

SKRIPSI

UJI KINERJA PENGERING VAKUM DENGAN SUMBER PANAS UAP AIR

***PERFORMANCE TEST OF VACUUM DRYER USING
WATER STEAM HEAT SOURCES***



**Nissa Pretty Ginarsih
05021381419048**

**PROGRAM STUDI TEKNIK PERTANIAN
JURUSAN TEKNOLOGI PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2019**

SKRIPSI

UJI KINERJA PENGERING VAKUM DENGAN SUMBER PANAS UAP AIR

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



Nissa Pretty Ginarsih
05021381419048

**PROGRAM STUDI TEKNIK PERTANIAN
JURUSAN TEKNOLOGI PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2019**

LEMBAR PENGESAHAN

UJI KINERJA ALAT PENGERING VAKUM DENGAN SUMBER PANAS UAP AIR

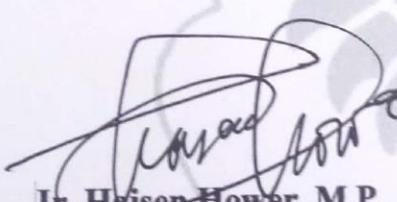
SKRIPSI

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

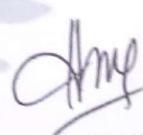
Oleh:

Nissa Pretty Ginarsih
05021381419048

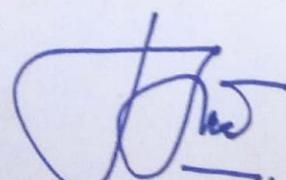
Pembimbing I


Ir. Haisen Hower, M.P.
NIP 195808091985031003

Indralaya, Juli 2019
Pembimbing II


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

Mengetahui,
Dekan Fakultas Pertanian


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

Skripsi dengan judul "Uji Kinerja Pengering Vakum Dengan Sumber Panas Uap Air" oleh Nissa Pretty Ginarsih telah dipertahankan di hadapan Komisi Pengaji Skripsi Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya pada tanggal 19 Juni 2019 dan telah diperbaiki sesuai saran dan masukan dari tim pengaji.

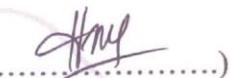
Komisi Pengaji

1. Ir. Haisen Hower, M.P.
NIP 196612091994031003
2. Ari Hayati, S.TP., M.S.
NIP 198105142005012003
3. Prof. Dr. Ir. Daniel Saputra, M.S.A. Eng
NIP 195808091985031003
4. Ir. Rahmad Hari Purnomo, M.Si
NIP. 195608311985031004

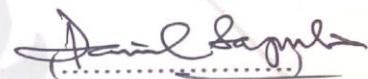
Ketua



Sekretaris



Anggota



Anggota



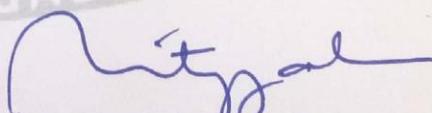
Ketua Jurusan
Teknologi Pertanian




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

24 JUL 2019

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 : Nissa Pretty Ginarsih
NIM : 05021381419048
Judul : Uji Kinerja Alat Pengering Vakum Dengan Sumber Panas Uap Air

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 siapapun.



Indralaya, Juli 2019



Nissa Pretty Ginarsih

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji dan syukur penulis haturkan kepada Allah SWT atas karunia-Nya karena dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "**Uji Kinerja Pengering Vakum Dengan Sumber Panas Uap Air.**".

Pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada Bapak Ir. Haisen Hower, M.P. selaku dosen pembimbing akademik dan skripsi dan Ibu Ari Hayati, S.TP., M.S. selaku pembimbing kedua yang telah membimbing penulis dalam menyelesaikan skripsi sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.

Ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya juga penulis sampaikan kepada Kedua Orang Tua Penulis dan Saudara Muhammad Arsyil atas semua dorongan dan partisipasinya yang begitu besar selama penelitian dan penyusunan skripsi berlangsung hingga segala yang berat terasa lebih ringan dan yang sulit menjadi lebih mudah.

Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknologi Pertanian (S.TP) dari Program Studi Teknik Pertanian, Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya.

