

MEMPELAJARI KARAKTERISTIK PENGERINGAN KERUPUK SAYUR

(Skripsi)

Oleh

ANNIE WIDYA SUBAGYA



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2018**

ABSTRACT

**STUDYING THE DRYING CHARACTERISTICS OF VEGETABLE
CRACKERS**

By

Annie Widya Subagya

Crackers is one of the popular food products among the people of Indonesia. The addition of cassava leaves into crackers take advantage of the availability of cassava leaves, especially during harvesting. The research aims to determine some parameters of drying characteristics of vegetable crackers. Drying crackers were conducted using sun drying and rack dryers with the temperature of 50 °C and crackers's thickness of 2 mm, 3 mm, and 4 mm.

The results showed that drying using dryer with cracker's thickness of 2 mm, 3 mm, and 4 mm spent a drying time about 3.5-4.5 hours that was faster than sun drying around 4.5 – 5.5 hours. The decrease of moisture content in the dryer was quicker than sun drying. The final moisture content of cracker using dryer had average value of 8.28% which was lower than the sun drying of 12.95% . The color changes that occurred after the drying process using dryer and sun drying produced value <0.5 which had a meaningless or unchanged after the drying process. Depreciation of material diameter on dryers had a value of 11.92% which

was greater than sun drying. The mean of moisture balance (Me) in the dryer of 7.348 %bb was lower than using sun drying. Drying constant of crackers value using dryer had an average value of 1.196 /hours that was higher than the sun drying 0.84 /hour.

Keywords: vegetable crackers, sun drying, rack dryer, drying constants.

ABSTRAK

MEMPELAJARI KARAKTERISTIK PENGERINGAN KERUPUK SAYUR

Oleh

Annie Widya Subagya

Kerupuk merupakan salah satu produk makanan kering yang populer dikalangan masyarakat Indonesia. Penambahan daun singkong ke dalam adonan kerupuk untuk memanfaatkan ketersediaan daun singkong terutama saat panen. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui beberapa parameter karakteristik pengeringan kerupuk sayur. Pengeringan kerupuk dilakukan dengan sinar matahari dan alat pengering tipe rak dengan suhu pengering 50 °C ketebalan 2 mm, 3 mm, 4 mm.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengeringan menggunakan alat pengering dengan ketebalan 2 mm, 3 mm, dan 4 mm memiliki waktu pengeringan selama 3,5-4,5 jam yang lebih cepat dibandingkan dengan pengeringan sinar matahari dengan perlakuan yang sama membutuhkan waktu yaitu 4,5-5,5 jam. Penurunan kadar air pada alat pengering lebih cepat dibandingkan dengan pengeringan dengan sinar matahari. Kadar air akhir pada pengeringan alat memiliki nilai rata-rata 8,28% yang lebih rendah dibandingkan pengeringan sinar matahari yaitu 12,95%. Perubahan warna yang terjadi setelah proses pengeringan menggunakan

alat pengering dan sinar matahari menghasilkan nilai $<0,5$ yang memiliki arti tidak jelas atau tidak mengalami perubahan setelah dilakukan proses pengeringan. Penyusutan diameter bahan pada alat pengering memiliki nilai 11,92% yang lebih besar dari pengeringan sinar matahari. Nilai rata-rata kadar air keseimbangan (Me) pada alat pengering yaitu 7,348 %bb lebih rendah dibandingkan pada pengeringan sinar matahari. Nilai konstanta pengeringan pada alat pengering lebih memiliki rata-rata nilai $1,196 \text{ jam}^{-1}$ lebih tinggi dibandingkan dengan pengeringan sinar matahari yaitu $0,84 \text{ jam}^{-1}$.

Kata kunci : kerupuk sayur, pengeringan sinar matahari, pengeringan alat tipe rak, konstanta pengeringan.

MEMPELAJARI KARAKTERISTIK PENGERINGAN KERUPUK SAYUR

Oleh

Annie Widya Subagya

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
2018**

Judul Skripsi : **MEMPELAJARI KARAKTERISTIK
PENGERINGAN KERUPUK SAYUR**

Nama Mahasiswa : **Annie Widya Subagya**

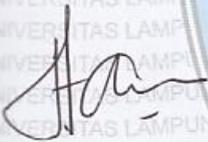
Nomor Pokok Mahasiswa : **1314071007**

Jurusan : **Teknik Pertanian**

Fakultas : **Pertanian**

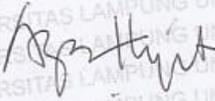
Menyetujui

1. Komisi Pembimbing


Dr. Ir. Tamrin, M.S.
NIP. 19621231 198703 1 030


Cicih Suglanti, S.TP., M.Si.
NIP. 19880522 201212 2 001

2. Ketua Jurusan Teknik Pertanian


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

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : Dr. Ir. Tamrin, M.S.



Sekretaris : Cicih Sugianti, S.TP., M.Si.



**Penguji
Bukan Pembimbing : Dr. Diding Suhandy, S.TP., M.Agr.**



2. Dekan Fakultas Pertanian



Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si.
NIP. 19611020 198603 1 002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 23 April 2018

PERNYATAAN KEASLIAN HASIL KARYA

Saya adalah Annie Widya Subagya NPM 1314071007. Dengan ini menyatakan bahwa apa yang tertulis dalam karya saya yang dibimbing oleh Komisi Pembimbing **1. Dr. Ir. Tamrin, M.S.** dan **2. Cicih Sugianti, S.TP., M.Si.** berdasarkan pada pengetahuan dan informasi yang telah saya dapatkan. Karya ilmiah ini berisi material material yang dibuat sendiri dan hasil rujukan beberapa sumber lain (buku, jurnal, makalah, skripsi, dll) yang telah dipublikasikan sebelumnya atau dengan kata lain bukanlah hasil dari plagiat karya orang lain. Demikianlah pernyataan ini saya buat dan dapat dipertanggung jawabkan. Apabila di kemudian hari terdapat kecurangan dalam karya ini maka saya siap mempertanggung jawabkannya.

Bandar Lampung, 23 April 2018
Yang Membuat Pernyataan



Annie Widya Subagya
NPM. 1314071007

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Yukum Jaya Kecamatan Terbanggi Besar, Kab. Lampung Tengah pada tanggal 02 Oktober 1994, merupakan anak pertama dari dua bersaudara pasangan Bapak Dodi Somala dan Ibu Hidayati.

Pendidikan yang pernah ditempuh adalah Sekolah Dasar (SD IT) Bustanul Ulum Kec. Terbanggi Besar, Kab. Lampung Tengah (2001-2007), Sekolah Menengah Pertama (SMP IT) Bustanul Ulum, Kec. Terbanggi Besar, Kab. Lampung Tengah (2007-2010), dan Sekolah Menengah Atas (MA) Negeri 1 Poncowati, Kec. Terbanggi Besar, Kab. Lampung Tengah (2010-2013).

Pada tahun 2013 penulis diterima sebagai mahasiswa di Universitas Lampung Fakultas Pertanian Jurusan Teknik Pertanian melalui jalur SBMPTN. Penulis pernah melaksanakan Praktik Umum di PT Great Giant Food, Terbanggi Besar, Lampung Tengah, dengan judul ***“Mempelajari Proses Pemanenan Buah Nanas (*Ananas Comosus L. Merr.*) Secara Manual Di PT Great Giant Food Terbanggi Besar Lampung Tengah”*** dan pernah melakukan KKN (Kuliah Kerja Nyata) di desa Sangun Ratu, Kec. Pubian, Kab. Lampung Tengah selama 40 hari dengan tema Pemberdayaan Kampung Berbasis Informasi dan Teknologi.

Dengan menyebut nama Allah Yang Maha Esa. Dengan segenap kerendahan hati, Ku persembahkan karya kecil yang sangat Aku banggakan ini sebagai perwujudan ungkapan rasa kasih sayang, cinta, hormat, dan terimakasihku kepada :

Kedua orang tuaKu, Abah Dodi Somala & Mama Hidayati tercinta atas doa yang selalu mengiringi setiap langkahKu. Serta adikKu tersayang & segenap keluarga besarKu, yang senantiasa menanti keberhasilanKu.

Seluruh Dosen dan para Staff jurusan Teknik Pertanian, terimakasih atas ilmu yang telah diberikan selama ini

Teman-teman seperjuanganKu Teknik Pertanian Angkatan 2013 yang selalu mendukung & mengajari tentang arti kehidupan ini

&

Almamater tercinta, terimakasih karena sebagian perjalananKu telah Ku selesaikan di sini

SANWACANA

Puji syukur kehadirat Allah SWT karena berkat rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Skripsi dengan judul “**Mempelajari Karakteristik Pengeringan Kerupuk Sayur**” adalah salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknologi Pertanian di Universitas Lampung.

