

**UJI KINERJA ALAT PENGERING MEKANIS
TIPE RAK UNTUK MENGERINGKAN *STICK* SINGKONG**

(Skripsi)

Oleh

MUCHAMAD RIWANTO PUTRO



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2016**

ABSTRACT

PERFORMANCE TEST OF RACK DRYER FOR CASSAVA STICK DRYING

By

MUCHAMAD RIWANTO PUTRO

Cassava is a food material having a high carbohydrate content. In Indonesia cassava production places at third position after rice and corn. Cassava production in Lampung shows an increasing begin with number of 7.7 million tons in 2008 and becomes 9.7 million tons in 2014 (CBS, 2015). The abundant production requires rapid handling to minimize quality loss. A way to achieve it is by drying. The purpose of this study was to test the performance of rack dryer system on the cassava stick drying.

The study was conducted at the Laboratory of Power and Agricultural Machinery and Laboratory of Bioprocess Engineering and Post harvest, The Agricultural Engineering Department, Faculty of Agriculture, University of Lampung on January-June 2016. The study was designed at three power levels which are 400 W, 800 W and 1200 W. Cassava sticks with dimensions of 5 cm long and 0,5 cm thick were used as sample tests and placed on the shelves with a thickness of 0,5 cm.

The results show that the water constants decrease at all treatments. The average final water content using power of 400 W, 800 W, 1200 W are respectively, 12 %, 12 %, and 11%, while the efficiency of the dryer system at power of 400 W, 800 W, and 1200 W are 42,76%, 29,02%, and 24,61%, respectively.

Keyword : drying, rack dryer, cassava stick

ABSTRAK

UJI KINERJA ALAT PENGERING MEKANIS TIPE RAK UNTUK MENGERINGKAN *STICK* SINGKONG

Oleh

MUCHAMAD RIWANTO PUTRO

Singkong merupakan tanaman pangan yang memiliki kandungan karbohidrat tinggi. Di Indonesia produksi singkong menempati urutan ketiga setelah padi dan jagung. Produksi singkong di Lampung terus meningkat dari tahun 2008 menghasilkan 7,7 juta Ton dan tahun 2014 menghasilkan 9,7 juta Ton (BPS, 2015). Melimpahnya produksi memerlukan penanganan yang cepat untuk meminimalisasi turunnya kualitas salah satu caranya adalah dengan pengeringan. Tujuan dari penelitian ini ialah menguji kinerja alat pengering tipe rak untuk mengeringkan *stick* singkong.

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Daya Alat Mesin Pertanian dan Laboratorium Rekayasa Bioproses Pasca Panen Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung pada Bulan Januari sampai Juni 2016. Penelitian dirancang pada tiga tingkat daya yaitu 400 W, 800 W dan 1200 W. Sampel berupa *stick* singkong dengan dimensi panjang 5 cm dan tebal 0.5 cm dan diletakkan di dalam rak dengan ketebalan satu lapis (0,5 cm).

Hasil menunjukkan bahwa penurunan kadar air hampir sama dari setiap perlakuan. Kadar air akhir rata-rata pada perlakuan daya 400 W, 800 W, 1200 W berturut-turut ialah 12%, 12% dan 11%. Dari segi efisiensi penggunaan alat pengering tipe rak ini dengan memakai daya 400 W, 800 W, 1200 W berturut-turut ialah sebesar 42,76%, 29,02% dan 24,61%.

Kata kunci : Pengeringan, pengering tipe rak, *stick* singkong.

**UJI KINERJA ALAT PENERING MEKANIS
TIPE RAK UNTUK MENGERINGKAN *STICK* SINGKONG**

Oleh

MUCHAMAD RIWANTO PUTRO

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA TEKNOLOGI PERTANIAN

Pada

Jurusan Teknik Pertanian
Fakultas Pertanian Universitas Lampung



FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2016

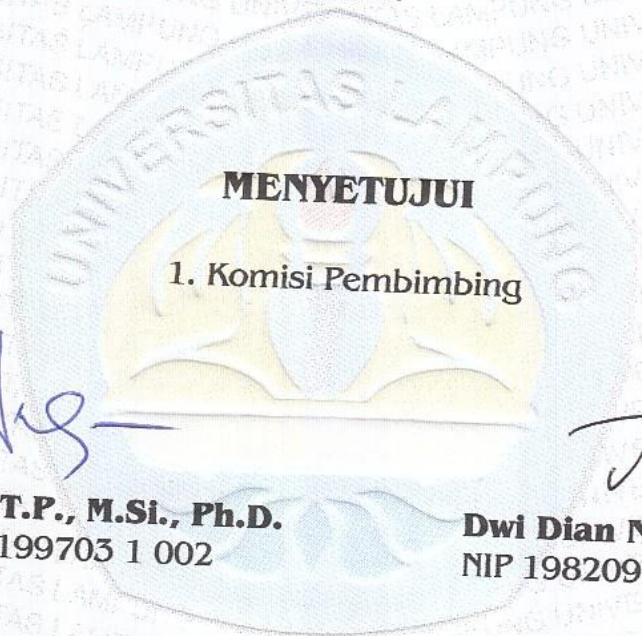
Judul Skripsi : **UJI KINERJA ALAT PENGERING
MEKANIS TIPE RAK UNTUK
MENGERINGKAN *STICK* SINGKONG**

Nama Mahasiswa : **Muchamad Riwanto Putro**

Nomor Pokok Mahasiswa : 1114071032

Program Studi : Teknik Pertanian

Fakultas : Pertanian



Sri Waluyo, S.T.P., M.Si., Ph.D.
NIP 19720311 199703 1 002

Dwi Dian Novita, S.T.P., M.Si.
NIP 19820924 200604 2 001

2. Ketua Jurusan Teknik Pertanian

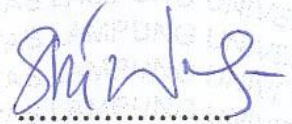
Dr. Ir. Agus Haryanto, M.P.
NIP 19650527 199303 1 002

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

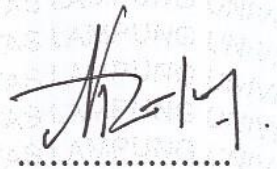
Ketua

: **Sri Waluyo, S.T.P., M.Si., Ph.D.**



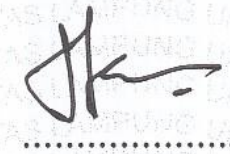
Sekretaris

: **Dwi Dian Novita, S.T.P., M.Si.**



Penguji

Bukan Pembimbing : **Dr. Ir. Tamrin, M.S.**



2. Dekan Fakultas Pertanian



Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si.

NIP 19611020 198603 1 002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **25 Oktober 2016**

PERNYATAAN KEASLIAN HASIL KARYA

Saya adalah Muchamad Riwanto Putro NPM 1114071032

Dengan ini menyatakan bahwa apa yang tertulis dalam karya ilmiah ini adalah hasil karya saya sendiri yang dibimbing, 1) Sri Waluyo, S.T.P., M.Si., Ph.D. dan 2) Dwi Dian Novita, S.T.P., M.Si. berdasarkan pada pengetahuan dan informasi yang telah saya dapatkan. Karya ilmiah ini tidak berisi material yang telah dipublikasikan sebelumnya atau ditulis orang lain atau dengan kata lain bukanlah hasil dari plagiat karya orang lain.

Demikian pernyataan ini saya buat dan dapat dipertanggungjawabkan. Apabila di kemudian hari terdapat kecurangan dalam karya ini, maka saya siap untuk mempertanggungjawabkannya.

Bandar Lampung, 25 Oktober 2016

Yang membuat pernyataan



Muchamad Riwanto Putro
NPM. 1114071032

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Malang (Jawa Timur) pada tanggal 24 Januari 1991, merupakan anak kedua dari tiga bersaudara pasangan Bapak Lukito Harmono dan Ibu Suparti. Penulis menyelesaikan Pendidikan Taman Kanak-kanak tahun 1997 di TK Dharma Wanita Jombok Ngantang Malang, Pendidikan Sekolah Dasar di SDN 02 Jombok Ngantang Malang diselesaikan pada tahun 2003, Pendidikan Sekolah Menengah Pertama di SMP Islam A.Yani Ngantang Malang diselesaikan pada tahun 2006 dan Pendidikan Sekolah Menengah Kejuruan di SMKN 02 Bandar Lampung diselesaikan pada tahun 2009.

