

**STUDI MODEL ISOTERMIS SORPSI AIR PADA PENGERINGAN  
MEKANIS CHIPS BUAH SUKUN (*Artocarpus altilis*)**

**ERNAWATI JASSIN**

**P013171015**



**PROGRAM STUDI ILMU PERTANIAN  
SEKOLAH PASCASARJANA  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2023**

**STUDI MODEL ISOTERMIS SORPSI AIR PADA PENGERINGAN  
MEKANIS CHIPS BUAH SUKUN (*Artocarpus altilis*)**

Disertasi

sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar doktor

Program Studi Ilmu Pertanian

Disusun dan diajukan oleh

**ERNAWATI JASSIN**

**P013171015**

**PROGRAM STUDI ILMU PERTANIAN**

**SEKOLAH PASCASARJANA**

**UNIVERSITAS HASANUDDIN**

**MAKASSAR**

**2023**



**DISERTASI**

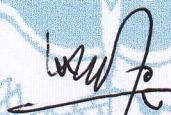
**STUDI MODEL ISOTHERMIS SORPSI AIR PADA PENGERINGAN  
MEKANIS CHIPS BUAH SUKUN (*Artocarpus altilis*)**

**ERNAWATI JASSIN**

**NIM P013171015**

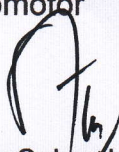
Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka  
Penyelesaian Studi Program Doktor Program Studi Ilmu-Ilmu Pertanian  
Sekolah Pascasarjana Universitas Hasanuddin  
Pada tanggal 20 Januari 2023  
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,  
Promotor



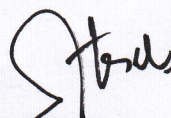
Prof. Dr. Ir. Mursalim  
NIP. 19610510 198702 1 001

Ko-promotor



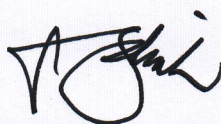
Prof. Dr. Ir. Salengke, M.Sc  
NIP. 19631231 198811 1 005

Ko-promotor



Dr. Ir. Mahmud Achmad, MP  
NIP. 197006031994031003

Plt. Ketua Program Studi



Prof. Baharuddin Hamzah, S.T., M.Arch. Phd  
NIP. 196903081995121001

Dekan Sekolah Pascasarjana  
Universitas Hasanuddin



Prof. Dr. Budu, Ph.D., Sp.M(K), M.Med.Ed  
NIP. 19661231 199503 1 009



## PERNYATAAN KEASLIAN DISERTASI DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa, disertasi berjudul “ Studi Model Isotermis Sorpsi Air pada pengeringan mekanis chips sukun (*Artocarpus altilis*) ”. adalah benar karya saya dengan arahan dari komisi pembimbing (Prof. Dr. Ir. Mursalim sebagai Promotor dan Prof.Dr. Ir. Salengke. sebagai co-promotor-1 serta Dr. Mahmud Achmad sebagai co-promotor-2). Karya ilmiah ini belum diajukan dan tidak sedang diajukan dalam bentuk apa pun pada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka disertasi ini. Sebagian dari isi disertasi ini telah dipublikasikan di Jurnal (International Journal of Innovative Science and Research Technology Volume 7, Issue 8, August – 2022) sebagai artikel dengan judul “Moisture Diffusivity and Activation Energy on Breadfruit (*Artocarpus Altilis*) Drying”.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya berupa disertasi ini kepada Universitas Hasanuddin.

Makassar, Januari 2023



ERNAWATI JASSIN

NIM P013171015

## UCAPAN TERIMA KASIH

Syukur Alhamdulillah kami panjatkan kehadirat Allah SWT atas segala limpahan rahmat, taufik, dan hidayah-Nya, sehingga Disertasi yang berjudul "Studi Model Isotermis Sorpsi Air pada pengeringan mekanis chips sukun (*Artocarpus altilis*)".

Selama studi doktoral, baik pelaksanaan penelitian, maupun penulisan disertasi ini, penulis banyak mendapatkan dukungan, bantuan, dan bimbingan dari berbagai pihak. Untuk itu patut kiranya penulis menyampaikan penghargaan yang setinggi-tingginya dan ucapan terima kasih yang tulus kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Mursalim sebagai promotor, Prof. Dr. Ir. Salengke, M.Sc dan Dr. Ir. Mahmud Achmad, MP .sebagai co promotor atas bantuan dan bimbingan yang telah diberikan mulai dari perencanaan hingga penyelesaian penulisan disertasi ini.
2. Prof. Dr. Ir. Junaedi Muhidong, M.Sc., Prof. Dr. Syamsuddin Toaha, MSc., Dr. Suhardi, STP.,MP dan Dr. Iqbal Salim, STP.,M.Si., sebagai tim penguji internal yang telah memberikan masukan dan saran untuk penyempurnaan disertasi ini.
3. Pimpinan Universitas Hasanuddin dan Sekolah Pascasarjana Universitas Hasanuddin yang telah memfasilitasi saya menempuh program doktor.
4. Dr. Ir. Darmawan, MP (Direktur Politeknik Pertanian Negeri Pangkep), yang memfasilitasi izin saya menempuh program doktor.
5. Secara khusus ucapkan terima kasih dan penghargaan setinggi-tingginya kepada suami tercinta Patta Iman Syamsuddin, S.Sos dan anak tercinta Nurul Fitri Ramadhani Iman, S.Pt dan Muhammad Taufiq Anugrah Iman atas segala kesabaran, pengertian dan dukungannya serta doa yang tulus sehingga penulis dapat menyelesaikan pendidikan ini.
6. Rasa Hormat yang setinggi tingginya pada almarhum/almarhumah kedua orang tua saya ( bapak AP Jassin dan ibu Hadjirah Jassin) yang telah melahirkan dan membesarkan saya serta selalu mendoakan dalam kebaikan selama hidupnya.
7. Rasa hormat yang setinggi tingginya pada ibu mertua saya yang senantiasa mendoakan dalam kebaikan.