Dalam penulisan skripsi ini, penulis menyadari bahwa masih banyak terdapat kekurangan dan kesalahan.

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada :

1. Bapak Dr. Ir. Tamrin, M.S. selaku Pembimbing 1 yang telah banyak membantu menulis skripsi dan memberikan nasehat, masukan, saran serta pengarahan kepada penulis selama penulis menjadi mahasiswa dan dalam penyusunan skripsi ini,
2. Ibu Cicih Sugianti S.TP., M.Si. selaku Pembimbing II yang telah memberikan banyak saran dan nasihat serta membantu dalam penyelesaian skripsi ini,
3. Bapak Dr. Diding suhandy, S.TP., M.Agr. selaku penguji yang telah memberikan kritik dan saran serta pengarahan kepada penulis selama penulis menyelesaikan skripsi,

4. Bapak Dr. Ir. Agus Haryanto, M.P. selaku Ketua Jurusan Teknik Pertanian atas perhatian, kepedulian, arahan dan bimbingan dalam penyusunan skripsi,
5. Bapak Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si. selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung,
6. Seluruh Dosen dan Karyawan di Jurusan Teknik Pertanian atas bantuan, pengetahuan, teladan dan arahan yang telah diberikan,
7. Bapak Dodi Somala, Ibu Hidayati dan Adik Euis Ratna Subagya serta semua keluarga yang telah memberikan moral dan materil, doa serta motivasi untuk penyelesaian skripsi ini,
8. Teman-teman seperjuanganku angkatan 2013 yang selalu menjadi motivasi dan dorongan dalam menjalankan kuliah, terima kasih atas kebersamaan dan bantuannya selama ini;

Semoga Allah SWT membalas semua kebaikan Bapak, Ibu, serta rekan-rekan sekalian. Dan semoga skripsi ini dapat bermanfaat untuk semua pihak di masa yang akan datang.

Bandar Lampung, 23 April 2018

Penulis,

Annie Widya Subagya

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR TABEL.....	vi
DAFTAR GAMBAR	ix
I.PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian	3
1.3 Hipotesis.....	3
1.4 Manfaat Penelitian	4
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Daun Singkong.....	5
2.2 Kandungan Kimia Daun Singkong	7
2.3 Pengolahan pasca panen sayuran	8
2.4 Kerupuk.....	8
2.5 Proses Pengeringan	9
2.6 Macam-Macam Pengeringan	14
2.6.1 Pengeringan Buatan	15
2.6.2 Pengeringan Alami.....	17
2.7 Model Pengeringan Lapisan Tipis	17
2.8 Alat Pengering Tipe Rak.....	18

III. METODOLOGI PENELITIAN.....	20
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	20
3.2 Alat dan Bahan.....	20
3.3 Rancangan Penelitian.....	21
3.4 Prosedur Penelitian.....	21
3.5 Parameter Pengamatan.....	26
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	32
4.1 Penurunan Bobot Bahan.....	32
4.3 Penurunan Kadar Air.....	36
4.4 Perubahan Warna	40
4.5 Perubahan Diameter Bahan.....	42
4.6 Kadar Air Bahan	44
4.7 Kadar Air Keseimbangan dan Konstanta Pengeringan.....	45
4.7.1 Kadar Air Keseimbangan.....	45
4.7.2 Konstanta Pengeringan	47
V. KESIMPULAN DAN SARAN.....	49
5.1 KESIMPULAN.....	49
5.2 SARAN	50
DAFTAR PUSTAKA	51
LAMPIRAN.....	54

DAFTAR TABEL

TEKS

Tabel	Halaman
1. Kandungan Zat Gizi Daun Singkong per 100 gram bagian yang dapat dimakan	7
2. Pengukuran perubahan nilai warna pada uji L* a* b*	29
3. Data Perubahan Warna L* a* b* Ketebalan 2 mm	40
4. Data perubahan warna L* a* b* ketebalan 3 mm	41
5. Data perubahan warna L* a* b* ketebalan 4 mm	41
6. Nilai TDC pada Uji L* a* b* Kerupuk Setelah Pengeringan Dengan Sinar Matahari dan Alat Tipe Rak	42
7. Perubahan Diameter Bahan pada Pengeringan Kerupuk dikeringkan dengan Sinar Matahari	43
8. Perubahan Diameter Bahan pada Pengeringan Kerupuk Sebelum dan Sesudah dikeringkan dengan Tipe Rak	43
9. Data kadar air bahan selama pengeringan.....	44
10. Nilai Kadar Air Keseimbangan (Me).....	46
11. Konstantan Pengeringan (k) Pengeringan Sinar Matahari dan Alat Tipe Rak.....	47

LAMPIRAN

12. Data 1 Penurunan Berat Kerupuk Sayur Selama Pengeringan Sinar Matahari	55
13. Data 2 Penurunan Berat Kerupuk Sayur Selama Pengeringan Sinar Matahari	55

14. Data 3 Penurunan Berat Kerupuk Sayur Selama Pengeringan Alat Tipe Rak.....	56
15. Data 4 Penurunan Berat Kerupuk Sayur Selama Pengeringan Alat Tipe	56
16. Data 5 Penurunan Berat Kerupuk Sayur Selama Pengeringan Alat Tipe Rak.....	57
17. Data 6 Penurunan Berat Kerupuk Sayur Selama Pengeringan Alat Tipe Rak.....	57
18. Data 7 Penurunan Berat Kerupuk Selama Pengeringan Alat Tipe Rak.....	58
19. Data 8 Penurunan Berat Kerupuk Sayur Selama Pengeringan Alat Tipe Rak.....	58
20. Data 9 (%) Basis Kering Pengeringan Kerupuk Sayur dengan Sinar	59
21. Data 10 (%) Basis Kering Pengeringan Kerupuk Sayur dengan Sinar	59
22. Data 11 (%) Basis Kering Pengeringan Kerupuk Sayur dengan Alat.....	60
23. Data 12 (%) Basis Kering Pengeringan Kerupuk Sayur dengan Alat.....	60
24. Data 13 (%) Basis Basah Pengeringan Kerupuk Sayur dengan Sinar	61
25. Data 14 (%) Basis Basah Pengeringan Kerupuk Sayur dengan Sinar	61
26. Data 15 (%) Basis Basah Pengeringan Kerupuk Sayur dengan Alat.....	62
27. Data 16 (%) Basis Basah Pengeringan Kerupuk Sayur dengan Alat.....	62
28. Data 17 Kadar Air Akhir Pengeringan Kerupuk Sayur dengan sinar	63
29. Data 18 Kadar Air Akhir Pengeringan Kerupuk Sayur dengan Sinar	63
30. Data 19 Kadar Air Akhir Pengeringan Kerupuk Sayur dengan Alat.....	64
31. Data 20 Kadar Air Akhir Pengeringan Kerupuk Sayur dengan Alat.....	64
32. Data 20 Perubahan Fisik Bahan Pada Pengeringan Sinar Matahari	65
33. Data 21 Perubahan Fisik Bahan Pada Pengeringan Sinar Matahari	66
34. Data 22 Perubahan Fisik Bahan Pada Pengeringan Alat Rak	67
35. Data 23 Perubahan Fisik Bahan Pada Pengeringan Alat Rak	68

36. Data 24 Uji Warna L* a* b* Pengeringan Kerupuk Sayur dengan sinar.....	69
37. Data 25 Uji Warna L* a* b* Pengeringan Kerupuk Sayur dengan Sinar	70
38. Data 26 Uji Warna L* a* b* Pengeringan Kerupuk Sayur dengan Alat	71
39. Data 27 Uji Warna L* a* b* Pengeringan Kerupuk Sayur dengan Alat	72
40. Data 28 Data nilai Me dan K pada pengeringan sinar matahari	72
41. Data 29 Data nilai Me dan K pada pengeringan alat tipe Rak.....	73

DAFTAR GAMBAR

TEKS

Gambar	Halaman
1. Alat pengering tipe rak.....	19
2. Diagram Alir Pengeringan Kerupuk Sayur.....	25
3. Grafik penurunan bobot bahan terhadap waktu pada pengeringan sinar matahari dengan suhu rata-rata 36°C.	32
4. Grafik penurunan bobot bahan terhadap waktu pada alat pengering dengan suhu 50°C.	33
5. Grafik penurunan bobot bahan terhadap waktu pada ketebalan 2 mm pengeringan alat dan sinar matahari.	34
6. Grafik penurunan bobot bahan terhadap waktu pada ketebalan 3 mm pengeringan alat dan sinar matahari.	34
7. Grafik penurunan bobot bahan terhadap waktu pada ketebalan 4 mm pengeringan alat dan sinar matahari.	35
8. Grafik perubahan kadar air terhadap waktu pada pengeringan sinar matahari suhu 36°C.	36
9. Grafik perubahan kadar air terhadap waktu pada alat pengering suhu	37
10. Penurunan kadar air terhadap waktu pengeringan pada ketebalan 2 mm	38
11. Penurunan kadar air terhadap waktu pengeringan pada ketebalan 3 mm.	38
12. Penurunan kadar air terhadap waktu pengeringan pada ketebalan 4 mm	39