Pada tahun 2011, penulis terdaftar sebagai mahasiswa Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN).

Penulis aktif mengikuti berbagai organisasi selama masa perkuliahan, diantaranya yaitu Perhimpunan Mahasiswa Teknik Pertanian (PERMATEP) sebagai anggota bidang Pengabdian Masyarakat periode 2012/2013 dan ketua bidang Pengabdian Masyarakat periode 2013/2014. Kemudian anggota UKMF-Fosi FP periode 2012/2014. Sebagai Pj. UKMU-Merpati Putih 2013/2014.

Pada Tahun 2014, penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) Tematik periode 1 di Desa Muara Tenang Timur Kecamatan Tanjung Raya Kabupaten Mesuji Provinsi Lampung. Kemudian pada tahun 2015, penulis melaksanakan Praktik Umum (PU) di Kusuma Agrowisata Kota Batu Malang Jawa Timur.

SANWACANA

Puji syukur penulis panjatkan atas kehadiran ALLAH SWT yang telah melimpahkan hidayah, rahmat dan nikmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul “Uji Kinerja Alat Pengering Mekanis Tipe Rak Untuk Mengeringkan *Stick* Singkong” sebagai salah satu syarat untuk meraih gelar Sarjana Teknologi Pertanian di Universitas Lampung.

Penulis menyadari dan memahami bahwa selesainya skripsi ini tidak terlepas dari bantuan dan bimbingan dari banyak pihak, serta penulisan skripsi ini jauh dari sempurna mengingat keterbatasan kemampuan dari penulis. Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Sri Waluyo, S.T.P., M.Si., Ph.D., selaku Dosen Pembimbing Utama yang sangat banyak membantu dan atas kesediaannya memberikan bimbingan, motivasi, saran dan kritik dalam proses penyelesaian skripsi ini.
2. Ibu Dwi Dian Novita, S.T.P., M.Si., selaku Dosen Pembimbing Kedua dan Dosen Pembimbing Akademik yang telah banyak membantu dan atas kesediaannya memberikan bimbingan, motivasi, saran dan kritik dalam proses penyelesaian skripsi ini.
3. Bapak Dr.Ir. Tamrin, M.S., selaku Dosen Penguji Utama yang telah banyak membantu dan atas kesediaannya memberikan bimbingan, saran dan kritik dalam proses penyelesaian skripsi ini.

4. Bapak Dr. Ir. Agus Haryanto, M.P. selaku Ketua Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
5. Bapak Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si. selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
6. Bapak/ Paklek dan Ibu/ Bulek tercinta yang selalu mendoakan, mendukung, menasehati dan tak henti-hentinya memotivasi. Serta keluarga besar penulis, ucapan terima kasih atas semua bantuan dan dukungannya hingga penulis berhasil menyelesaikan kuliah ini.
7. Teman-teman seperjuangan angkatan 2011 yang selalu memotivasi dan semangat dalam menjalankan kuliah. Terima kasih atas bantuan dan kebersamaan, khususnya keluarga “**ARIAN**”.
8. Seluruh Dosen dan Karyawan di Jurusan Teknik Pertanian atas dedikasi dan arahan yang telah diberikan. Serta Keluarga Besar Teknik Pertanian yang kenal dengan penulis khususnya angkatan 2012.

Demikian, semoga skripsi ini bermanfaat bagi kita semua. Aminn.

Bandar Lampung, 25 Oktober 2016

Penulis

Muchamad Riwanto Putro

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	i
DAFTAR TABEL	iii
DAFTAR GAMBAR	iv
I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian	4
1.3 Manfaat Penelitian	4
II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Pengertian dan Tujuan Pengeringan	5
2.2 Prinsip Dasar Pengeringan	6
2.3 Macam Pengeringan	8
2.3.1 Pengeringan Buatan	9
2.3.2 Pengeringan Alami	11
2.4 Karakteristik Beberapa Alat Pengering	11
2.5 Singkong (Ubi Kayu)	13

III	METODOLOGI PENELITIAN	
3.1	Waktu dan Tempat Penelitian	15
3.2	Alat dan Bahan	15
3.3	Metode Penelitian	15
3.4	Prosedur Penelitian	17
3.4.1	Pengujian Teknis	17
3.4.2	Analisis Efisiensi	20
3.4.3	Koefisien Pengering	23
VI	HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1	Suhu	25
4.2	Kadar Air	28
4.3	Efisiensi Pengering	31
4.4	Koefisien Pengering	33
V	KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1	Kesimpulan	36
5.2	Saran	37
	DAFTAR PUSTAKA	38
	LAMPIRAN	40

DAFTAR TABEL

Tabel	Teks	Hal.
Tabel 1.	Perbedaan suhu rak ke-5 pada waktu 1,5 jam	26
Tabel 2.	Perbedaan suhu pada rak 1 dan rak 5 pada waktu 10 jam	26
Tabel 3.	Nilai koefisien pengering	34

LAMPIRAN

Tabel 4.	Data peningkatan suhu pada rak pengering daya 400 W	41
Tabel 5.	Data peningkatan suhu pada rak pengering daya 800 W	42
Tabel 6.	Data peningkatan suhu pada rak pengering daya 1200 W	43
Tabel 7.	Data penurunan kadar air setiap rak pada daya 400 W	44
Tabel 8.	Simulasi perhitungan angka kadar air dan Me pada daya 400 W	45
Tabel 9.	Data penurunan kadar air setiap rak pada daya 800 W	46
Tabel 10.	Simulasi perhitungan angka kadar air dan Me pada daya 800 W	47
Tabel 11.	Data penurunan kadar air setiap rak pada daya 1200 W	48
Tabel 12.	Simulasi perhitungan angka kadar air dan Me pada daya 1200 W ..	49
Tabel 13.	Data penurunan massa sampel tiap rak pada daya 400 W	50
Tabel 14.	Data penurunan massa sampel tiap rak pada daya 800 W	51
Tabel 15.	Data penurunan massa sampel tiap rak pada daya 1200 W	52
Tabel 16.	Energi listrik terpakai	53
Tabel 17.	Contoh simulasi memperoleh nilai Me	54

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Teks	Hal.
Gambar 1.	Desain alat pengering mekanis tipe rak	16
Gambar 2.	Prosedur uji kinerja alat pengering	20
Gambar 3.	Grafik perubahan suhu ruang pengering pada daya 400 W	27
Gambar 4.	Grafik perubahan suhu ruang pengering pada daya 800 W	27
Gambar 5.	Grafik perubahan suhu ruang pengering pada daya 1200 W	27
Gambar 6.	Penurunan kadar air pada rak 1 dengan perbedaaan daya pengering	28
Gambar 7.	Penurunan kadar air pada rak 2 dengan perbedaaan daya pengering	29
Gambar 8.	Penurunan kadar air pada rak 3 dengan perbedaaan daya pengering	29
Gambar 9.	Penurunan kadar air pada rak 4 dengan perbedaaan daya pengering	29
Gambar 10.	Penurunan kadar air pada rak 5 dengan perbedaaan daya pengering	30
Gambar 11.	Grafik eksponensial pada rak 1 dengan perlakuan tiga daya	33

LAMPIRAN

Gambar 12.	Grafik eksponensial pada rak 2 dengan perlakuan tiga daya	55
Gambar 13.	Grafik eksponensial pada rak 3 dengan perlakuan tiga daya	55
Gambar 14.	Grafik eksponensial pada rak 4 dengan perlakuan tiga daya	56
Gambar 15.	Grafik eksponensial pada rak 5 dengan perlakuan tiga daya	56
Gambar 16.	Grafik eksponensial pada rak 1 dengan perlakuan daya 400 W ...	57
Gambar 17.	Grafik eksponensial pada rak 2 dengan perlakuan daya 400 W ...	57

