ini bertujuan agar panas dalam ruang pengering tersebar secara merata. Tidak seperti alat pengering lain yang dengan pemanasan dilakukan dari bawah dan penyebaran suhu di dalam ruangan pengering tidak dapat tersebar secara merata karena yang terlebih dahulu panas adalah bagian bawah, sehingga waktu pengeringan akan relatif lebih lama.

### **1.2. Tujuan**

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari analisis pindah panas, distribusi suhu dan kebutuhan energi pada alat pengering vakum dengan sumber energi air panas.

### **1.3. Hipotesis**

Hipotesis dalam penelitian ini adalah suhu sangat berpengaruh terhadap laju pengeringan vakum.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aman, W., Subarna, M. Arfah, D. Syah, dan A.I. Budiwati., 1992. *Petunjuk Laboratorium Peralatan dan Unit Proses Industri Pangan.* Institut Pertanian Bogor. Halaman. 177-194.
- Anderson, 2006. *Pengembangan dan Evaluasi Teknis Alat Pengering Kopra Jenis Tray Dryer.* Jurnal teknik mesin. (3) 1: 61-70.
- Asgar, A., Zain, S., Widyasanti, A., dan Wulan, A., 2013. *Kajian Karakteristik Proses Pengeringan Jamur Tiram (Pleurotus sp.) Menggunakan Mesin Pengering Vakum (Characteristics Study of Drying Process of Oyster Mushrooms (Pleurotus sp.) Using Vacuum Dryer).* Jamur Tiram (Pleurotus sp.) J. Hort. Vol. 23 No. 4, 2013.
- Asni, N., 2006. Prospek pengembangan agroindustri nenas tangkit di Provinsi Jambi. J. Teknologi dan Industri Hasil Pertanian. 5(1):47-50.
- Astuti, S.M., 2007. *Teknik Mempertahankan Mutu Lobak (Raphanus sativus) Dengan Menggunakan Alat Pengering Vakum.* Buletin Teknik Pertanian Vol. 12 No. 1, 2007.
- Bazyma, L. A.V.P., Guskov, A.V., Basteev, A.M., Lyashenko, V.L., yakhno and V. A. Kutovoy., 2006. The investigation of low temperature vacuum drying processes of agricultural materials. J. of Food Eng., 74(3), p. 410-415.
- Burlian, F., dan Firdaus, A., 2011. Kaji Eksperimental Alat Pengering Kerupuk Tenaga Surya Tipe Box Menggunakan Kosentrator Cermin Datar. Seminar Nasional AvoER. 1 (3): 95-109.
- Cengel, Y., Boles, M.A., 2006. Thermodynamics An Engineering Approach. 5th ed. McGraw Hill, New York.
- Desrosier, N.W., 1988. The tecnology of food preservation. Diterjemahkan oleh muljoharjo, M. Teknologi pengawetan pangan. Edisi ketiga. Universitas Indonesia Press. Jakarta.
- Desy, W.Y., Titik, D.S, Eddy, S., 2013. *Pengaruh Suhu Pengeringan Vakum Terhadap Kualitas Serbuk Albumin Ikan Gabus (ophiocephalus striatus).* Thp Student Journal, Vol. 1 No. 1 Pp 1-9 Universitas Brawijaya.
- Diza, Y.H., Tri, W., Silfia, 2014. *Penentuan Waktu Dan Suhu Pengeringan Optimal Terhadap Sifat Fisik Bahan Pengisi Bubur Kampiun Instan Menggunakan Pengering Vakum.* Jurnal Litbang Industri, Vol. 4 No. 2 Desember 2014.
- Dwiyanti, K, Maulia, N., 2012. Pengaruh Ukuran Partikel Terhadap Laju Pengeringan Pupuk Za Di Dalam Tray Dryer. Jurnal Teknik Kmia. ITS. Surabaya.
- Fellows, P.J., 2000. Food Processing Technology, Second Edition. Ellis Horword Limited. England.