LAMPIRAN

13. Bahan–bahan pembuatan kerupuk sayur.....	74
14. Adonan kerupuk sayur yang siap dikukus.	74

15. Adonan kerupuk sayur setelah dikukus.	75
16. Bahan dengan ketebalan 2 mm.	75
17. Bahan dengan ketebalan 3 mm.	76
18. Bahan dengan ketebalan 4 mm.	76
19. Pengukuran diameter bahan sebelum dikeringkan.....	77
20. Proses penimbangan bahan.	77
21. Pengeringan bahan pada sinar matahari.....	78
22. Pengeringan bahan menggunakan alat pengering tipe rak suhu 50°C.	78
23. Pengukuran diameter bahan setelah dikeringkan.....	79
24 . Tempat menaruh media untuk uji warna L*a*b*.	79
25. Uji L*a*b* pada kerupuk setelah dikeringkan.....	80
26. Oven listrik.....	80
27. Kerupuk kering yang akan di ukur kadar air akhir.	81
28. Pengovenan bahan.....	81
29. Bahan didinginkan didesikator.....	82
30. Alat pengering tipe rak.....	82

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kerupuk merupakan salah satu produk makanan kering yang populer dikalangan masyarakat Indonesia. Tidak hanya populer makanan ringan ini banyak digemari semua kalangan karena diyakini mampu membangkitkan selera makan atau sekedar dimakan disaat santai. Kerupuk yang beredar dikalangan masyarakat banyak dibuat dari tepung terigu dan tepung tapioka yang diberi tambahan bumbu-bumbu sebagai penyedap rasa. Tidak hanya bumbu-bumbu penyedap lainnya, tambahan ikan juga diberikan untuk menambah cita rasa pada kerupuk dan untuk meningkatkan kandungan gizi terutama kandungan protein yang diperlukan untuk tubuh. Tidak hanya kandungan protein yang dibutuhkan oleh tubuh, kandungan serat juga dibutuhkan oleh tubuh untuk membantu memperlancar proses pencernaan tubuh. Untuk memenuhi kandungan serat dapat juga menambahkan sayur sebagai bahan campuran dalam pembuatan kerupuk.

Kelompok Wanita Tani Mawar membuat kerupuk dengan tambahan sayur. Sayur yang ditambahkan dalam adonan kerupuk sayur yaitu daun singkong. Daun singkong dipilih sebagai campuran kerupuk karena daun singkong banyak ditanam di daerah rumah mereka. Daun singkong banyak tersedia terutama pada saat panen singkong. Pada saat panen singkong daun singkong banyak digunakan

masyarakat hanya sebagai pakan ternak, namun untuk menambah nilai jual pada daun singkong kelompok tani wanita memanfaatkannya sebagai bahan tambahan dalam adonan kerupuk. Daun singkong yang akan dicampurkan ke dalam adonan kerupuk direbus dahulu dan diiris kecil-kecil kemudian ditambahkan ke dalam campuran adonan kerupuk.

Ketersediaan daun singkong mengacu kepada produksi tanaman singkong. Di Indonesia serta penanaman tanaman singkong tersebar terdapat di Provinsi Lampung. Budidaya tanaman singkong di Lampung lebih dominan digunakan sebagai bahan baku industri pangan. Urutan kedua tanaman singkong banyak dibudidaya di Provinsi Jawa Tengah. Di Provinsi ini produk singkong lebih dominan digunakan sebagai pangan sumber karbohidrat di pedesaan. Daun singkong merupakan limbah dari sistem produksi pertanian singkong terutama pada daerah industri tapioka. Ketersediaan daun singkong terus meningkat dengan semakin meluasnya areal penanaman dan produktivitasnya tanaman singkong. Hampir 10-40% dari tanaman singkong terdiri atas daun. Produksi daun singkong segar adalah 10-40 ton/ha/tahun (Sukria dan Rantan, 2009). Luas area penanaman tanaman singkong pada tahun 2013 seluas 16.163 ha dengan produktivitas umbi singkong segar sebanyak 43.028 ton/ha dan total produksi sebanyak 695.460 ton (BPS, 2013).

Pada pengeringan produk hasil pertanian sampai saat ini masih banyak yang menggunakan sinar matahari langsung yang masih dapat dikatakan cukup layak. Namun hasilnya kurang optimal dan kurang efisien dari segi waktu, karena seperti yang diketahui bahwa pengeringan secara konvensional masih banyak

kekurangan, salah satunya sangat tergantung dengan cuaca. Sehingga perlu dilakukan suatu alternatif yaitu dengan menggunakan alat pengering mekanis yang menggunakan tambahan panas yaitu alat pengering tipe rak. Menurut Putro (2016) alat pengering tipe rak memiliki efisiensi sekitar 24,61-42,76% untuk mengeringkan *stick* singkong dengan menggunakan daya *heater* 400-1200 Watt. Lama pengeringan yang dibutuhkan untuk mengeringkan *stick* singkong yaitu 12-21 jam. Kadar air akhir rata-rata *stick* singkong mencapai 11,70% dari kadar awal rata-rata sebesar 65,39% dengan jumlah *stick* singkong yang dikeringkan sebanyak 7,5 kg.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah membandingkan beberapa parameter karakteristik pengeringan kerupuk sayur dengan sinar matahari dan menggunakan alat pengeringan tipe rak.

1.3 Hipotesis

Hipotesis dari penelitian ini yaitu :

1. Semakin tebal pengirisan bahan, maka semakin lama waktu yang diperlukan dalam proses pengeringan.
2. Semakin tinggi suhu maka nilai konstanta pengeringan semakin besar.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi bagi masyarakat dan kelompok wanita tani mengenai karakteristik pengeringan kerupuk sayur menggunakan alat pengering tipe rak.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Daun Singkong

Tanaman singkong merupakan salah satu jenis pertanian utama di Indonesia.

Tanaman ini termasuk family *Euphorbiaceae* yang mudah tumbuh sekalipun pada tanah kering dan miskin serta tahan terhadap serangan penyakit maupun tumbuhan pengganggu (gulma). Tanaman singkong mudah (membudidayakan) karena perbanyak tanaman ini umumnya dengan stek batang. Singkong banyak ditanam di kebun, halaman rumah dan dapat juga dijadikan pagar pembatas rumah atau kebun. Akar tanaman singkong berbentuk umbi yang merupakan sumber karbohidrat. Di Indonesia aneka panganan yang dibuat dari produk singkong bukanlah merupakan hal yang baru, namun daunnya belum dimanfaatkan secara optimal. Penggunaan daun singkong sebagai sayuran, baru terbatas pada daun mudanya saja, sedangkan daun yang lebih tua sebenarnya dapat dimanfaatkan sebagai pakan hijau (Askar, 1996).

Kingdom	: Plantae
Divisi	: Spermatophyta
Sub divisi	: Angiospermae
Kelas	: Docotyledoneae
Ordo	: Euphorbiaceae
Family	: Euphorbiaceae

Genus : Manihot
Spesies : *Manihot utilissima pohl; manihoresculenta cranz*
(Tjitrosoepomo, 2005).

Daun singkong atau *cassava* adalah jenis sayur yang berasal dari tanaman singkong atau ketela pohon. Tanaman ini memiliki nama latin *Manihot utilissima* atau *Manihot esculenta*. Ada dua jenis daun singkong biasa dan daun singkong semaian. Daun singkong biasa yang bertangkai merah tua dengan daun berwarna hijau tua sedangkan daun singkong semaian atau *semen* (sebutan di daerah jawa) yang bertangkai merah muda keputihan dengan warna daun hijau muda. Kedua jenis daun tersebut pada dasarnya berasal dari jenis atau varietas tanaman singkong yang sama. Daun singkong biasa berasal dari tanaman singkong yang ditanam untuk diambil umbinya, sedangkan daun singkong *semen* merupakan hasil dari tanaman singkong yang sudah dipanen. Batang-batang singkong yang sudah tidak terpakai tersebut tidak ditanam ulang, tetapi hanya disandarkan dan ditegakkan di atas tanah. Batang-batang tersebut tidak ditanam, tetapi cukup disiram setiap hari. Daun-daun yang bersemi pada batang itulah yang dikenal sebagai daun singkong *semen* (berasal dari kata semaian). Rasa daun singkong semaian lebih enak dan gurih dibandingkan dengan daun singkong biasa (Novary, 1997).