Gambar 18. Grafik eksponensial pada rak 3 dengan perlakuan daya 400 W ...	58
Gambar 19. Grafik eksponensial pada rak 4 dengan perlakuan daya 400 W ...	58
Gambar 20. Grafik eksponensial pada rak 5 dengan perlakuan daya 400 W ...	59
Gambar 21. Grafik eksponensial pada rak 1 dengan perlakuan daya 800 W ...	59
Gambar 22. Grafik eksponensial pada rak 2 dengan perlakuan daya 800 W ...	60
Gambar 23. Grafik eksponensial pada rak 3 dengan perlakuan daya 800 W ...	60
Gambar 24. Grafik eksponensial pada rak 4 dengan perlakuan daya 800 W ...	61
Gambar 25. Grafik eksponensial pada rak 5 dengan perlakuan daya 800 W ...	61
Gambar 26. Grafik eksponensial pada rak 1 dengan perlakuan daya 1200 W .	62
Gambar 27. Grafik eksponensial pada rak 2 dengan perlakuan daya 1200 W .	62
Gambar 28. Grafik eksponensial pada rak 3 dengan perlakuan daya 1200 W .	63
Gambar 29. Grafik eksponensial pada rak 4 dengan perlakuan daya 1200 W .	63
Gambar 30. Grafik eksponensial pada rak 5 dengan perlakuan daya 1200 W .	64
Gambar 31. Grafik eksponensial rata-rata dengan perlakuan daya 400 W	64
Gambar 32. Grafik eksponensial rata-rata dengan perlakuan daya 800 W	65
Gambar 33. Grafik eksponensial rata-rata dengan perlakuan daya 1200 W	65

I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara yang kaya akan potensi alamnya, baik di daratan maupun di lautan. Di daratan Indonesia kaya akan potensi hutan, perkebunan dan persawahan yang di dalamnya banyak ditemukan tumbuhan serta tanaman yang dapat dimanfaatkan hasilnya oleh masyarakat, antara lain : kayu, rotan, kopi, singkong, padi, sayuran, dll. Sedangkan potensi laut yang di dalamnya sangat kaya akan flora dan fauna yang populasinya berkembangbiak secara baik, antara lain : ikan, rumputlaut, terumbu karang, udang, dll.

Indonesia juga tercatat sebagai salah satu negara penghasil umbi-umbian, antara lain : singkong atau ubi kayu, ubi jalar, kentang, talas, dll. Berbagai umbi-umbian ini dapat diolah menjadi berbagai jenis makanan yaitu dengan cara direbus, digoreng, dibakar dan sebagainya. Selain itu pengolahan singkong dapat dijadikan produk setengah jadi seperti tepung singkong (*modified cassava flour*). Tepung singkong merupakan tepung terbuat dari irisan singkong atau dibuat *stick singkong* yang kemudian dikeringkan setelah itu ditumbuk secara manual ataupun menggunakan mesin penepung (*disk mill atau hammer mill*). Pengolahan umbi-umbian tersebut diharapkan dapat menghilangkan karakteristik yang merugikan dan dapat meningkatkan nilai fungsional dan ekonomi produk olahannya.

Singkong atau ubi kayu ini sudah lama dikenal dan ditanam oleh penduduk di dunia. Singkong atau ubi kayu merupakan tanaman perkebunan yang melimpah khususnya di Provinsi Lampung, serta relatif mudah dari segi pembudidayaannya. Dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi singkong saat ini dianggap sebagai komoditas agroindustri serta dapat menghasilkan makanan alternatif atau pengganti makanan pokok. Dalam proses pengolahan untuk dijadikan tepung, singkong dibuat menjadi *stick* singkong terlebih dahulu dengan melalui beberapa tahapan di antaranya pengupasan, pengirisan dan pengeringan. Besarnya potensi pengolahan singkong dan kebutuhan pasaran luas serta adanya masalah saat proses pengeringan sangat diperlukan penanganan yang baik. Pada umumnya masyarakat masih banyak menggunakan proses pengeringan konvensional atau pengeringan alami, seperti menggunakan terpal atau hampan lantai. Pengeringan ini memiliki kelemahan, di antaranya penurunan kadar air sangat tergantung pada ketersediaannya sinar matahari, mudah terkontaminasi bahan-bahan asing yang berbahaya dan biasanya membutuhkan waktu yang lama. Untuk mengatasi berbagai kelemahan yang dimiliki pada metode pengeringan konvensional. Maka pengeringan secara mekanis menjadi salah satu alternatif yang memungkinkan dijalankan.

Adanya alat pengering dengan sistem mekanis akan sangat membantu percepatan kering bahan dengan kadar air yang diinginkan. Oleh sebab itu dengan adanya rancangan alat pengering mekanis ini dapat menekan biaya dan waktu yang optimal untuk pengeringan dengan hasil yang baik dari segi kualitasnya. Proses pengeringan alami atau konvensional kurang efektif khususnya pada saat musim penghujan. Selain itu proses pengeringan konvensional untuk penjemuran

memerlukan lokasi atau lahan yang luas yang mana saat ini semakin sulit diperoleh, waktu yang relatif lama untuk mencapai bahan kering yang diinginkan karena bergantung pada cuaca serta kejorihan kerja yang tinggi saat proses penjemuran.

Pengering buatan atau mekanis merupakan suatu alat yang dirancang sebagai alternatif dalam mengatasi proses pengeringan bahan. Pengering buatan memiliki beberapa kelebihan dibandingkan penjemuran matahari atau konvensional, misalnya : tidak bergantung pada panas matahari dan pengaruh cuaca, tidak memakai tempat atau lokasi yang luas, kapasitas dapat dipilih sesuai keinginan, tidak memerlukan tenaga kerja yang banyak, dan selain itu dapat meningkatkan kualitas hasil pengeringan serta dapat mempersingkat waktu pengeringan.

Sumber energi pada pengeringan mekanis yang diuji pada penelitian ini adalah udara panas yang dihasilkan dari *heater* yang dialirkan ke rak pengering yang mana ditematkannya bahan yang akan dikeringkan. Udara panas yang dihasilkan sesungguhnya berasal dari elemen pemanas (*heater*) yang dialirkan menggunakan dorongan alat penghembus udara (kipas). Pada pengering mekanis memiliki tiga level daya listrik yang dapat dipilih untuk menghasilkan suhu udara pengering yang diinginkan dari elemen pemanas (*heater*). Pemilihan level suhu akan mempengaruhi seberapa lama bahan akan kering jika kecepatan aliran udara panas sudah ditentukan.

Pengukuran atau uji kinerja alat pengering mekanis tipe rak "*tray dryer*" perlu dilakukan, dimana hasilnya dapat dijadikan sebagai bahan kajian dan pertimbangan untuk perbaikan rancangan pada alat pengering mekanis tipe rak ini.

Sehingga pada penelitian ini dilakukan uji kinerja alat pengering mekanis tipe rak untuk mengeringkan *stick* singkong.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini ialah menguji kinerja alat pengering tipe rak “*tray dryer*” untuk mengeringkan *stick* singkong dengan tiga tingkatan daya *heater*.

1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini ialah mengetahui kinerja alat pengering tipe rak untuk pengeringan *stick* singkong, serta memberikan informasi kepada masyarakat mengenai hasil pengeringan *stick* singkong. Membantu masalah pengeringan bahan pangan serta memberikan solusi bagi pelaku bisnis agroindustri yang belum memakai pengering mekanis. Manfaat lain dengan adanya alat pengering mekanis ini yaitu dapat meningkatkan efisiensi waktu pengeringan, menghindari kontaminasi dari bakteri dan debu yang terbawa angin sehingga bahan lebih higienis, serta memberikan peningkatan mutu pada produk.

II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian dan Tujuan Pengeringan

Pengeringan ialah suatu metode pengawetan dengan cara pengurangan kadar air bahan pangan sehingga memiliki daya simpan yang cukup lama. Pengeringan juga merupakan proses pengeluaran air atau memisahkan air dalam bahan pangan dengan jumlah yang kecil tetapi kontinyu hingga didapatkan kadar air yang diinginkan. Susanti (2013), melaporkan bahwa kadar air pada produk pangan yang aman disimpan dan untuk diolah lagi adalah 14%.