8. Rasa hormat dan terima kasih serta penghargaan yang tinggi penulis sampaikan kepada kakak dan adik tercinta yang senantiasa memberikan dukungan dan semangat dalam penyelesaian studi.
9. Rasa hormat dan terima kasih serta penghargaan yang tinggi penulis sampaikan kepada bapak Dr. Ir. Abdul Waris, MT, bapak Bur dan bapak Haikal di teaching indutri, ibu Syahriawati, S.Pi. MT laboratorium Mikrobiologi Politeknik Pertanian Negeri Pangkep serta adik Niar di laboratorium hama dan penyakit ikan Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan atas bantuan tenaga dan kerjasamanya selama pelaksanaan penelitian.
10. Rasa hormat dan terima kasih serta penghargaan yang tinggi penulis sampaikan kepada teman teman Sekolah Pascasarjana Ilmu Pertanian Angkatan 2017 selama menempuh pendidikan.
11. Semua pihak yang tidak dapat saya disebutkan satu per satu yang telah memberikan banyak bantuan dan dukungan, terimakasih banyak

Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam penulisan, diharapkan saran yang membangun untuk kesempurnaan penelitian ini.

Akhirnya penulis mengharapkan penelitian ini bisa menjadi bahan informasi bagi perkembangan ilmu pengetahuan khususnya dibidang pasca panen sukun serta pemanfaatan buah sukun dalam bidang industri.

Makassar, Januari 2023

Ernawati Jassin

## ABSTRAK

Pengeringan lapisan tipis menggunakan oven try-dryer terhadap chips sukun dilakukan pada suhu 55°C dan 65°C, perlakuan suhu blanching 40, 60 dan 80°C dan waktu 15 dan 30 menit, dilanjutkan perlakuan suhu penyimpanan 30°C dan 40°C. Pengamatan terhadap kadar air kesetimbangan dan penyusutan.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh suhu dan lama blanching dan suhu pengeringan terhadap laju pengeringan, penyusutan, difusivitas efektif dan profil isotherm sorpsi air selama penyimpanan.

Perlakuan blanching menaikkan kadar air kesetimbangan dibanding tanpa blanching, terendah 6,8% pada blanching 40°C-15 menit dan 7,76% pada 40°C-30 menit (suhu pengering 55°C); serta 4,17 % pada 40°C-15 menit dan 3,13% pada 40°C-30 menit (suhu pengering 65°C), dimana nilainya lebih rendah dibanding tanpa perlakuan blanching. Blanching meningkatkan laju pengeringan, tertinggi pada blanching 80°C-15 menit dan 80°C-30 menit (suhu pengering 55°C dan 65°C). Perlakuan blanching mempengaruhi penyusutan, tertinggi pada perlakuan blanching 80°C-30 menit.

Difusivitas efektif pada pengeringan 65°C tertinggi pada blanching 60°C-15 menit, yaitu  $4,998 \times 10^{-10} \text{ m}^2 \text{ detik}^{-1}$  dan energi aktivasi 59,78 kJ/mo°K, sedangkan pada pengeringan 55°C tertinggi pada blanching 80°C-30 menit, yaitu  $5,517 \times 10^{-10} \text{ m}^2 \text{ detik}^{-1}$  dan energi aktivasi 59,83 kJ/mo°K. Namun nilai difusivitas efektif ( $D_{\text{eff}}$ ) masih berada pada selang nilai difusivitas efektif bahan pangan yaitu antara  $10^{-13}$ - $10^{-6} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$ .