Daun singkong sangat cocok sebagai tanaman pagar. Daunnya merupakan sayuran dan daun hijau yang paling murah dan umum di Indonesia. Satu helai daun singkong cukup karotein untuk keperluan sehari-hari. Bila dihaluskan dan direbus tidak akan tersisa lebih dari satu sendok penuh. Daunnya mengandung

asam hidrosianat yang beracun. Tetapi itu akan hilang sesudah direbus selama 5 menit. Daunnya sebagai lalap jangan dimakan mentah. Air perebusannya harus dibuang (Rubatzky, 1998).

2.2 Kandungan Kimia Daun Singkong

Kandungan kimia dalam daun singkong, antara lain :

1. Memiliki kadar protein yang cukup tinggi, sumber energi yang setara dengan karbohidrat, 4 kalon setiap gram protein.
2. Sumber vitamin A, setiap 100 gram yaitu mencapai 3.300 RE sehingga baik untuk kesehatan mata.
3. Kandungan serat yang tinggi, dapat membantu buang air besar menjadi lebih teratur dan lancar dan mencegah kanker usus dan penyakit jantung.
4. Kandungan vitamin C per 100 gram daun singkong mencapai 275 mg, dapat terbebas dari sariawan dan kekebalan tubuh bisa lebih terjaga dengan asupan vitamin C.

Tabel 1. Kandungan Zat Gizi Daun Singkong per 100 gram bagian yang dapat dimakan

Zat gizi	jumlah
Energi (kal)	73,00
Protein (g)	6,80
Lemak (g)	1,20
Karbohidrat (g)	13,00
Kalsium (mg)	165,000
Fosfor (mg)	54,00
Zat besi (mg)	2,00
Vitamin A (SI)	11000,00
Vitamin B1 (mg)	0,12
Vitamin C (mg)	275,00
Air (g)	77,20

Sumber : Direktorat Gizi Depkes RI, 1992.

2.3 Pengolahan pasca panen sayuran

Upaya yang dapat dilakukan untuk memenuhi kebutuhan zat gizi seimbang adalah melalui diversifikasi pangan atau penganekaragaman pangan. Tidak ada satu jenis pangan yang memenuhi semua zat gizi yang diperlukan tubuh, sehingga pemenuhannya dari beragam sumber pangan. Penganekaragaman pangan terdiri atas dua tipe yaitu penganekaragaman secara horizontal dan secara vertikal. Penganekaragaman secara horizontal dilakukan melalui penganekaragaman sumber pangan, baik sumber karbohidrat, protein, lemak, vitamin dan mineral. Sedangkan penganekaragaman vertikal terkait dengan penganekaragaman hasil olahan (Koswara, 2009).

Upaya diversifikasi sayuran secara vertikal dengan penganekaragaman hasil olahannya, tidak hanya dapat meningkatkan konsumsi sayuran, tetapi juga dapat menjadi nilai tambah ekonomi masyarakat. Sayuran, oleh masyarakat dalam bentuk segar, namun harga jual maupun volume penjualannya terhitung masih cukup kecil. Disisi lain sayuran merupakan bahan pangan yang mudah mengalami kerusakan setelah dipanen. Jika tidak segera diolah, maka kerusakan sayuran dalam jumlah melimpah menjadi kerugian yang cukup besar bagi masyarakat (Rusman dan Saefulhadjar, 2007).

2.4 Kerupuk

Kerupuk merupakan produk makanan kering yang populer yang telah lama dikenal masyarakat Indonesia. Konsumsi kerupuk biasanya bukan sebagai makanan utama melainkan sebagai makanan kecil, makanan ringan atau sebagai

pelengkap hidangan yang umumnya dikonsumsi dalam jumlah kecil dan banyak penikmatnya. Jenis makanan ini hampir digemari oleh hampir semua lapisan masyarakat. Tidak heran sampai saat ini bisnis kerupuk masih banyak di produksi dan konsumennya juga semakin meningkat. Pada dasarnya bahan baku pembuatan kerupuk adalah tepung terigu dan tepung tapioka. Saat ini sudah banyak ditemui jenis kerupuk dengan berbagai variasi bahan tambahan seperti kerupuk dengan penambahan ikan, kerupuk bawang dengan penambahan bawang dan akhir-akhir ini banyak kerupuk dengan penambahan berbagai jenis sayur seperti wortel, kentang dan lainnya (Wahyuningtyas, 2014).

Proses pembuatan kerupuk sangat sederhana, namun membutuhkan proses yang panjang. Tahapan utama pembuatan kerupuk adalah persiapan, *processing*, *supply*, pemotongan, penebaran, pengeringan, sortasi dan pengemasan. Faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas kerupuk adalah kadar air, volume pengembangan dan kemasan (Afifah, 2012).

2.5 Proses Pengeringan

Pengeringan merupakan proses pengurangan kadar air bahan hingga mencapai kadar air tertentu sehingga menghambat laju kerusakan bahan akibat aktifitas biologis dan kimia (Brooker *et al.* 2004). Dasar proses pengeringan adalah terjadinya penguapan air bahan ke udara karena perbedaan kandungan uap air antara udara dengan bahan yang dikeringkan. Agar suatu bahan dapat menjadi kering, maka udara harus memiliki kandungan uap air atau kelembaban yang

relatif rendah dari bahan yang dikeringkan. Pada saat suatu bahan dikeringkan terjadi dua proses secara bersamaan, yaitu:

1. Perpindahan panas dari lingkungan untuk menguapkan air pada permukaan bahan.
2. Perpindahan massa (air) di dalam bahan akibat penguapan pada proses pertama. Mekanisme pengeringan diterangkan melalui teori tekanan uap. Air yang diuapkan terdiri dari air bebas dan air terikat. Air bebas berada di permukaan dan yang pertama kali mengalami penguapan (Mujumdar dan Devahastin, 2002). Bila air permukaan telah habis, maka terjadi migrasi air dan uap air dari bagian dalam bahan secara difusi. Migrasi air dan uap terjadi karena perbedaan konsentrasi atau tekanan uap pada bagian dalam dan bagian luar bahan (Handerson dan Perry, 2003).

Handerson dan Perry (2003) dan Broker *et al.* (2004) menyatakan bahwa proses pengeringan dapat dibagi dalam dua periode, yaitu periode laju pengeringan tetap dan laju pengeringan menurun. Mekanisme pengeringan pada laju pengeringan menurun meliputi dua proses, yaitu pergerakan air dari dalam bahan ke permukaan bahan dan pengeluaran air dari permukaan air ke udara sekitarnya. Laju pengeringan menurun terjadi setelah laju pengeringan konstan dimana kadar air bahan lebih kecil dari pada kadar air kritis (Henderson dan Perry, 2003).

Menurut Broker *et al.* (2004), beberapa parameter yang mempengaruhi waktu yang dibutuhkan dalam proses pengeringan, antara lain:

1. Suhu Udara Pengering

Laju penguapan air dalam bahan pengering sangat ditentukan oleh kenaikan suhu. Bila suhu pengeringan dinaikkan maka panas yang dibutuhkan untuk penguapan air bahan menjadi berkurang. Suhu udara pengering berpengaruh terhadap lama pengeringan dan kualitas bahan hasil pengeringan. Makin tinggi suhu udara pengering maka proses pengeringan makin singkat. Biaya pengeringan dapat ditekan pada kapasitas yang besar jika digunakan pada suhu tinggi, selama suhu tersebut tidak merusak bahan.

2. Kelembaban Relatif Udara Pengering

Kelembaban relatif udara adalah perbandingan massa uap air aktual pada volume yang diberikan dengan massa uap air saturasi pada temperatur yang sama.

Kelembaban mutlak udara berpengaruh terhadap pemindahan cairan dari dalam ke permukaan bahan. Kelembaban relatif juga menentukan besarnya tingkat kemampuan udara pengering dalam menampung uap air dipermukaan bahan.

Semakin rendah RH udara pengering, makin cepat pula proses pengeringan yang terjadi, karena mampu menyerap dan menampung uap air lebih banyak daripada udara uap dengan RH yang tinggi.

3. Kecepatan Udara Pengering

Pada proses pengeringan, udara berfungsi sebagai pembawa panas untuk menguapkan kandungan air pada bahan serta mengeluarkan uap air tersebut. Air dikeluarkan dari bahan dalam bentuk uap dan harus secepatnya dipindahkan dari bahan. Bila tidak segera dipindahkan maka air akan menjenuhkan atmosfer permukaan bahan, sehingga akan memperlambat pengeluaran air selanjutnya.