Dari proses pengeringan, hasil yang diperoleh ialah bahan akhir yang memiliki kadar air setara dengan kadar air keseimbangan udara (atmosfir) atau setara dengan nilai aktifitas air (A_w) yang aman dari kerusakan mikrobiologis.

Pengertian dari proses pengeringan berbeda dengan proses penguapan (evaporasi).

Proses penguapan atau evaporasi merupakan suatu proses pemisahan uap air dalam bentuk murni dari suatu campuran yang berupa larutan atau bahan cair dalam jumlah volume yang relatif banyak.

Pengeringan merupakan salah satu proses serta teknologi yang telah lama dikenal untuk pengawetan bahan pangan. Banyak hasil pertanian maupun perkebunan yang hasilnya dapat dimanfaatkan setelah dikeringkan, diantaranya teh, kopi, jenis biji-bijian dan jenis palawija. Meski demikian adapun kerugian yang ditimbulkan

pada proses pengeringan ini, yaitu terjadinya perubahan sifat fisik dan kimiawi bahan serta dapat terjadinya penurunan mutu bahan.

Hasil pengeringan bahan pangan mempunyai tujuan dan berguna untuk :

1. Daya simpan lebih lama
2. Lebih awet karena menurunnya kadar air
3. Nilai ekonomi meningkat / bertahan.
4. Memudahkan pengemasan, pengangkutan dan penyimpanan karena volume berkurang.
5. Memudahkan dan mengurangi biaya transportasi.

2.2 Prinsip Dasar Pengeringan

Prinsip dasar proses pengeringan adalah proses terjadinya pindah panas dari alat pengering dan difusi air (pindah massa) dari bahan yang dikeringkan. Pindah panas air tersebut memerlukan perubahan fase air dari cair menjadi uap, sehingga proses perubahan tersebut memerlukan panas laten. Menurut Estiasih (2009), perubahan fase air pada proses pengeringan atau pindah panas dapat dicapai dengan beberapa metode berikut :

1. Konduksi, ialah proses perpindahan kalor melalui zat perantara tanpa diikuti perpindahan bagian-bagian yang dilaluinya. Cara konduksi merupakan proses pengeringan dengan cara kontak langsung dengan plat panas.
2. Konveksi, ialah proses perpindahan panas melalui zat penghantar diikuti dengan perpindahan bagian-bagian zat yang dilaluinya. Konveksi terjadi karena adanya perbedaan berat jenis, benda yang dipanaskan memiliki

massa jenis yang ringan dibanding dengan benda yang tidak dipanaskan. Cara konduksi merupakan proses pengeringan dengan metode gesekan atau tidak kontak langsung dengan pemanas.

3. Radiasi, adalah proses perpindahan panas tanpa menggunakan zat perantara atau lebih dikenal gelombang inframerah. Metode radiasi, perpindahan panas terjadi pada ruang hampa atau gas dengan adanya gelombang elektromagnet atau cahaya. Perpindahan panas secara radiasi akan terjadi dari bahan ke bahan lain dengan cara yang sama seperti perpindahan cahaya.

Pengeringan adalah terjadinya penguapan air ke udara karena perbedaan kandungan uap air antara udara dengan bahan yang dikeringkan. Dalam hal ini kandungan uap air udara lebih sedikit atau udara mempunyai kelembaban nisbi yang rendah sehingga terjadi penguapan. Menurut Adawyah (2006), faktor-faktor yang mempengaruhi pengeringan ada dua yaitu faktor yang berhubungan dengan udara pengering seperti suhu, kecepatan aliran udara pengering, dan kelembaban udara, sedangkan faktor yang berhubungan dengan sifat bahan yang dikeringkan berupa ukuran bahan, kadar air awal, dan tekanan parsial dalam bahan.

Proses pengeringan dengan memanfaatkan perpindahan panas, dapat terjadi melalui dua cara yaitu pengeringan langsung dan pengeringan tidak langsung. Pengeringan langsung merupakan cara pengeringan dengan sumber pemanas berhubungan langsung dengan bahan yang dikeringkan, sedangkan pengeringan tidak langsung yaitu sumber panas dilewatkan melalui zat perantara atau benda padat kemudian zat perantara tersebut yang langsung berhubungan dengan produk bahan dikeringkan.

Pengeringan adalah proses pengeluaran kandungan air bahan hingga mencapai kandungan air tertentu agar kecepatan kerusakan bahan dapat diperlambat.

Pengeringan yang terlampau cepat dapat merusak bahan, oleh karena permukaan bahan terlalu cepat kering sehingga kurang bisa diimbangi dengan kecepatan gerak air bahan menuju permukaan. Karenanya hal tersebut dapat menyebabkan pengerasan pada permukaan bahan selanjutnya air dalam bahan tidak dapat lagi menguap karena terhambat. Di samping itu, operasional pengeringan dengan suhu yang terlalu tinggi dapat merusak bahan. Pengaturan suhu dan lamanya waktu pengeringan dilakukan dengan memperhatikan kontak antara alat pengering dengan alat pemanas (baik itu berupa udara panas yang dialirkan maupun alat pemanas lainnya). Namun demi pertimbangan-pertimbangan standar gizi maka pemanasan dianjurkan tidak lebih dari 85°C (Suharto, 1991).

Menurut Pratama (2007), konstanta pengeringan adalah koefisien yang memiliki keterkaitan nilai difusivitas (D) dan faktor geometris bahan (A), sehingga konstanta pengeringan akan berbeda nilai pada setiap model pengeringan lapisan tipis. Nilai konstanta pengeringan didapat bersamaan dengan nilai kadar air keseimbangan menggunakan metode grafik.

2.3 Macam Pengeringan

Jenis pengering yang sesuai untuk suatu produk pangan ditentukan oleh kualitas produk akhir yang diinginkan, sifat bahan yang dikeringkan, serta biaya produksi atau pertimbangan ekonominya dan oleh sebab itu pemilihan jenis pengering harus tepat. Berbagai jenis dan cara dapat dilakukan untuk menghasilkan produk kering suatu bahan, produk kering mempunyai daya simpan yang cukup lama.

Tujuan pengeringan dilakukan yaitu untuk mengurangi kadar air yang terkandung dalam bahan, jenis pengeringan dibedakan menjadi dua yaitu pengering buatan dan pengering alami. Pengeringan buatan yaitu pengeringan yang metode dan proses pelaksanaannya mudah dikontrol serta meminimalkan kontaminasi produk bahan pangan, sedangkan pengeringan alami yaitu pengeringan yang memanfaatkan energi alam yang ada disekitar serta rentan terkena bakteri dan mudah kontaminasi pada bahan.

2.3.1 Pengeringan Buatan

Pengering buatan yang merupakan suatu teknologi yang didesain dengan kombinasi beberapa alat seperti heater (penghasil panas energi listrik), kipas (penghembus udara), termometer serta ruangan. Jenis pengering tersebut diantaranya :

1. Pengeringan Matahari (*Solar Drying*)

Metode pengeringan ini tetap menggunakan energi matahari, tetapi tidak secara langsung. Solar drying merupakan pengeringan yang menggunakan kombinasi antara energi panas matahari dengan komponen atau alat pengumpul panas yang kemudian disalurkan ke ruang pengering yang berisi produk bahan pangan. Komponen pengumpul panas ini disebut solar collector dan biasanya untuk mempercepat pengeringan bahan diletakkan dalam sebuah wadah (tray) yang tersusun dalam ruang pengering.

2. Pengeringan Udara Panas (*Hot Air Drying*)

Metode ini menggunakan udara panas yang dihembuskan ke bagian ruang pengering. Peralatan pengering udara panas tersusun dari pembakar gas

yang menghasilkan udara panas, kemudian udara panas dialirkan melalui celah yang sudah disediakan serta bahan pangan yang dikeringkan diletakkan dalam susunan rak pengering.