Semoga skripsi ini bermanfaat bagi pembaca terutama mahasiswa Jurusan Teknologi Pertanian untuk melaksanakan dan menyelesaikan tugas akhir.

Indralaya, Juli 2019

Nissa Pretty Ginarsih

DAFTAR ISI

	Halaman
SUMMARY	i
RINGKASAN.....	ii
HALAMAN JUDUL	iii
LEMBAR PENGESAHAN	iv
LEMBAR PERSETUJUAN KOMISI PENGUJI	v
LEMBAR PERNYATAAN INTEGRITAS	vi
RIWAYAT HIDUP	vii
KATA PENGANTAR	viii
UCAPAN TERIMAKASIH	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan	2
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1. Buah Nanas	3
2.2. Pengeringan	3
2.3. Alat Pengering	4
2.4. Laju Pengeringan	6
2.5. Perpindahan Panas	7
2.5.1. Perpindahan Kalor secara Konduksi	7
2.5.2. Perpindahan Kalor secara Konveksi	8
2.5.3. Perpindahan Kalor secara Radiasi	8
2.6. Arduino Mega 2560	9
BAB 3. PELAKSANAAN PENELITIAN	10
3.1. Tempat dan Waktu	10
3.2. Alat dan Bahan	10

	Halaman
3.3. Metode Penelitian	10
3.4. Cara Kerja	10
3.4.1. Sistem Kerja Alat	10
3.4.2. Pengukuran Suhu dalam Ruang Pengering	11
3.4.3. Cara Kerja Pengambilan Data.....	11
3.5. Data Pengamatan	11
3.6. Parameter Penelitian	12
3.6.1. Kadar Air Bahan	12
3.6.2. Massa Air yang Diuapkan	12
3.6.3. Laju Pengeringan	12
3.6.4. Analisis Kebutuhan Panas Selama Pengeringan.....	13
3.6.4.1. Energi untuk Memanaskan Bahan Nanas	13
3.6.4.3. Energi yang Dibutuhkan untuk menguapkan Suhu Air pada Bahan Nanas	13
3.6.4.4. Energi yang Dibutuhkan untuk Menguapkan Air pada Ketel Uap	14
3.6.5. Analisis Panas Hilang Selama Proses Pengeringan	14
3.6.6. Panas Masuk Ruang Pengering Secara Radiasi	14
3.6.7. Total Energi yang Dibutuhkan Alat Pengering	15
3.6.8. Panas Pembakaran dari LPG	15
3.6.9. Perhitungan Kapasitas Pengeringan	15
3.6.10. Analisis Efisiensi.....	16
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	17
4.1. Spesifikasi Alat Pengering	17
4.1.1. Tabung Pemanas	18
4.1.2. Mikrokontroler	18
4.2. Suhu Pengeringan	20
4.3. Kadar Air Bahan	22
4.4. Laju Pengeringan	24
4.5. Analisis Kebutuhan Energi.....	25
4.6. Kapasitas Pengeringan	26

	Halaman
4.7. Analisis Efisiensi	26
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN	28
5.1. Kesimpulan	28
5.2. Saran	28
DAFTAR PUSTAKA	29
LAMPIRAN	32

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. <i>Fluidized bed dryer</i>	5
Gambar 2.2. Perpindahan panas konduksi	7
Gambar 2.3. Arduino mega	9
Gambar 4.1. Alat pengering vakum.....	17
Gambar 4.2. Rangkaian mikrokontroler Arduino Atmega 2560.....	19
Gambar 4.3. Hasil pengukuran suhu ruang pengering ulangan pertama	20
Gambar 4.4. Hasil pengukuran suhu ruang pengering ulangan kedua ...	20
Gambar 4.5. Hasil pengukuran suhu ruang pengering ulangan ketiga ...	21
Gambar 4.6. Posisi setiap sensor suhu	21
Gambar 4.7. Laju penurunan kadar air nanas.....	23
Gambar 4.8. Grafik laju pengeringan pada suhu 40 °C	24

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 4.1. Kadar air awal dan kadar air akhir nanas (%)	23
Tabel 4.2. Hubungan antara lama pengeringan dengan total energi panas alat pengering	25
Tabel 4.3. Perbandingan nilai kapasitas pengeringan aktual dan teoritis alat pengeringan vakum dengan bahan bakar gas LPG	26
Table 4.4. Analisis efisiensi pengeringan	26