Aliran udara yang cepat akan membawa uap air dari permukaan bahan dan

mencegah uap air tersebut menjadi jenuh dipermukaan bahan. Semakin besar volume udara yang mengalir, maka semakin besar pula kemampuannya dalam membawa dan menampung air dari permukaan bahan.

4. Kadar Air Bahan

Kadar air merupakan salah satu sifat fisik dari bahan yang menunjukkan banyaknya air yang terkandung di dalam bahan. Kadar air biasanya dinyatakan dengan persentase berat air terhadap bahan basah atau dalam gram air untuk setiap 100 gram bahan yang disebut dengan kadar air basis basah (bb). Berat bahan kering atau padatan adalah berat bahan setelah mengalami pemanasan beberapa waktu tertentu sehingga beratnya tetap atau konstan Safrizal (2010) dalam Hani (2012). Pada proses pengeringan, sering dijumpai adanya variasi jumlah kadar air pada bahan. Yang mana variasi kadar air ini akan mempengaruhi lamanya proses pengeringan, sehingga perlu diketahui berapa persen kadar air pada bahan saat basah dan pada saat kering.

Heldman (1981) menyatakan kadar air bahan pangan terdiri dari dua yaitu kadar air basis kering dan kadar air basis basah. Kadar air basis kering adalah perbandingan berat air dalam bahan dengan berat bahan keringnya. Kadar air basis basah adalah perbandingan berat air dalam bahan dengan berat bahan total.

Kadar air basis kering dinyatakan dengan persamaan:

$$M = \frac{W_m}{W_d} \times 100 \% \dots\dots\dots(1)$$

Kadar air basis basah dinyatakan dengan persamaan:

$$m = \frac{W_m}{W_m + W_d} \times 100 \% \dots\dots\dots(2)$$

Dimana :

M = Kadar Air (%bk)

m = Kadar Air (%bb)

W_d = Masa bahan setelah dikeringkan (gram)

W_m = Massa bahan (gram)

Kadungan air pada suatu bahan hasil pertanian terdiri dari 3 jenis yaitu :

1. Air bebas (*free water*). Air ini terdapat permukaan bahan, sehingga dapat digunakan oleh mikroorganisme untuk pertumbuhannya serta dapat dijadikan sebagai media reaksi-reaksi kimia. Air bebas dapat dengan mudah diuapkan pada proses pengeringan. Bila air bebas ini diuapkan seluruhnya maka kadar air bahan akan berkisar antara 12% sampai 25%.
2. Air terikat secara fisik. Air jenis ini merupakan bagian air yang terdapat dalam jaringan matriks bahan (tenunan bahan) akibat adanya ikatan-ikatan fisik. Air jenis terdiri atas :
 - a. Air terikat menurut sistem kapiler yang ada dalam bahan karena adanya pipa-pipa kapiler pada bahan.
 - b. Air absorpsi yang terdapat pada tenunan-tenunan bahan karena adanya tenaga penyerapan dari dalam bahan.
 - c. Air yang terkurung di antara tenunan bahan karena adanya hambatan mekanis dan biasanya terdapat pada bahan yang berserat.
3. Air terikat secara kimia. Untuk menguapkan air jenis ini pada proses pengeringan diperlukan energi yang besar. Air yang terikat secara kimia terdiri dari :

- a. Air yang terikat sebagai air kristal.
- b. Air terikat dalam sistem dispersi koloidal yang terdiri dari partikel–partikel yang mempunyai bentuk dan ukuran beragam Rachmawan (2001).

Pengeringan merupakan pengawetan secara fisik dengan cara menurunkan aktivitas air (A_w) melalui pengurangan kadar tertentu dimana tidak terjadi aktivitas mikroorganisme perusak pangan. Proses pengeringan dapat menggunakan sinar matahari maupun menggunakan mesin-mesin pengering. Pemanfaatan sinar matahari dapat menekan biaya sehingga proses ini dengan mudah ditemui pada masyarakat tradisional misalnya untuk pengeringan buah-buahan karena dapat menurunkan mutu produk. Pemanfaatan mesin pengering banyak digunakan dalam skala industri maupun laboratorium, kelebihanannya yaitu tidak tergantung cuaca dan prosesnya lebih bisa dikontrol. Akan tetapi energi yang dibutuhkan untuk proses pengeringan sangat besar (Jannah, 2011).

2.6 Macam-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 bakteri dan mudah kontaminasi pada bahan.

2.6.1 Pengeringan Buatan

Pengeringan buatan yang merupakan suatu teknologi yang didesain dengan kombinasi beberapa alat seperti *heater* (penghasil panas energi listrik), kipas (penghembus udara), thermometer 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 Water Drying*)

Metode ini menggunakan udara panas yang dihembuskan ke bagian ruang pengering. Peralatan pengering udara panas tersusun dan 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 (*Combine 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 di dalam lebih panas dibandingkan dengan suhu di luar ruangan. Suhu yang tinggi tersebut yang dimanfaatkan untuk mempercepat proses penguapan air dari produk 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 higienitas 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 ditebarkan

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.

2.6.2 Pengeringan Alami

Pengeringan alami yang memanfaatkan energi alam seperti sinar matahari dan kecepatan angin yang berhembus sehingga terjadi proses pengeringan bahan. Pengeringan 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 (Putro, 2016).

2.7 Model Pengeringan Lapisan Tipis

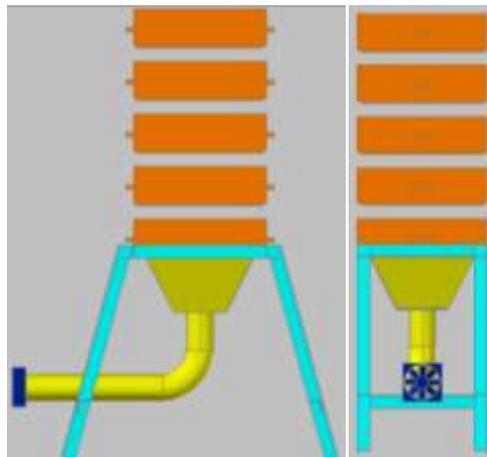
Henderson dan Pery (1976) menyatakan bahwa pengeringan lapisan tipis adalah pengeringan yang terjadi pada seluruh bahan dalam lapisan tersebut dapat menerima langsung aliran udara pengering yang melewatinya dengan kelembaban relatif dan suhu yang konstan. Pengeringan lapisan tipis didasarkan pada pengeringan bahan yang sepenuhnya terbuka terhadap hembusan udara yang menyebabkan semua bahan dalam lapisan tersebut mengalami pengeringan secara seragam. Persamaan pengeringan lapisan tipis diturunkan pula secara semi

teoritis dan empiris untuk menyederhanakan penyelesaian persamaan difusi dan pengeringan. Penentuan koefisien pengering untuk mencapai kadar air kesetimbangan, yang merupakan penurunan kadar air yang dikeringkan dengan waktu tak hingga pada suhu dan tekanan konstan.

2.8 Alat Pengering Tipe Rak

Mesin pengering tipe rak (*tray dryer*) mempunyai bentuk persegi dan didalamnya terdapat rak-rak yang digunakan sebagai tempat bahan yang akan dikeringkan, bahan diletakkan di atas rak-rak yang diletakkan dalam ruang tertutup dan hanya disediakan lubang-lubang untuk saluran udara masuk, saluran ke luar uap air yang dihembuskan oleh blower, suhu pada proses pengeringan buah dan sayuran yang aman adalah 35-63°C. Suhu idealnya adalah 48°C. Pada suhu ini pengeringan berlangsung cukup cepat tetapi sedikit merusak enzim. Enzim yang penting akan rusak bila suhu melebihi 60°C. Mesin pengering tipe rak dengan suatu ruang pengering, dengan sistem pemanasan tidak langsung (*direct drying*) dapat digunakan untuk mengeringkan beberapa produk hasil pertanian. Kelebihan pengering ini adalah suhu pengeringan yang lebih seragam, karena bentuk dan ukuran antara ruang pengering dan *heat exchanger* sama. Rak pada mesin pengering tipe rak ini terbuat dari *stainless steel* untuk mengamankan produk dari kontaminasi akibat korosi (Erlina, 2009). Alat pengering tipe rak yang ada di jurusan Teknik Pertanian Universitas Lampung memiliki desain 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 memiliki desain dengan dimensi rak 50 cm x 50 cm x 15 cm,

dengan tinggi rangka besi 95 cm. Sistem kerja dari alat ini, yaitu : kerangka rak sebagai media penopang rak pengering. Alat pengering rak yang digunakan sebagai alat pengering ini terdapat beberapa komponen sebagai penghantar panas, yaitu : *fan disc* (kipas) sebagai pendorong udara panas yang sumber panasnya berasal dari *heater* dengan kapasitas 1300 watt. Untuk suhu panas diatur oleh *damer ac* 2000 watt disalurkan dari cerobong ke *hopper* hingga sampai ke bahan.