- Firmansyah, W., 2004. Manipulasi Suhu dan Lama Pengeringan dengan Sistem Vakum terhadap Dehidrasi Buah Rambutan (*Nephelium Lappaceum Linn*). Skripsi. Universitas Sriwijaya.
- Ginting, R.W., Ida, B.P.G., Ida, A.R.P.P., 2016. *Pengaruh Pelayuan dan Suhu Pengeringan Daging Buah Nanas pada Alat Pengering Vakum terhadap Mutu Produk yang Dihasilkan*. Jurnal Biosistem dan Teknik Pertanian, Vol. 4, No. 2, 2016.
- Hidayat, L., 2011. Desain Pengering Tenaga Surya untuk Pengeringan Sawi pada Pembuatan Sawi Asin. Penelitian Mandiri.
- Irawan. B., Sutrisna, N., 2011. Prospek Pengembangan Sorgum di Jawa Barat Mendukung Diversifikasi Pangan. Forum Penelitian Agro Ekonomi. 29 (2): 99-113.
- Irawati, Budi, R., Nursigit, B., 2008. *Perpindahan Massa Pada Pengeringan Vakum Disertai Pemberian Panas Secara Konvektif*. Prosiding Seminar Nasional Teknik Pertanian 2008 – Yogyakarta, 18-19 November 2008.
- Januari, A.S., Awaludin, M., 2014. *Pengeringan Bengkuang Dengan Sistem Pengeringan Beku Vakum (Vacuum Freeze Drying System)*. Jom FTEKNIK Vol. 1 No.2 Oktober 2014
- Kutovoy, V, Nikolaichuk, L dan Slyesov, V., 2004, *The theory of vacuum drying*, International Drying Symposium, vol. A, pp. 26627.
- Montgomery, S.W., V.W. Goldschmidt and M.A. Franchek., 1998. Vacuum assisted drying of hydrophilic plates: static drying experiments. Int. J. of Heat and Mass Trans., 41(4-5), p. 735-744.
- Muchtadi, T.R., 1997. Teknologi Proses Pengolahan Pangan. Petunjuk Laboratorium. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan. Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi, Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi IPB. Bogor
- Napitupulu, F.H., 2012. *Konstribusi Penggunaan Energi Surya pada Sistem Pengeringan Biji Kakao Basah (BKB) di Pabrik Pengeringan Biji Kakao (PPBK) Kebun Adolina PTP-IV Medan*. Departemen Teknik Mesin, Universitas Mumater Utara. Medan
- Perumal, R., 2007, *Comparative performance of solar cabinet, vacuum assisted solar and open sun drying method*, Thesis, Depostment of Bioresource Engineering McGill University, Montreal, Kanada.
- Putri,P.A., 2008. Pengukuran Panas Jenis, Massa Jenis dan Konduktivitas Panas untuk Penentuan Difusivitas Panas dan Porositas Sambiloto (*Andrographis paniculata* (Burm.f) Ness.). Skripsi. Institut Pertanian Bogor.
- Raharjo, S.P., 2010, ‘Uji kinerja cabinet dryer dengan sistem tray dengan pengurangan kadar air pada jamur tiram’, Skripsi, Teknik Kimia, Universitas Diponegoro, Semarang.

- Rokhadi, A.W., 2010. Pengujian Karakteristik Perpindahan Panas dan Penurunan Tekanan dari Sirip-Sirip Pin Ellips Susunan Selang-Seling dalam Saluran Segi empat. Skripsi. Universitas Sebelas Maret.
- Sagar, V.R., Kumar. P.S., 2010. Recent Advances in Drying and dehidration of Fruits and Vegatables: a Review. Journal of food Science and Teknology 47 (1). 15 – 26.
- Saputra, D., 2013. Model Pendugaan Difusivitas Panas Pempek Lenjer dengan Metode Beda Hingga. Skripsi. Universitas Sriwijaya.
- Shafwan., MA., Sari NK., dan Putri NP., 2017. *Karakteristik Rumput Laut Eucheuma cottonni*. Prosiding Seminar Nasional Teknologi IV. ISSN : 2598-7410. E15-E18.
- Silaban, I, dan Soraya R. 2016. *Pengaruh Enzim Bromelin Buah Nanas ( Ananas comosusL.) terhadap Awal Kehamilan*. Majority, Vol. 5, No. 4, 2016.
- Supriyono, S., 2003. Faktor-faktor dalam Proses Pengeringan. Departemen Pendidikan Nasional, Jakarta.
- Taib, G., Said, G., dan S. Wiratmodjo., 1987. *Operasi pengeringan pada pengolahan hasil pertanian*. PT.Medyatama Sarana Perkasa. Jakarta.
- Utari, S., 2013. Uji Performansi Pengering Efek Rumah Kaca (ERK)-Hybrid Tipe Rak Berputar Untuk Pengeringan Sawut Ubi Jalar (*Ipomoea batalas L.*). Skripsi. Institut Pertanian Bogor.
- Winarno, F.G., Rahayu, Sulistyowati, T., 1984. Bahan Tambahan untuk Makanan dan Kontaminan. Gramedia. Jakarta
- Yulia, H.D., Tri, W., Silfia., 2014. *Penentuan Waktu Dan Suhu Pengeringan Optimal Terhadap Sifat Fisik Bahan Pengisi Bubur Kampiun Instan Menggunakan Pengering Vakum*. Jurnal Litbang Industri, Vol. 4 No. 2 Desember 2014.
- Yuniarti, D.W., 2013. *Pengaruh Suhu Pengeringan Vakum Terhadap Kualitas Serbuk Albumin Ikan Gabus (Channa striata)*. Thp Student Journal, Vol. 1 No. 1 Pp 1-9.
- Zain, S. Ujang, S., Sawitri, dan Ulfi, I., 2005, Teknik penanganan hasil pertanian, Pustaka Giratuna, Bandung.