3. Pengeringan Kabinet (*Cabinet Drying*)

Metode ini menggunakan alat pengering sistem batch dengan proses pengeringan dilakukan menggunakan suhu yang konstan. Pada jenis alat ini terdiri dari ruang tertutup yang dilengkapi dengan alat pemanas, kipas sirkulasi udara serta inlet dan outlet udaranya.

4. Pengering Rumah Kaca

Pengering rumah kaca pada prinsipnya adalah ruang tertutup oleh dinding atau atap transparan (bening) sehingga sinar matahari dapat masuk ke dalam ruangan. Udara panas dalam ruangan ditangkap sehingga suhu dalam lebih panas dibanding dengan suhu diluar ruangan. Suhu yang tinggi tersebut yang dimanfaatkan untuk mempercepat proses penguapan air dari produk bahan pangan. Dalam ruang pengering tidak ada pergerakan udara sehingga mengurangi kecepatan pengeringan ikan. Namun untuk keseluruhan alat jenis ini mampu mengeringkan lebih cepat daripada mengeringkan di tempat terbuka. Uap air dilepaskan keluar melalui celah-celah sambungan dinding. Pengeringan jenis ini memberikan bantuan peningkatan mutu dalam jumlah besar seperti peningkatan ke higienisan produk.

5. Pengering Terowongan

Alat ini digunakan untuk pengeringan bahan dengan bentuk dan ukuran yang seragam. Biasanya bahan yang dikeringkan berbentuk butiran, sayatan/

iris dan bentuk padatan lainnya. Selanjutnya bahan yang akan dikeringkan diletakkan dengan tebal lapisan tertentu diatas baki atau anyaman kayu ataupun lempengan logam. Baki yang sudah ada tebaran bahan kemudian ditumpuk diatas sebuah rak/lori/truk. Jarak antara baki diatur sehingga memungkinkan udara panas dengan bebas dapat melewati tiap baki, sehingga pengeringan dapat seragam.

2.3.2 Pengeringan Alami

Pengeringan alami yang memanfaatkan energi alam seperti sinar matahari dan kecepatan angin yang berhembus sehingga terjadi proses pengeringan bahan. Pengering ini dapat dilakukan dengan cara penjemuran atau menaruh bahan dibawah sinar matahari secara langsung. Penjemuran merupakan proses pengeringan yang sangat sederhana sebab sinar matahari tersedia dan sangat murah karena tidak memerlukan peralatan khusus. Pengering alami ini dapat dilakukan dengan mudah pada daerah tropis, tetapi akan bermasalah saat musim hujan sebab bahan akan turun kualitasnya karena pengeringan terhambat.

2.4 Karakteristik Beberapa Alat Pengering

Menurut Maharani (2011), dalam penelitiannya yang menggunakan alat *puffing* yang dilengkapi *kompresor* yang berfungsi sebagai pemberi tekanan pada saat proses pengeringan dan bahan menggunakan balok/ *stick* singkong. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tekanan dan suhu pada ruang pengering akan berpengaruh pada perubahan konstanta laju pengeringan. Kemudian tekanan dan suhu tinggi akan menyebabkan pembengkakan ukuran balok atau *stick* singkong

dalam waktu yang singkat, sehingga bahan juga lebih porus/ remah. Oleh sebab itu semakin tinggi tekanan dan suhu pada proses pengeringan maka akan semakin besar juga nilai konstanta laju pengeringan pada *puffing* dan pengovenan.

Menurut Nugroho (2012), ubi kayu kondisi segar kemudian dijadikan singkong parut dengan kandungan kadar air 60% tidak bertahan lama jika disimpan.

Melalui proses pengeringan yang kemudian dijadikan tepung merupakan salah satu cara supaya bahan dapat bertahan lama dan aman disimpan. Pengeringan menggunakan *pneumatic dryer* adalah salah satu alat pengering dengan memanfaatkan hembusan udara panas dengan kecepatan tinggi sebagai media pengeringnya. Pengeringan dilakukan dengan tiga variasi laju aliran udara ($0,06 \text{ m}^3/\text{s}$, $0,09 \text{ m}^3/\text{s}$, dan $0,11 \text{ m}^3/\text{s}$) dan tiga variasi suhu (1 heater, 2 heater dan 3 heater). Dari hasil analisis statistik yang memberikan pengaruh cukup signifikan ditunjukkan pada suhu pengeringan, sehingga didapat efisiensi pada sistem pemanasan alat pengering *pneumatic dryer* sudah cukup baik yaitu 69%.

Menurut Putra (2014), pengeringan dengan penjemuran sangat bergantung pada keadaan cuaca. Hal ini mengakibatkan produk pertanian mudah rusak, berjamur. Sehingga diperlukan alat pengering hybrid dengan sumber energi dari radiasi matahari dan biomassa agar pengeringan dapat kontinyu dan terkontrol. Parameter yang akan diamati meliputi sebaran suhu, laju pengeringan, rendemen hasil pengeringan. Input energi panas berasal dari pembakaran biomassa di tungku (malam hari) dan kombinasi antara biomassa dan radiasi (siang hari). Hasil dari penelitian diperoleh sebaran suhu ruang pengering cenderung merata yaitu rata-rata antara 42°C - 51°C . Sedangkan RH ruang pengering antara 50,96% - 55,65%. Lama pengeringan yang digunakan untuk mengeringkan biji pala kadar air awal

80,72% menjadi 9,67% yaitu 52 jam. Rata-rata laju pengeringan yaitu 7,8% bk/jam atau 2,39 kg/jam. Efisiensi sistem pengering hybrid ini sebesar 8,63%.

Rancang bangun pengering inframerah berbahan bakar gas. Tahap kegiatan yang dilakukan diantaranya adalah melakukan perancangan, terdiri dari perancangan struktural dan fungsional, pengujian. Pengujian dilakukan pada *setting* temperatur 50°C dan kelembaban relatif mendekati 20 % dengan kecepatan udara masuk 3,4 m/detik. Parameter pengujian terdiri dari distribusi temperatur, kelembaban relatif, kadar air. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari perancangan struktural dan fungsional diperoleh dimensi ruang pengering berukuran 2000 mm x 2000 mm x 2000 mm, dengan 2 buah rak berukuran 1500 mm x 500 mm x 1400 mm dan 44 buah loyang berukuran 600 mm x 400 mm x 30 mm. Evaluasi kinerja pengering menggunakan 36 kg irisan singkong. Kadar air awal 60,23 % menjadi 7,56 % waktu pengeringan selama 5 jam menghasilkan produk sebesar 17 kg, konsumsi bahan bakar LPG yang dibutuhkan sebesar 2,5 kg (Rahayuningtyas, 2016).

2.5 Singkong (Ubi Kayu)

Singkong (Ubi kayu atau ketela pohon) merupakan tanaman yang sudah lama dikenal oleh masyarakat dunia khususnya Indonesia. Singkong (*Manihot esculenta*) salah satu sumber bahan makanan ketiga di Indonesia setelah padi dan jagung. Singkong segar mengandung senyawa glukosida sianogenik dan bila terjadi proses oksidasi oleh enzim linamarase maka akan dihasilkan glukosa dan asam sianida (HCN), yang ditandai bercak warna biru bila dikonsumsi pada kadar HCN lebih dari 50 ppm akan terjadi keracunan (toxin). Selain itu ubi kayu segar mengandung senyawa polifenol, jika terjadi oksidasi akan menyebabkan warna

coklat (browning) secara enzimatik oleh enzim fenolase sehingga warna tepung kurang putih (Prabawati, 2011).

Singkong merupakan produksi hasil pertanian pangan ke dua terbesar setelah padi, sehingga singkong mempunyai potensi sebagai bahan baku yang penting bagi berbagai produk pangan dan industri. Disamping itu beberapa jenis singkong mengandung racun HCN. Dari dasar itulah secara lokal singkong dibagi menjadi singkong pahit dan singkong manis. Ubi kayu atau singkong merupakan salah satu bahan makanan sumber karbohidrat (Koswara, 2013).