Gambar 1. Alat pengering tipe rak

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada September sampai Desember 2017 di Laboratorium Daya Alat dan Mesin Pertanian dan Laboratorium Rekayasa Bioproses Dan Pasca Panen Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung.

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi para-para dan alat pengering tipe rak ‘*tray drayer*’. Alat pengering ini memiliki dimensi rak 50 cm x 15 cm, dengan tinggi rangka besi 95 cm. Alat pengering tersebut tersusun dari beberapa bagian-bagian penting, antara lain *blower*, *heater* (pengatur suhu), almari pengering, rak pengering dan pipa aliran udara. Sumber panas dari alat pengering ini berasal dari listrik. Sedangkan bahan penelitian yang akan digunakan pada penelitian ini adalah adonan kerupuk sayur yang dibuat sesuai komposisi yang didapat dari Kelompok Wanita Tani Mawar.

3.3 Rancangan Penelitian

Rancangan yang dilakukan dalam penelitian ini menggunakan 2 perlakuan, yaitu pengeringan (pengeringan dengan matahari dan menggunakan alat pengering tipe rak) dan tingkat ketebalan irisan bahan kerupuk (2 mm, 3 mm dan 4 mm).

Penelitian ini dilakukan dengan 2 kali ulangan, sehingga akan didapatkan unit percobaan sebanyak 12 sampel.

3.4 Prosedur Penelitian

Kegiatan penelitian dilakukan dengan beberapa tahapan, tahapan penelitian yang dilakukan mengikuti bagan alir proses sebagaimana disajikan pada Gambar 2 tahapan penelitian yang dilakukan diantaranya :

1. Pembuatan Bahan Kerupuk

Pembuatan bahan baku kerupuk sayur dibuat sesuai dengan takaran yang didapat oleh kelompok wanita tani mawar. Adapun prosedur pembuatan kerupuk sayur yaitu :

- a) Persiapkan bahan yang dibutuhkan, yaitu : 1 kg daun singkong, 0,75 kg telur, 1,2 kg tepung tapioka, bawang putih 0,25 kg, garam 0,05 kg, ketumbar 2 sendok makan
- b) Petik daun singkong dari tangkainya kemudian rebus daun singkong selama 15 menit
- c) Iris daun singkong menjadi kecil-kecil
- d) Haluskan ketumbar dan bawang putih
- e) Pecahkan telur dari cangkangnya

- f) Siapkan wadah untuk mengaduk semua bahan
- g) Masukkan semua bahan kedalam wadah
- h) Aduk hingga merata
- i) Masukkan adonan ke dalam plastik dan ikat pada bagian atas
- j) Tusuk adonan agar adonan dapat matang dengan merata
- k) Kukus adonan selama 30 menit
- l) Dinginkan adonan setelah matang ± 12 jam.

2. Pengirisan Bahan Baku

Pengirisan bahan baku adonan yang sudah matang yang berbentuk silinder yang sudah didinginkan selama ± 12 jam dan dikupas plastiknya untuk mempermudah proses pengirisan, kemudian diiris dengan ketebalan 2 mm, 3 mm, 4 mm menggunakan pisau.

3. Pengeringan

Pengeringan dalam penelitian ini dengan sinar matahari dan alat pengering tipe rak dengan suhu 50°C .

Prosedur pengeringan menggunakan sinar matahari adalah sebagai berikut :

- a) Menyiapkan alat para-para untuk tempat menaruh kerupuk selama proses pengeringan dengan sinar matahari dan bahan kerupuk sayur yang telah diiris dengan ketebalan 2 mm, 3 mm, 4 mm
- b) Menimbang berat sampel bahan kerupuk sayur yang akan dikeringkan
- c) Mengukur diameter awal pada bahan
- d) Mengukur warna awal pada bahan

- e) Menghamparkan sampel (bahan kerupuk sayur) di atas para-para dengan tiga ketebalan dalam sekali pengeringan
- f) Mengukur suhu setiap 30 menit
- g) Menghitung perubahan berat bahan setiap 30 menit
- h) Pengeringan berlangsung sampai berat bahan konstan
- i) Mengukur diameter akhir pada bahan
- j) Mengukur warna akhir pada bahan
- k) Setelah berat bahan konstan, bahan dimasukkan ke oven seberat 10 gram selama 24 jam pada suhu 105°C untuk mendapatkan berat padatan kering bahan.

Adapun prosedur pengeringan dengan cara pengeringan mekanis adalah sebagai berikut :

- a) Menyiapkan alat pengering tipe rak dan bahan kerupuk sayur yang telah diiris dengan ketebalan 2 mm, 3 mm, 4 mm
- b) Alat pengering dihidupkan dan diatur suhunya menjadi 50°C
- c) Memastikan suhu telah sampai pada 50°C
- d) Menimbang berat sampel bahan kerupuk sayur yang akan dikeringkan
- e) Mengukur diameter awal pada bahan
- f) Mengukur warna awal pada bahan
- g) Menghamparkan sampel (bahan kerupuk sayur) di atas rak dengan satu ketebalan dalam sekali pengeringan
- h) Mengukur suhu setiap 30 menit
- i) Menghitung perubahan berat bahan setiap 30 menit
- j) Pengeringan berlangsung sampai berat bahan konstan

- k) Mengukur diameter akhir pada bahan
- l) Mengukur warna akhir pada bahan
- m) Setelah berat bahan konstan, bahan dimasukkan ke oven seberat 10 gram selama 24 jam pada suhu 105°C untuk mendapatkan berat padatan kering bahan.

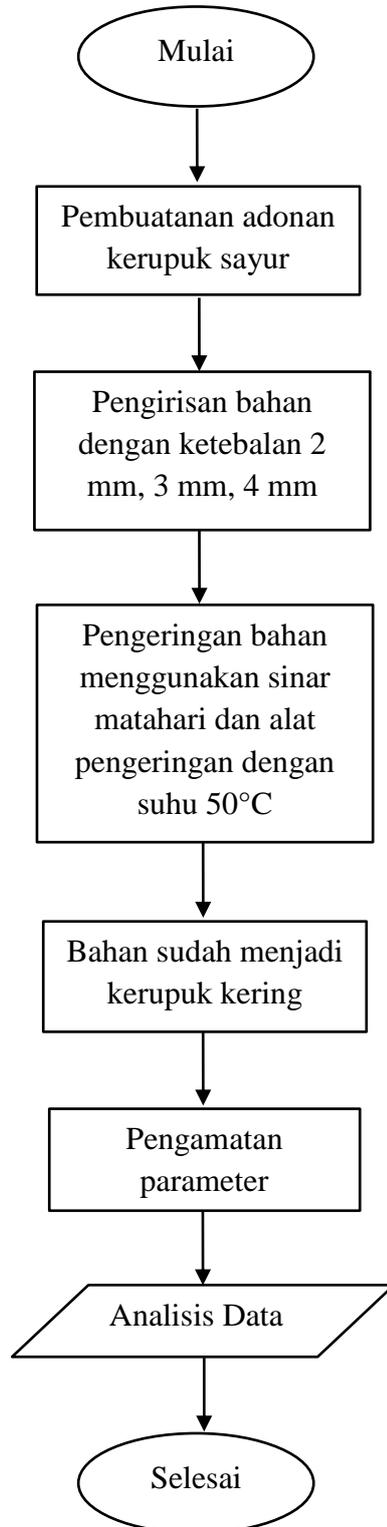
4. Pengamatan

Pengamatan dilakukan dengan cara mengamati penurunan bobot bahan, penurunan kadar air, kadar air bahan, perubahan warna pada bahan, perubahan diameter pada bahan, serta nilai kadar air keseimbangan (M_e) dan konstanta pengeringan (k) setelah proses pengeringan bahan.

5. Analisis Data

Data-data pengukuran yang didapat dibandingkan antar data yaitu data sebelum dan sesudah proses pengeringan dengan sinar matahari dan pengeringan mekanis secara deskriptif dan disajikan dalam bentuk tabel serta grafik.