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Diagram alir penelitian	32
Lampiran 2. Gambar alat pengering vakum.....	33
Lampiran 3. Gambar alat pengeringan vakum tampak depan.....	34
Lampiran 4. Hasil pengukuran suhu menggunakan thermokopel pada suhu 40 ulangan 1 dengan sumber panas uap air....	35
Lampiran 5. Hasil pengukuran suhu menggunakan thermokopel pada suhu 40 ulangan 2 dengan sumber panas uap air....	36
Lampiran 6. Hasil pengukuran suhu menggunakan thermokopel pada suhu 40 ulangan 3 dengan sumber panas uap air....	37
Lampiran 7. Data perhitungan panas yang hilang dari dinding pengering ulangan ke-1	38
Lampiran 8. Data perhitungan panas yang hilang dari dinding pengering ulangan ke-2	39
Lampiran 9. Data perhitungan panas yang hilang dari dinding pengering ulangan ke-3	40
Lampiran 10. Data perhitungan panas yang hilang dari dinding pipa pengulangan ke-1	41
Lampiran 11. Data perhitungan panas yang hilang dari dinding pipa pengulangan ke-2	42
Lampiran 12. Data perhitungan panas yang hilang dari dinding pipa pengulangan ke-3.....	43
Lampiran 13. Data perhitungan panas yang hilang dari ketel pengulangan ke-1	44
Lampiran 14. Data perhitungan panas yang hilang dari ketel pengulangan ke-2.....	45
Lampiran 15. Data perhitungan panas yang hilang dari ketel pengulangan ke-3.....	46
Lampiran 16. Perhitungan analisis parameter	47
Lampiran 17. Gambar penelitian	56
Lampiran 18. Tabel a-22 sifat udara pada tekanan 1 atm	58
Lampiran 19. Tabel a-4 <i>saturated water</i>	59

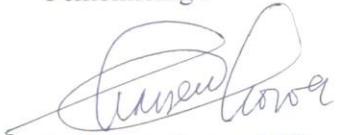
SUMMARY

NISSA PRETTY GINARSIH. Performance Test Of Vacuum Dryer Using Water Steam Heat Sources (Guided by **HAISEN HOWER** and **ARI HAYATI**)

The purpose of this research was to know the performance test of vacuum drying using water steam heat sources and pineapple fruit as a testing material. This research was conducted in September 2018 until December 2018 at the Biosystem Laboratory of the Agricultural Technology Department, Faculty of Agriculture, Sriwijaya University. This research applied experimental method and the data presented in the tables and graphic. The study had three times repetitions at 40 °C of temperature. The observed parameters were water content, evaporated water mass, drying rate, analysis of heat requirement during the process, analysis of heat energy loss during the process and drying efficiency. The results showed that vacuum dryer with controlled temperature and pressure had water content in the amount of 18.78 %, 18.18 % and 20.12 % for each repetition 14.74 %/hour. Drying efficiency from each repetition was 10.04 %, 7.80 % and 10.44 % results.

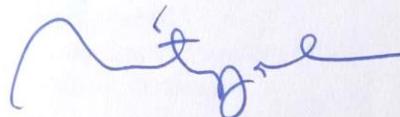
Keywords: Vacuum dryer, pineapple, water content, temperature, drying rate.