Singkong tidak memiliki periode matang yang jelas, akibatnya periode panen dapat beragam sehingga dihasilkan singkong yang memiliki sifat fisik dan kimia yang berbeda. Beberapa varietas memiliki kandungan yang berbeda diantaranya : Singkong varietas Adira dengan umur panen 7 bulan diperoleh analisis kadar air 66,20%, lemak kasar 0,83%, protein kasar 2,45%, serat kasar 0,73%, kadar abu 0,66%, dan karbohidrat 29,17%. Sedangkan singkong varietas Bogor dengan umur panen 10 bulan diperoleh analisis kadar air 53,99%, lemak kasar 1,00%, protein kasar 1,88%, serat kasar 0,57%, kadar abu 0,69%, dan karbohidrat 46,87% (Feliana, 2014).

III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April-Juni tahun 2016 di Laboratorium Daya Alat Mesin Pertanian (DAMP) dan Laboratorium Rekayasa Bioproses dan Pasca Panen (RBPP) Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung.

3.2 Alat dan Bahan

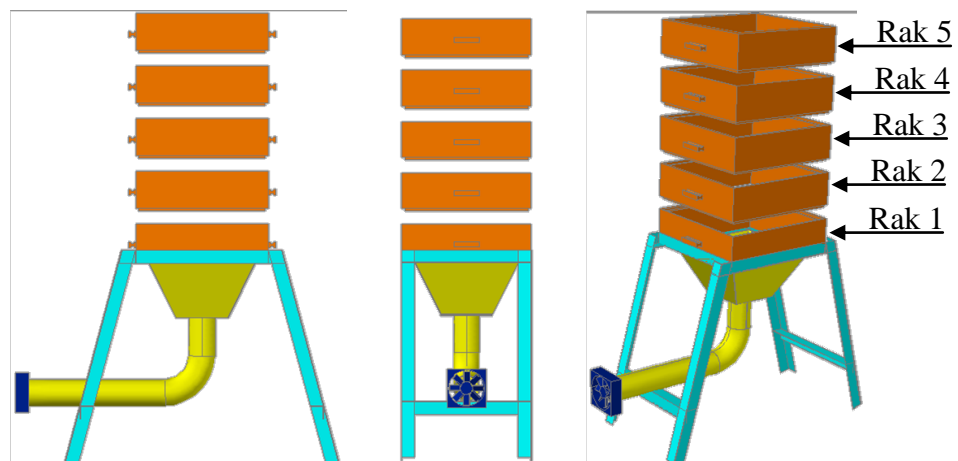
Alat yang digunakan untuk penelitian ini meliputi seperangkat alat pengering tipe rak “*tray dryer*”, serta alat pendukung penelitian seperti timbangan duduk, timbangan digital, thermometer raksa, anemometer dan tang ampere.

Bahan yang digunakan untuk pengujian kinerja alat pengering ini adalah singkong segar yang diperoleh dari petani singkong di Desa Jatisari Kecamatan Jatiagung Kabupaten Lampung Selatan.

3.3 Metode Penelitian

Pelaksanaan penelitian meliputi tahap-tahap perancangan, pembuatan alat dan perakitan, pengujian alat hasil rancangan, pengamatan serta pengolahan data. Alat yang akan diuji memiliki kriteria desain sebagai uraian berikut :

Alat pengering didesain menggunakan komponen utama dari besi serta kayu, dengan sumber energi pemanas dari *heater* atau pemanas elektrik sebagai sumber energi listrik sebagai daya pemanasnya. Alat pengering ini didesain dengan dimensi rak 50 cm x 50 cm x 15 cm, dengan tinggi rangka besi 95 cm.



Gambar 1. Desain alat pengering mekanis tipe rak

Pengujian alat pengering ini dilakukan dengan tiga perlakuan. Ketiga perlakuan tersebut yaitu :

D1 = Heater dengan pengaturan daya sebesar 400 W

D2 = Heater dengan pengaturan daya sebesar 800 W

D3 = Heater dengan pengaturan daya sebesar 1200 W

Jumlah bahan baku yang digunakan untuk masing-masing perlakuan ialah 7,5 kg *stick* singkong dengan pembagian 1,5 kg setiap raknya. Proses pengeringan dilakukan hingga *stick* singkong mencapai kadar air rata-rata 12%-14% dan atau massa lebih rendah dari 50% massa awal ($M_t < M_o$). Selain itu pada proses pengeringan dilakukan pengamatan berupa perubahan suhu pengering, penurunan massa sampel (kadar air), daya terpakai, lama pengeringan dan perhitungan banyaknya energi yang dibutuhkan pada proses pengeringan.

3.4 Prosedur Penelitian

3.4.1 Pengujian Teknis

Dalam pengujian ini ada dua model uji yaitu pengujian tanpa beban dan pengujian dengan beban. Maksud dari pengujian alat tanpa beban ini ialah untuk mengetahui performa alat yang dibuat dengan melihat parameter suhu dan kecepatan aliran udaranya. Sedangkan pengujian alat dengan menggunakan beban adalah untuk mengetahui kinerja alat dengan mengamati parameter kecepatan pengeringan bahan. Dengan daya yang dimiliki, maka alat pengering ini akan mampu menekan waktu pengeringan yang lebih singkat dan dapat menguapkan kadar air bahan sesuai dengan standar pengeringan. Adapun tahapan pengujian alat menggunakan beban yaitu :

1. Proses Pengeringan

Sebelum proses pengeringan dilakukan, pertama melakukan persiapan. Singkong yang akan dikeringkan harus dikupas kulitnya kemudian dicuci dan selanjutnya dilakukan perajangan seperti *stick* lalu direndam di dalam air bersih sebelum pengeringan dan ditiriskan sampai air bekas pencucian kering (tidak menetes). Kemudian menimbang *stick* singkong sebanyak 1,5 kg untuk ditempatkan pada tiap raknya, diusahakan tidak terjadi tumpukan saat *stick* dimasukkan dalam rak. Sehingga total *stick* singkong yang dikeringkan sebanyak 7,5 kg yang terbagi dalam lima rak. Pengeringan *stick* singkong ini menggunakan pengering tipe rak dengan menggunakan tiga perlakuan yaitu Daya heater 400 W, 800 W, 1200 W, kemudian diamati.

2. Pengamatan dan Pengukuran

Pengamatan dan pengukuran yang dilakukan selama proses pengeringan bahan adalah :

a. Kadar air

Pengukuran kadar air merupakan kegiatan yang dilakukan untuk mendapatkan hasil produk yang maksimal keringnya, oleh karena itu perlu dihitung banyaknya cairan yang terkandung di dalam bahan. Ada dua metode dalam menentukan kadar air bahan, yaitu berdasarkan massa basah (*wet basis*) dan berdasarkan massa kering (*dry basis*). Dalam perhitungan berlaku persamaan berikut :

$$M_1 = \frac{m_{awal} - m_{akhir}}{m_{awal}} \times 100\% \dots\dots\dots (1)$$

$$M_2 = \frac{m_{awal} - m_{akhir}}{m_{akhir}} \times 100\% \dots\dots\dots (2)$$

Dimana : M_1 = kadar air bahan berdasarkan massa basah (%)

M_2 = kadar air bahan berdasarkan massa kering (%)

m_{awal} = massa bahan sebelum pengeringan (g)

m_{akhir} = massa bahan sesudah pengeringan (g)

Pengamatan perubahan kadar air dilakukan secara periodik atau berkala setiap 30 menit untuk setiap rak. Pengambilan sampel ada tiga titik yang terletak pada bagian sudut dan tengah rak dengan massa setiap sampel lebih kurang lima gram.

Teknis pengambilan sampel pada tiap rak yaitu dengan mengangkat sampel yang sudah diberi tanda atau *stick* singkong yang ditaruh pada

kain *strimin*. Pengeringan akan dihentikan apabila massa sampel singkong pada rak diperkirakan mencapai kadar air 12% - 14% dan atau massa lebih rendah dari 50% massa awal ($m_t < m_o$). Proses pengeringan *stick* singkong dapat dilihat pada Gambar 3 prosedur uji kinerja alat pengering di bawah.