Adapun diagram alir penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Alir Pengeringan Kerupuk Sayur

3.5 Parameter Pengamatan

Parameter pengamatan yang dilakukan pada penelitian ini, yaitu :

1. Penurunan bobot bahan

Penurunan bobot bahan merupakan faktor yang menentukan tingkat kering atau tidaknya kerupuk yang telah dikeringkan. Pengukuran susut bobot ini nantinya dapat digunakan sebagai indikator penurunan kadar air bahan pada proses pengeringan. Pengukuran penurunan bobot bahan dilakukan dengan mengukur penurunan bobot bahan pada awal pengeringan dan per 30 menit sekali sampai bobot bahan konstan.

2. Penurunan kadar air

Menurut Heldman (1981) menyatakan kadar air bahan pangan terdiri dari dua yaitu kadar air basis kering dan kadar air basis basah.

Kadar air basis kering dinyatakan dengan persamaan:

$$M = \frac{W_m}{W_d} \times 100 \% \dots\dots\dots(3)$$

Kadar air basis basah dinyatakan dengan persamaan:

$$m = \frac{W_m}{W_m + W_d} \times 100 \% \dots\dots\dots(4)$$

Dimana :

M = Kadar Air (%bk)

m = Kadar Air (%bb)

Wd = Masa bahan setelah dikeringkan (gram)

Wm = Massa bahan (gram)

3. Perubahan warna

Warna kerupuk sayur kering diamati sebelum dan setelah proses pengeringan.

Warna merupakan salah satu parameter bahan yang sangat penting sebagai indeks kualitas yang dapat diterima pada produk pangan. Berbagai warna alami pada bahan hasil pertanian seperti klorofil dan karateroid yang mudah teroksidasi mengalami perubahan pada saat proses pengeringan. Dengan membandingkan warna sebelum dan setelah proses pengeringan, maka dapat dilihat perubahan warnanya. Warna kerupuk sayur diidentifikasi dengan menggunakan alat *color meter* tipe TES 135A pada Lampiran Gambar 25. Adapun prosedur penggunaan *color meter* sebagai berikut :

- a) Tekan tombol R selama 3 detik
- b) Tarik pelatuk untuk menghidupkan alat *color meter*
- c) Untuk mengkalibrasi tekan tombol C selama 3 detik hingga bunyi *beep* sampai muncul tulisan CAL W dilayar
- d) Arahkan kepala pengukur ke kertas kalibrasi
- e) Tekan pelatuk hingga bunyi *beep*
- f) Masuk kedalam prosedur pengambilan data warna
- g) Baca nilai L^* a^* dan b^*

Keterangan :

1. Notasi L^* menyatakan parameter kecerahan. Parameter L^* mempunyai nilai 0 (hitam) sampai 100 (putih). Nilai L^* menyatakan cahaya pantul yang menghasilkan warna akromatik putih, abu-abu dan hitam.

2. Notasi a^* menyatakan warna kromatik campuran merah hijau dengan nilai a (positif) dari 0 sampai 120 untuk warna merah, $-a$ (negatif) dari 0 sampai -120 untuk warna hijau.
 3. Notasi b^* menyatakan warna kromatik campuran biru-kuning dengan nilai b (positif) dari 0 sampai 120 untuk warna kuning dan nilai $-b$ (negatif) dari 0 sampai -120 untuk warna biru.
- h. Arahkan kepala pengukur ke sampel
 - i. Tekan pelatuk sekali hingga bunyi *beep*
 - j. Nilai warna akan muncul
 - k. Catat nilai warna
 - l. Untuk mematikan alat *color meter* tekan pelatuk selama 3 detik hingga layar mati.

Setelah itu dilakukan perhitungan perubahan warna. Perbedaan nilai warna $\Delta(L^* a^* b^*)$ didapatkan dari persamaan berikut :

$$\Delta L^* = L_s^* - L_0^* \dots \dots \dots (5)$$

$$\Delta a^* = a_s^* - a_0^* \dots \dots \dots (6)$$

$$\Delta b^* = b_s^* - b_0^* \dots \dots \dots (7)$$

Dimana :

$L_s^* a_s^* b_s^*$ = Nilai warna yang ditunjukkan sampel.

$L_0^* a_0^* b_0^*$ = Nilai target warna (warna bahan awal sebelum mendapat perlakuan).

Total perbedaan warna ΔE^*_{ab} juga dapat diistilahkan dengan TDC (*total difference color*) dan didefinisikan dengan persamaan berikut :

$$TDC = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2} \dots \dots \dots (8)$$

Setelah menghasilkan nilai TDC kemudian gunakan Tabel 2 untuk menunjukkan besar kecilnya perbedaan nilai warna (TDC) sampel yang telah diberikan perlakuan.

Tabel 2. Pengukuran perubahan nilai warna pada uji L* a* b*

Nilai TDC (<i>TDC value</i>)	Perbedaan (<i>Difference</i>)
< 0,5	Kurang jelas (<i>trace</i>)
0,5-1,5	Sedikit/tipis (<i>Slight</i>)
1,5-3,0	Agak terlihat (<i>Noticeable</i>)
3,0-6,0	Terlihat (<i>Appreciable</i>)
6,0-12	Banyak (<i>Much</i>)
>12	Sangat banyak (<i>Very much</i>)

sumber : Asgar, 2013.

5. Perubahan diameter bahan

Pengujian tekstur makanan merupakan upaya penemuan parameter tekstur yang tepat yang harus menjadi atribut mutu makanan yang bersangkutan, kemudian menentukan istilah populer yang paling sesuai dalam kategori parameter tersebut disertai dengan tambahan keterangan untuk menyatakan tingkatannya (Hardiman, 1991). Kerupuk basah yang telah dikeringkan akan mengalami perubahan fisik, yaitu : tekstur kerupuk yang tadinya lunak menjadi keras dan apabila kering dengan sempurna kerupuk akan mudah saat dipatahkan. Tidak hanya lunak, bentuk kerupuk basah akan mengerut setelah melalui proses pengeringan akibat hilangnya kandungan air yang terdapat pada bahan. Perubahan diameter pada bahan diukur menggunakan penggaris dengan rumus :

$$\text{Perubahan diameter bahan} = \frac{\text{diameter awal} - \text{diameter akhir}}{\text{diameter awal}} \times 100\% \dots \dots (9)$$

6. Kadar air bahan

Menurut Heldman (1981) menyatakan kadar air bahan pangan terdiri dari dua yaitu kadar air basis kering dan kadar air basis basah.

Kadar air basis kering dinyatakan dengan persamaan:

$$M = \frac{W_m}{W_d} \times 100 \% \dots\dots\dots(10)$$

Kadar air basis basah dinyatakan dengan persamaan:

$$m = \frac{W_m}{W_m + W_d} \times 100 \% \dots\dots\dots(11)$$

Dimana :

M = Kadar Air (%bk)

m = Kadar Air (%bb)

W_d = Masa bahan setelah dikeringkan (gram)

W_m = Massa bahan (gram)

Untuk mengetahui kadar air akhir pada bahan, bahan yang telah dikeringkan kemudian ditimbang sebanyak 10 gram kemudian ke dalam oven selama 24 jam dengan suhu 105°C, kemudian dihitung berat akhir setelah bahan di masukkan kedalam oven dengan rumus :

$$m (\% bb) = \frac{W_0 - W_d}{W_0} \times 100\% \dots\dots\dots(12)$$

Dimana :

m : kadar air basis basah (%)

W₀ : bobot awal bahan sebelum dioven (g)

W_d : bobot akhir bahan (g)

7. Kadar air keseimbangan dan Konstanta pengeringan

Nilai konstanta pengeringan didapat bersamaan dengan nilai kadar air keseimbangan menggunakan metode kuadrat terkecil. Persamaan yang digunakan adalah:

$$\frac{M - M_e}{M_0 - M_e} = e^{(-kt)} \dots\dots\dots(13)$$

Dimana :

k : konstanta pengeringan (1/jam)

M₀ : kadar air awal (%)

M_e : kadar air keseimbangan (%)

M : kadar air pada waktu ke- (%)

t : waktu pengeringan (jam)

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini yaitu :

1. Laju pengeringan bahan dengan menggunakan alat pengering tipe rak lebih cepat dari pada laju pengeringan dengan sinar matahari.
2. Kadar air akhir pada pengeringan menggunakan alat pengering tipe rak lebih rendah dibandingkan dengan sinar matahari.
3. Persentase penyusutan kerupuk pada pengeringan alat pengering tipe rak lebih besar dibandingkan pengeringan dengan sinar matahari.
4. Perubahan warna yang terjadi setelah pengeringan dengan alat pengering tipe rak dan dengan sinar matahari menghasilkan rata-rata nilai TDC $< 0,5$ yang artinya warna kerupuk tidak mengalami perubahan yang signifikan.
5. Nilai k pada pengeringan dengan alat pengering tipe rak lebih tinggi dibandingkan pengeringan dengan sinar matahari.
6. Nilai Me pada alat pengering tipe rak lebih rendah daripada pengeringan dengan sinar matahari.
7. Semakin tebal bahan yang dikeringkan, maka semakin lama waktu pengeringan yang dibutuhkan.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian penulis memyampaikan saran bahwa alat pengering tipe rak dapat digunakan untuk pengeringan kerupuk pada saat cuaca tidak dapat dilakukan pengeringan dengan sinar matahari.