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

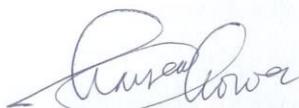
RINGKASAN

NISSA PRETTY GINARSIH. Uji Kinerja Pengering Vakum Dengan Sumber Panas Uap Air (Dibimbing oleh **HAISEN HOWER** dan **ARI HAYATI**).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kinerja *vacuum drying* dengan sumber panas uap air dan menggunakan buah nanas sebagai bahan pengujian. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan September 2018 sampai dengan Desember 2018 di Laboratorium Biosistem Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya, Indralaya. Penelitian ini menggunakan metode eksperimental dan penyajian data dalam bentuk tabel dan grafik. Penelitian ini dilakukan tiga kali pengulangan dengan suhu 40 °C. Parameter penelitian yang diamati yaitu kadar air, massa air yang diuapkan, laju pengeringan, analisis kebutuhan panas selama pengeringan, analisis energi panas yang hilang pada saat proses pengeringan dan efisiensi pengeringan. Hasil penelitian pengeringan menggunakan pengering vakum dengan suhu dan tekanan terkendali menunjukkan bahwa kadar air dari masing-masing pengulangan sebesar 18,78%, 18,18% dan 20,12% rata-rata laju pengeringan sebesar 14,74%/jam. Efisiensi pengeringan dari masing-masing pengulangan yang telah dilakukan yaitu sebesar 10,04 %, 7,80 % dan 10,44 %.

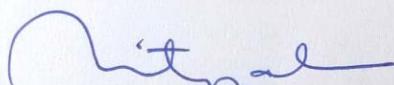
Kata kunci: Pengering vakum, nanas, kadar air, suhu, laju pengeringan.

Pembimbing I



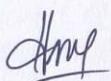
Ir. Haisen Hower, M.P.
NIP 196612091994031003

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

Indonesia memiliki perubahan cuaca yang tidak dapat diprediksi setiap harinya. Perubahan cuaca yang tidak menentu dapat mengganggu aktivitas para petani baik di masa sebelum panen dan sesudah panen. Kinerja para petani dapat terhambat karena cuaca yang tidak menentu membuat masyarakat dan para petani terus berusaha untuk menciptakan sebuah sistem yang dapat mempermudah dan meningkatkan kinerja pada proses pengolahan hasil panen tersebut (Syahrul dan Romdhani, 2016).

Pengeringan merupakan metode yang digunakan untuk mengurangi kadar air didalam suatu bahan pangan yang bertujuan untuk memperpanjang umur simpan bahan tersebut, memperlambat rusaknya kondisi bahan yang diakibatkan oleh aktivitas mikroorganisme dan dapat mengurangi kerugian pascapanen (Yahya, 2015). Prinsip pengeringan itu sendiri adalah terjadinya perpindahan panas dan perpindahan massa secara bersamaan (Margana dan Oktaviana, 2017)

Pengeringan dengan memanfaatkan sinar matahari merupakan salah satu pengeringan alami yang sering dilakukan oleh masyarakat dan petani pada umumnya. Pengeringan dengan sinar matahari sangat sederhana tidak memerlukan bahan bakar atau pemanas tambahan saat proses pengeringan dilakukan (Prasetyaningrum, 2010). Hal tersebut menjadi alasan bahwa pengeringan alami dengan memanfaatkan sumber panas sinar matahari pengjerjaannya memerlukan waktu yang lama karena sangat tergantung pada cuaca.

Menurut Tjahjadi dan Marta (2011), mudahnya terkontaminasi dengan debu kotoran dari udara disekeliling, proses pengeringan yang tergantung pada cuaca dan waktu pengeringan yang lama merupakan kelemahan dari pengeringan dengan memanfaatkan sinar matahari atau metode pengeringan alami. Metode mekanis atau buatan adalah proses pengeringan yang dirancang untuk mempermudah kinerja pengeringan dari sebuah alat yang dibuat agar terciptanya

proses pengeringan yang cepat, mudah dan higienis. Metode pengeringan vakum adalah salah satu metode buatan pengeringan yang aman dilakukan.

Pengeringan vakum merupakan pengeringan yang digunakan untuk mengeringkan produk pangan yang sensitif terhadap suhu tinggi. Pada kondisi vakum, air yang terdapat pada bahan menguap pada suhu yang lebih rendah dan dapat menghambat kerusakan bahan akibat panas selama pengeringan. Pengeringan vakum memiliki kelebihan yaitu dapat mengeringkan bahan yang tak bisa dikeringkan karena masih adanya air di dalam bahan (Sari *et al.*, 2012). Pengering vakum adalah proses pengeringan yang singkat dan dapat menurunkan kadar air dalam bahan pada suhu yang lebih rendah (Asgar *et al.*, 2013)

Proses pengeringan memerlukan energi panas sebagai penghasil panas yang kemudian disalurkan ke media. Beberapa penelitian telah dilakukan pada pengeringan vakum dengan sumber panas yang berbeda. Prasetyaningrum (2010) melakukan pengeringan vakum dengan sumber panas yang digunakannya adalah LPG. Ginting *et al.*(2016) melakukan penelitian menggunakan alat pengering vakum yang dilakukan secara manual yaitu menyalakan kompor. Muhamadiah *et al.*(2012) menggunakan elemen panas elektrik dan bower sebagai penyebaran panasnya.