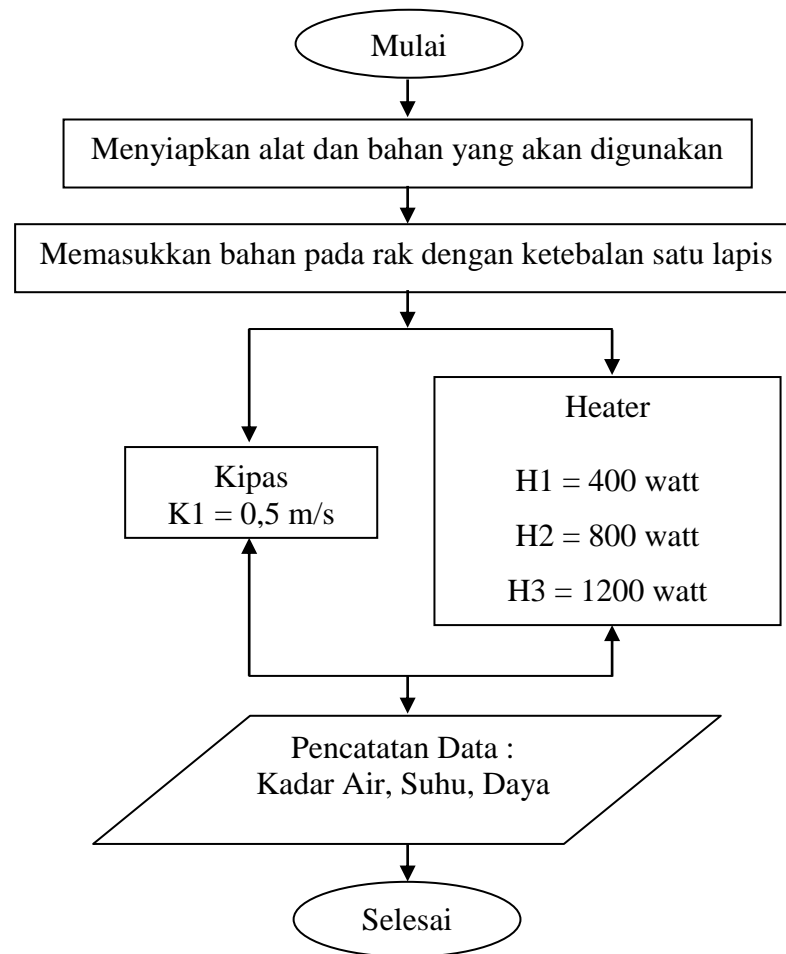
b. Suhu udara pengering

Pengukuran suhu dilakukan karena suatu hal penting dilaksanakan dalam pengujian yang hasil pengukurannya menjadi faktor keberhasilan alat ini. Sebelum proses penelitian dilakukan, alat pengering lebih dulu diukur suhu rak kosong terhadap rak lima (paling atas) untuk mendapatkan derajat panas pencapaian suhu pada setiap daya. Pengukuran memakai *anemo thermometer* digital dan titik pengukuran diletakkan dalam rak. Apabila suhu pada rak kosong sudah stabil maka pengujian rak kosong ini diberhentikan dan nilai derajatnya dianggap sebagai T_0 (suhu awal hingga akhir). Dengan dasar T_0 , maka saat proses pengeringan akan dijadikan sebagai acuan untuk suhu yang harus dicapai saat penelitian. Kemudian saat penelitian berlangsung titik pengukuran diletakkan pada bagian samping rak yang telah diberi lubang kemudian dimasukkan termometer raksa atau termometer batang dan waktu pengukuran dilihat setiap 30 menit.

c. Konsumsi energi pemanas (Listrik)

Listrik merupakan peran utama untuk beroperasinya alat pengering ini, karena elemen pemanas dan kipas akan berfungsi jika menggunakan

listrik. Pengukuran konsumsi listrik perlu dihitung karena untuk mengetahui seberapa banyak energi listrik yang terpakai selama proses pengeringan dilakukan. Pengukuran besarnya energi yang terpakai selama pengeringan menggunakan alat ukur *Tang* meter.



Gambar 2. Prosedur uji kinerja alat pengering

3.4.2 Analisis Efisiensi

1. Beban uap air

Beban uap air *stick* singkong ialah jumlah uap air yang harus diuapkan hingga mencapai kadar air yang diinginkan. Beban uap air dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$E = \frac{(M_1 - M_2) 100}{(100 - M_1)(100 - M_2)} \times W_d \quad \dots\dots\dots (3)$$

Dimana : E = Beban uap air (kgH₂O) M_2 = Kadar air akhir (%)
 M_1 = Kadar air awal (%) W_d = Massa bahan awal (kg)

2. Laju pengeringan

Laju perpindahan air (W) dihitung berdasarkan dua persamaan yaitu :

$$W_1 = \frac{E}{t} \quad \dots\dots\dots (4)$$

$$W_2 = \frac{M_1 - M_2}{t} \quad \dots\dots\dots (5)$$

Dimana : W_1 = Laju perpindahan massa air (kg H₂O/ Jam)

W_2 = Laju perpindahan massa air (% bb/ Jam)

E = Beban uap air (kg H₂O)

t = Waktu pengeringan (Jam)

M_1 = Kadar air awal (%)

M_2 = Kadar air akhir (%)

3. Energi (listrik) yang dihasilkan

$$Q_w = P \times T ; Q_w = V \times I \times T ; \quad \dots\dots\dots (5)$$

$$Q_L = Q_w / 1000 \quad \dots\dots\dots (6)$$

Dimana :

Q_w = Energi (J)

V = Beda Potensial (V)

P = Daya (W)

I = Kuat Arus (Amp)

T = Waktu (s)

Q_L = Energi yang dihasilkan (kJ)

4. Energi yang digunakan

Jumlah energi yang dibutuhkan selama proses pengeringan dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$\Sigma Q = Q_1 + Q_2 \quad \dots\dots\dots (7)$$

Dimana : ΣQ = Jumlah panas yang digunakan untuk memanaskan dan menguapkan air bahan (kJ)

Q_1 = Jumlah panas digunakan untuk menguapkan air bahan (kJ)

Q_2 = Jumlah panas digunakan untuk memanaskan bahan (kJ)

$$Q_1 = E \times H_{fg} \quad \dots\dots\dots (8)$$

$$H_{fg} = 2501 - 2,361 T \quad \dots\dots\dots (9)$$

Dimana : Q_1 = Energi untuk menguapkan air bahan (kJ)

E = Beban uap air (Kg H₂O)

H_{fg} = Panas laten (kJ/Kg)

T = Suhu (⁰C)

$$Q_2 = m \times C_p \times \Delta T \quad \dots\dots\dots (10)$$

Dimana : Q_2 = Energi untuk memanaskan bahan (kJ)

m = massa bahan yang dikeringkan (kg)

ΔT = Kenaikan suhu bahan (⁰C)

C_p = panas jenis bahan yang dikeringkan (kJ/kg⁰C)

C_p = *specific heat capacity* 1.636 to 3.26 kJ kg⁻¹ °C⁻¹ (Njie, 1998).

Menurut Njie (1998), telah dilakukan pengujian menggunakan kalorimeter dengan suhu 36-51⁰C pada bahan hasil pertanian yang memiliki kadar air antara 10% - 68% seperti singkong, ubi jalar dan kentang telah diperoleh panas jenis (C_p) antara rentang 1.636 to 3.26 kJ kg⁻¹ °C⁻¹.