DAFTAR PUSTAKA

- Askar, S. 1996. *Daun Singkong Dan Pemanfaatannya*. Balai Penelitian Ternak Bogor. Jawa Barat
- 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). *Jurnal hort.* Vol. 4 (No. 23) : Halaman 379-389
- Brooker, D. B., Bakker-Arkema, F. W. and Hall, C. W. 1974. *Drying Cereal Grains*. Westport, Connecticut : The AVI Publishing Co., Inc.
- Brooker, D. B., Barker-Arkema F. W., and Hall C W. 1981. *Drying and Storage of Grain and Oilseeds*. New York : Van Nostrand Reinhold
- Dwi, M. 2008. Mempelajari karakteristik Pengeringan Chip Berbahan Campuran Ubi Kayu dan Ubi Jalar dengan Ketebalan yang Berbeda. *Skripsi*. Universitas Lampung. Lampung
- Erlina, D. M. dan Imam, T. 2009. Uji Model Alat Pengering Tipe Rak Dengan Kolektor Surya (Studi Kasus Untuk Pengeringan Cabai Merah (*Capsium Annur Var. Longum*)). *Jurnal Neutrino*. Vol. 2 (No. 1) : Halaman 1-14
- Hani, A. M. 2012. Pengeringan Lapisan Tipis Kentang (*Solanum Tuberosum. L*) Varietas Granola. *Skripsi*. Universitas Hasanudin. Makassar.
- Hardiman. 1991. *Kumpulan Handout: Tekstur Pangan Dan Gizi UGM*. Yogyakarta
- Hawa, L. C., Sumardi, H. S. Dan Elfira, P. S. 2009. Penentuan Karakteristik Pengeringan Lapisan Tipis Ikan Kembung (*Rastrelliger sp.*). *Jurnal teknologi Pertanian*. Vol. 10 (No. 3) : Halaman 152-162
- Henderson, M. S., dan Perry, M. E. 1976. *Agricultural Process Engineering*. Third Edition. The AVI Publishing Company, Inc., Westport, Connecticut, USA.

- Islami, A., dan Asih, P. 2017. Karakteristik Pengeringan Bawang Merah (*Alium Ascalonicum. L*) Menggunakan Alat Pengering ERK (*Greenhouse*). *Jurnal Ilmiah Rekayasa Pertanian dan Biosistem*. Vol. 5 (No. 1) Halaman : 330-338
- Martunis. 2012. Pengaruh Suhu Dan Lama Pengeringan Terhadap Kuantitas dan Kualitas Pati Kentang Varietas Granola. *Jurnal Teknologi Dan Industri Pertanian Indonesia*. Vol. 4.(No. 3) : Halaman 26-30
- Madamba, P. S., Driscoll, R. H., and Buckle K. A. 1996. Then Thin Layer Drying Characteristics of Garlic Slice. *Journal of Food Engineering*. Vol. 29. (No. 1). Halaman : 75-97
- Murad., Rahmat, S. dan Guyup, M. D. P. 2015. Pengeringan Lapisan Tipis Kopra Putih Menggunakan Oven Pengering. *Jurnal Ilmiah Rekayasa Pertanian dan Biosistem*. Vol. 3 (No. 2). Halaman : 159-163
- Nurchayono, I. D. dan Elok, Zubaidah. 2015. Pengaruh Konsentrasi *Carboxymethyl Cellulose* Sebagai *Edible Coating* Dan Suhu Pengeringan Terhadap Sifat Fisik Dan Kimia Wortel Kering Instan. *Jurnal Pangan Dan Agroindustri*. Vol. 3 (No. 3). Halaman : 1192-1202
- Novary, E. W. 1997. Penanganan dan Pengolahan Sayur Segar. PT. Penebar Swadaya. Jakarta
- Pratama, H. A. 2007. Mempelajari Karakteristik Pengeringan Dengan Cara Menentukan Kadar Air Keseimbangan dan Konstanta Pengeringan Buah Mahkota Dewa (*phaleria macrocarpa [scheff.] boerl.*). *Skripsi*. Institut Pertanian Bogor. Jawa Barat
- Praptiningsih, Y., Tamtarin dan S. Djulaikah., 2003. Pengaruh Proporsi Tapioka-Tepung Gandum dan Lama Perebusan Terhadap Sifat-Sifat Kerupuk Tahu. *Jurnal FT*. Vol. 2. Halaman : 110-119
- Putro, M. R. 2016. Uji Kinerja Alat Pengering Mekanis Tipe Rak Untuk Mengeringkan Stick Singkong. *Skripsi*. Universitas Lampung. Lampung
- Rachmawan, O. 2001. *Pengeringan, Pendinginan, dan Pengemasan Komoditas Pertanian*. Direktorat Pendidikan Menengah Kejuruan, Departemen Pendidikan Nasional. Jakarta.
- Rahayoe, S., Budi, R. dan Rr., S. K. (2008). Konstanta laju pengeringan daun sambiloto menggunakan pengering tipe tekanan rendah. *Jurnal rekayasa proses*. Vol. 2 (No. 1). Halaman : 17-23
- Rahmawati, R. dan Sri, L. D. 2013. Variasi Penambahan Inokulum Yeast Terhadap Sifat Kimia, Fisik Dan Tingkat Kesukaan Konsumen Oyek. *Jurnal AgriSains*. Vol. 4 (No. 7). Halaman : 1-10.

- Rauf, M. R., Kun, H. dan Saifuddin. 2016. Pengembangan Produk Olahan Tepung Sayuran di Desa Sindon Kecamatan Ngemplak Kabupaten Boyolali. *Warta*. Vol. 19 (No. 1). Halaman : 83-89
- Romallo L. A. and R. H. Mascheroni. 2013. Effect of Shrinkage On Prediction Accuracy of The Water Diffusion Model For Pineapple Drying. *Journal of Food Process Engineering*. Vol. 36 (No. 1). Halaman : 66-76
- Sagita, A. 2013. Hubungan Penyusutan dengan Karakteristik Pengeringan Lapisan Tipis *Simpilisia Temulawak (Curcuma Xanthorrhiza Roxb.)*. *Skripsi*. Institut Pertanian Bogor. Jawab Barat
- Siqueira, V. C., Osvaldo, R., and Tarcusio Honorio Chaves. 2012. Determination of The Volumetric Shrinkage In *Jatropha* Seeds During Drying. *Acta Scientiarum*. Vol. 34 (No. 3) : Halaman 231-238
- Sukria, H. A. dan Krisnan, R. 2009. Sumber dan Ketersediaan Bahan Baku Pakan Di Indonesia. IPB Press, Bogor. 53; 58-61.
- Syafriyudin., dan Dwi, P. P. 2009. Oven Pengering Kerupuk Berbasis Mikrokontroler Atmega 8535 Menggunakan Pemanas Pada Industry Rumah Tangga. *Jurnal Teknologi*. Vol. 2 (No. 1) : Halaman 70-79
- Tjitrosoepomo, Gembong. 2005. Morfologi Tumbuhan. Yogyakarta : UGM
- Tulliza, I. S., Armansyah, H. T., dan Usman, A. 2010. Pengaruh Penyusutan Temu Putih (*Curcuma Zedoaria (Berg) Roscoe*) Terhadap Karakteristik Pengeringan Lapisan Tipis. *Jurnal Keteknikan Pertanian*. Vol. 24 (No. 2). Halaman : 107-114
- Wahyuningtyas, N., Basito. dan Windi, A. 2014. Kajian Karakteristik Fisikokimia dan Sensoris Kerupuk Berbahan Baku Tepung Terigu, Tepung Tapioka dan Tepung Pisang Kerupuk Kuning. *Jurnal Teknosains Pangan*. Vol. 3 (No. 2) : Halaman 76-85
- Yulita, D., Murad. dan Sukmawaty. 2016. Analisis Energi Panas Pada Proses Pengeringan Manisan Pepaya (*Carica Papaya L.*) Menggunakan Alat Pengering Tipe Rak. *Jurnal Ilmiah Rekayasa Pertanian dan Biosistem*. Vol. 4 (No. 1) : Halaman 192-199