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kinerja yang dihasilkan oleh alat pengering vakum ini dimana hasilnya dapat dijadikan sebagai bahan kajian dan pertimbangan untuk perbaikan rancangan pada alat pengering buatan tersebut. Pada penelitian ini dilakukan uji kinerja alat pengering vakum dan buah nanas sebagai bahan pengujian.

1.2. Tujuan

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kinerja *vacuum drying* dengan sumber panas uap air.

DAFTAR PUSTAKA

- Adawayah, R., 2006. *Pengolahan dan Pengawetan Ikan*. PT. Bumi Aksara. Jakarta. 159 hal
- Aman, W., Subarna, M., Arfah, D., Syah. dan Budiwati, A.I., 1992. *Pengeringan dalam Petunjuk Laboratorium Peralatan dan Unit Proses Industri Pangan. Institut Pertanian Bogor.* hlm. 177- 194.
- Amelia, N., 2008. Uji Kinerja Alat Pengering Kopi Tipe Flat-Bed Drier. *Skripsi*. Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya.
- Anna, R., Suhandar., Jakaria. dan Suharmadi., 2013. Uji Fungsi Freeze Dryer Radiofarmaka. Pusat Radioisotop Dan Radiofarmaka. BATAN. Yogyakarta
- Asgar, A., Zain S., Widyasanti, A. dan Wulan, A., 2013. Kajian Karakteristik Proses Pengeringan Jamur Tiram (*Pleurotus Sp.*) Menggunakan Mesin Pengering Vakum. *J. Hort.* 23(4):379-389.
- Asmawit dan Hidayati., 2014. *Pengaruh Suhu Penggorengan dan Ketebalan Irisan Buah Terhadap Karakteristik Keripik Nanas Menggunakan Penggorengan Vakum*. Balai Riset dan Standardisasi Industri Pontianak.
- Brooker, D. B., F.W. Bakker-Arkema. and C.W. Hall., 1974. *Drying Cereal Grains*. The AVI publishing Company, Inc. Wesport.
- Cengel, Y.A., 2008. *Introduction To Thermodynamics And Heat Transfer Second Edition*. Mcgraw-Hill Primis.
- Cengel, Y.A., 2003. *Heat Transfer*. 1st Ed. McGraw-Hill: New York.
- Djuandi, F., 2011. *Pengenalan Arduino*. Jakarta: Penerbit Elexmedia.
- Ginting, R.W., Ida, B.P.G, dan Ida Ayu R.P.P., 2016. Pengaruh Pelayuan dan Suhu Pengeringan Daging Buah Nanas pada Alat Pengering Vakum Terhadap Mutu Produk Yang Dihasilkan. *Jurnal BETA*, 4(2), 17-26.
- Harnanik, S., 2012. Perbaikan Mutu Pengolahan Nenas dengan Teknologi Olah Minimal dan Peluang Aplikasinya di Indonesia. *Jurnal Litbang Pert*, 32(2), 67-73.