5. Efisiensi Pengeringan

$$\text{Eff} = \frac{\Sigma Q}{Q_L} \times 100 \% \quad \dots\dots\dots (11)$$

Dimana : Eff = Efisiensi pengering (%)

ΣQ = Energi yang digunakan (kJ)

Q_L = Energi yang dihasilkan (kJ)

3.4.3 Koefisien Pengering

Penentuan koefisien pengering untuk mencapai kadar air kesetimbangan, yang merupakan penurunan kadar air yang dikeringkan dengan waktu tak hingga pada suhu dan tekanan konstan. Henderson dan Pabis (1961, dalam Pratama, 2007), menyatakan bahwa nilai k hanya dipengaruhi oleh suhu udara pengering. Penentuan nilai k dilakukan dengan asumsi bahwa perubahan suhu bahan terhadap waktu dan suhu udara pengering adalah eksponensial. Untuk menduga nilai k, model yang digunakan persamaan Arrhenius (Tamrin, 2013) :

$$k = D \pi^2 / r^2 \quad \dots\dots\dots (12)$$

$$D = \text{Exp}(-9,6113-4778,75/T) \text{ dengan } R^2 = 0,793 \quad \dots\dots\dots (13)$$

Dengan persamaan regresi (Steel, 1960) dapat ditentukan nilai A dan k sebagai berikut (Reksoharjo, 1980, dalam Pratama, 2007) :

$$\frac{M_t - M_e}{M_o - M_e} = y, \text{ sehingga } y = A e^{-kt} \quad \dots\dots\dots (14)$$

dimana :D = Koefisien difusivitas (m²/jam)

k = Konstanta pengeringan (1/jam)

r = Jari-jari atau setengah ketebalan bahan (m) = 0,0025 m

t = Waktu (jam)

A = Koefisien bentuk partikel

T = Suhu Absolut ($^{\circ}\text{k}$)

M_t = Kadar air pada waktu ke- (%)

M_o = Kadar air awal (%)

M_e = Kadar air keseimbangan (%)

V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, disimpulkan bahwa :

1. Pada alat pengering tipe rak dikeringkan *stick* singkong sebanyak 7,5 kg bahan dengan kadar air awal rata-rata perlakuan sebesar 65,39 % (singkong segar) hingga mencapai kadar air akhir rata-rata sebesar 11,70 % (singkong kering). Lama pengeringan *stick* singkong adalah 12, 15, dan 21 jam dengan menggunakan daya *heater* 400 W, 800 W dan 1200 W.
2. Suhu udara rata-rata kelima rak pengering dengan menggunakan daya *heater* 400 W ialah 36,7⁰C, daya *heater* 800 W ialah 41,4⁰C dan daya *heater* 1200 W ialah 44,9⁰C.
3. Laju rata-rata pada alat pengering tipe rak menggunakan daya *heater* 400 W adalah 0,07 kgH₂O/jam dengan jumlah bahan awal sebanyak 7,5 kg dan kadar air awal 64%, daya *heater* 800 W adalah 0,09 kgH₂O/jam dengan jumlah bahan awal sebanyak 7,5 kg dan kadar air awal 66%, daya *heater* 1200 W adalah 0,12 kgH₂O/jam dengan jumlah bahan awal sebanyak 7,5 kg dan kadar air awal 66%.

4. Efisiensi alat pengering tipe rak dengan menggunakan daya *heater* 400 W adalah sebesar 42,76%, daya *heater* 800 W adalah sebesar 29,02%, daya *heater* 1200 W adalah sebesar 24,61%.
5. Berdasarkan perlakuan daya heater yaitu 400 W, 800 W, 1200 W didapat suhu rata-rata berurut 36,7 °C, 41,4 °C, 44,9 °C. Sehingga pada penelitian ini diperoleh konstanta (k) pengeringan sebesar 0,11 pada daya 400 W, 0,27 pada daya 800 W dan 0,27 pada daya 1200 W.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian, penulis menyampaikan saran sebagai berikut :

1. Berdasarkan hasil analisis efisiensi, efisiensi alat pengering dimungkinkan masih dapat ditingkatkan dengan cara ditambah isolator pada bagian pipa penyalur udara pengering sehingga panas alat termanfaatkan dengan baik.
2. Untuk keperluan praktis, agar waktu pengering efektif dan kering bahan antar rak seragam maka perlu ada penukaran rak.

DAFTAR PUSTAKA

- Adawyah, R. 2006. *Pengolahan dan Pengawetan Ikan*. PT. Bumi Aksara. Jakarta. 159 hal.
- Ajiboshin, I.O., S.A. Omotade, A.O. Sadiq, O.T. Oyelola, S. Raheem, R.A. Bello, dan W.O. Adedeji. 2011. Energy requirement and cost of drying cassava flour. *African Crop Science Conference Proceedings*. Yaba College of Technology Yaba Lagos State. Nigeria. Vol. 10 : 441 – 444.
- Bintang, Y.M., J. Pongoh dan H. Onibala. 2013. Konstruksi dan Kapasitas Alat Pengering Ikan Tenaga Surya Sistem Bongkar-Pasang. *Jurnal Media Teknologi Hasil Perikanan*. Vol.1, No.2 : 40-43.
- Estiasih, T. dan K. Ahmadi. 2009. *Teknologi Pengolahan Pangan*. PT. Bumi Aksara. Jakarta. 274 hal.
- Feliana, F., A.H. Laenggeng, dan F. Dhafir. 2014. Kandungan Gizi Dua Jenis Varietas Singkong (Manihot esculenta) Berdasarkan Umur Panen. *Jurnal e-Jipbiol*. Vol.2, No.3 : 1-14.
- Jarod, 2011. *Rancang bangun alat pengering sistem hybrid*. Skripsi. Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung. Lampung.
- Koswara, S. 2013. *Teknologi Pengolahan Umbi-umbian*. Modul. Southeast Asian Food And Agricultural Science and Technology Center. Bogor Agricultural University. 1-26 hal.
- Maharani, D.M., B. Rahardjo dan S. Rahayoe. 2011. Konstanta Laju Pengeringan Pada Proses Pemasakan Singkong Menggunakan Tekanan Kejut. *Prosiding Seminar Nasional PERTETA 2011*. Jember. Hal:198-208
- Njie, D.N., T.R. Rumsey, dan R.P. Singh. 1998. Thermal properties of cassava, yam and plantain. *Journal of Food Engineering*. Vol. 37. Issue 1. Pages 63-76.
- Nugroho, J.W.K., Y.F. Primawati, dan N. Bintoro,. 2012. Proses Pengeringan Singkong Parut dengan Menggunakan Pneumatic Dryer. *Prosiding Seminar Nasional PERTETA 2012*. Denpasar. Hal: 96-104

- Pinem, M.D. 2004. Rancang Bangun Alat Pengering ikan teri. *Jurnal Teknik Simetrika*. Vol.3, No.3 : 255-259.
- Putra, G.M.D., E. Sutoyo, dan S. Hartini. 2014. Uji Kinerja Alat Pengering Efek Rumah Kaca (ERK) Hybrid dengan Tungku Biomassa sebagai Sistem Pemanas Tambahan untuk Mengeringkan Biji Pala (*Myristica SP*). *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*. Vol.3, No. 2 : 183-194.
- Pratama, H.A. 2007. *Mempelajari Karakteristik Pengeringan dengan Cara Menentukan Kadar Air Keseimbangan dan Konstanta Pengeringan Buah Mahkota Dewa*. Skripsi. Departemen Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor.
- Rukmana, R. 1997. *Ubi Kayu Budidaya dan Pascapanen*. Kanisius : Yogyakarta. 82 hal.
- Rahayuningtyas, A., dan N. Afifah. 2016. Rancang Bangun, Uji Performa dan Analisa Biaya Pengeringan Irisan Singkong Menggunakan Pengering Inframerah. *Jurnal Pangan*. Vol.25, No.1 : 33 - 42.
- Sari, I.N. 2013. *Uji Kinerja Alat pengering Hybrid Tipe Rak pada Pengeringan Chip Pisang Kepok*. Skripsi. Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung. Lampung.
- Suharto. 1991. *Teknologi Pengawetan Pangan*. PT.Rineka Cipta. Jakarta. 145 hal.
- Susanti, D.Y., J.N.W. Karyadi, dan S.O. Hartanto. 2013. Perubahan Kelembaban Relatif dan Kandungan Uap Air Udara Pengering Selama Pengeringan Chip Singkong dengan Cabinet Dryer. *Seminar Nasional Sains dan Teknologi V*. Universitas Lampung : 1224 - 1233.
- Tamrin. 2013. *Teknik Pengeringan*. Buku Ajar. Universitas Lampung. Lampung. 247 hal.