- Hasnan, M., 2017. Rancang Bangun Sistem Pengering Gabah dengan Menggunakan Auduino. *Skripsi*. Universitas Negeri Islam Alauddin. Makasar.
- Harmoko, A., 2013. *Fisika Panas : Keseimbangan Termal*. Jakarta : Universitas Indonesia.
- Hawa, L.C., Sumardi H. S, dan Elfira., 2009. Penentuan Karakteristik Pengeringan Lapisan Tipis Ikan Kembung (*Rastrelliger sp.*). *Jurnal Teknologi Pertanian Vol. 10 No.3*.
- Henderson, S.M, dan R.L. Perry., 1976. *Agricultural Process Engineering 3th Edition*. The AVI Publishing Company Inc. Westport, Connecticut. USA
- Holman., 1995. *Perpindahan Kalor Edisi Keenam*. Jakarta: Erlangga.
- Kutovoy, V., Nikolaichuk, L. dan Slyesov, V., 2004. *The theory of vacuum drying. International Drying Symposium*. Vol. App. 26627.
- Margana, A.S. dan Oktaviana, D., 2017. Kaji Eksperimental Pemanfaatan Panas Kondenser pada Sistem Vacuum Drying untuk Produk Kentang. Politeknik Negeri Bandung. Bandung
- Muhammad, A., 2011. Uji Kinerja Alat Pengering Hybrid Tipe Rak pada Proses Pengeringan Jagung Bertongkol. *Skripsi*. UNILA. Lampung.
- Muhhamadiah, M.S., Budi, I.S., Erizal, Leopold, O.N. dan Naresworo, N., 2012. Rekayasa Mesin Pengering Metoda Vakum dengan Suhu dan Tekanan Terkendali. *Teknologi. Jurnal Teknik Mesin*, 15(1), 9-16.
- Mujumdar, A.S, dan Devastin, S., 2001. *Prinsip Dasar Pengeringan*. Penerjemah: Armsyah *et al.*, editor. Bogor : IPB Press. Terjemahan dari : Mujumdar's practical guide to industrial drying.
- Putra, L.C., 2015. Analisis Alat Pengering Nanas Tipe Rak Menggunakan Penghantar Panas Uap Jenuh Berbasis Bahan Bakar Biomassa Akasia (Acacia mangium). *Skripsi*. Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya. Indralaya.
- Putra, S.D.R., L.M. Ekawati., Purwijantiningsih. dan F. S. Pranata., 2013. Kualitas Minuman Serbuk Instan Kulit Buah Manggis (*Garcinia mangostana Linn.*) dengan Variasi Maltodekstrin dan Suhu Pemanasan. *Jurnal Biologi*. 1(1):1-15.

- Prasetyaningrum, A., 2010. Rancang Bangun Oven Drying Vacuum dan Aplikasinya Sebagai Alat Pengering pada Suhu Rendah. *Jurnal Riptek*, 4(1), 45-53.
- Sari, S.S., Rizky, N, dan Yohan, B.A., 2012. Mengenal Metode Pengeringan Dalam Bidang Farmasi. *Skripsi*. Jurusan Farmasi Fkik Universitas Jendral Soedirman. Jawa Tengah.
- Sumardi, H.S., Rakhmadiono S, dan Sinawang, T.A., 2001. Mempelajari Karakteristik alat Pengering Buatan pada Pengeringan Panili. *Jurnal Teknologi Pertanian*, Vol. 2, No. 2, Agustus 2001: 30-37
- Tjahjadi, C, dan H. Marta., 2011. *Pengantar Teknologi Pangan*. Universitas Padjajaran, Bandung.
- Wirakartakusumah, A., 1989. *Prinsip Teknik Pangan*. PT Sastra Hudaya, Bogor.
- Yahya., 2015. *Kinerja Alat Pengering Berputar*. Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri :Institut Teknologi Padang, Sumatera Barat.
- Yanti, Febri., 2017. Uji Kinerja Kontrol Suhu dan Tekanan pada Alat Pengering Vakum Berbasis Mikrokontroler AVR ATmega16 (Studi Kasus: Ubi Jalar Ungu). *Skripsi*. Universitas Sriwijaya Indralaya.
- Yudisworo, W. D., 2013. Studi Alternatif Penggunaan BBG Gas Elpiji Untuk Bahan Bakar Mesin Bensin Konvensional. Cirebon : Universitas 17 Agustus 1945.
- Yusuf, M., 2003. Rancangan dan Kinerja System Pengeringan Berenergi Surya, Biomassa dan Angina. *Skripsi (Dipubliskan)*. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Zamharir., Sukmawaty, dan Priyati, A., 2016. Analisis Pemanfaatan Energi Panas pada Pengeringan Bawang Merah (*Allium ascalonicum L.*) dengan Menggunakan Alat Pengering Efek Rumah Kaca (ERK). *Jurnal Ilmiah Rekayasa Pertanian dan Biosistem*, 4(2), 264-274.