Model eksperimen semua perlakuan berbentuk sigmoid (tipe II). Hasil seleksi model menggunakan kriteria  $E \leq 10\%$  dan  $R^2 > 0,85$ . Pada penyimpanan 30°C, perlakuan dan model prediksi adalah: blanching 40°C-30 menit dan Caurie ( $E=7,593\%$  dan  $R^2=0,9725$ ); 60°C-15 menit dan Halsey ( $E=9,549\%$  dan  $R^2=0,9261$ ); 80°C-30 menit dan GAB ( $E=0,559\%$  dan  $R^2=0,9998$ ); dan non-blanching dan Oswin ( $E=3,405\%$  dan  $R^2=0,9998$ ). Untuk penyimpanan 40°C, perlakuan dan model prediksi adalah: blanching 40°C-15 menit dan model Gab ( $E=8,391\%$  dan  $R^2=0,8736$ ); 40°C-30 menit dan GAB ( $E=2,130\%$  dan  $R^2=0,9928$ ); 80°C-15 menit dan GAB ( $E=2,130\%$  dan  $R^2=0,9928$ ); dan non-blanching dan Oswin ( $E=2,830\%$  dan  $R^2=0,9553$ ). Model tersebut dapat digunakan untuk memprediksi isotherm sorpsi air pada  $a_w = 0,18-0,82$  pada suhu penyimpanan 30-40°C.

---

Kata kunci: *Blanching, Chips sukun, Difusivitas efektif, Pengeringan dan Sorption*

## ABSTRAC

Breadfruit chips were dried using a try-dryer oven at 55°C and 65°C temperatures of drying, at 40, 60 and 80°C temperature and at 15 and 30 minutes of blanching, continued with storage at 30°C and 40°C temperatures. Observations were made on moisture content and shrinkage of breadfruit during drying.

This study aims to analyze the effect of temperature and time of blanching and drying temperature on drying rate, shrinkage, effective diffusivity and water sorption isotherm profile, respectively during storage.

The equilibrium moisture content showed different with non-blanching, the lowest was 6.8% at 40°C-15 minutes (55°C of drying temperature); and 3.13% at 40°C-30 minutes of blanching (65°C dryer temperature treatment), these value is lower than non-blanching treatment. The treatment also increased the drying rate, the highest was at 80°C-15 minutes and 80°C-30 minutes of blanching (55°C and 65°C of drying). Furthermore, the blanching treatment affected shrinkage, the highest was at 80°C-30 minutes of blanching.

The highest effective diffusivity is  $5.712 \times 10^{-10} \text{ m}^2\text{s}^{-1}$  with 59.78 kJ/mol<sup>°K</sup> of activation energy for blanching (65°C drying temperature), and  $5.517 \times 10^{-10} \text{ m}^2\text{s}^{-1}$  with 59.83 kJ/mol<sup>°K</sup> of activation energy. However, it is the range of the effective diffusivity of food between  $10^{-13}$ - $10^{-6} \text{ m}^2\text{s}^{-1}$ .

The experimental model for all treatments were selected with  $E \leq 10\%$  and  $R^2 > 0.85$  criteria. The blanching treatment with sorption prediction models selected were blanching 40°C-30 minutes with Caurie model ( $E=7.593\%$  and  $R^2=0.9725$ ); 60°C-15 minutes with Halsey ( $E=9.549\%$  and  $R^2=0.9261$ ); 80°C-30 minutes with GAB ( $E=0.559\%$  and  $R^2=0.9998$ ); and without blanching with Oswin ( $E=3.405\%$  and  $R^2=0.9998$ ), repectively. Meanwhile for 40°C storage were blanching 40°C-15 minutes with Gab model ( $E=8.391\%$  and  $R^2=0.8736$ ); 40°C-30 minutes with GAB ( $E=2.130\%$  and  $R^2=0.9928$ ); 80°C-15 minutes with GAB ( $E=2.130\%$  and  $R^2=0.9928$ ); and without blanching with Oswin ( $E=2.830\%$  and  $R^2=0.9553$ ). The model can predict the water sorption isotherm at  $a_w=0.18$ - $0.82$  and 30-40°C tempaerature storage.

---

Keywords: *Blanching, Breadfruit Chips, Effective Diffusivity, Drying and Sorption*



## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
HALAMAN JUDUL .....	i
PERNYATAAN PENGAJUAN .....	ii
HALAMAN PENGESAHAN .....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN DISERTASI .....	iv
UCAPAN TERIMA KASIH .....	v
ABSTRAK .....	vii
ABSTRACT .....	viii
DAFTAR ISI .....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
DAFTAR SINGKATAN, ISTILAH DAN LAMBANG .....	xiv
<b>BAB I. PENDAHULUAN UMUM .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	6
1.3 Tujuan Penelitian.....	7
1.4. Kegunaan Penelitian.....	8
<b>BAB II. KARAKTERISTIK PENGERINGAN CHIPS BUAH SUKUN.....</b>	<b>10</b>
2.1, Abstrak.....	10
2.2. Pendahuluan .....	11
2.3. Metode .. .....	16
2.4. Hasil dan Pembahasan .....	20
2.5 . Kesimpulan .....	30
2.6. Daftar Pustaka.....	32
<b>BAB III. DIFUSIVITAS EFEKTIF DAN ENERGI AKTIVASI PADA PENGERINGAN CHIP SUKUN.....</b>	<b>38</b>
3.1. Abstrak.....	38
3.2. .Pendahuluan .....	39
3.3. Metode.....	43
3.4.. Hasil dan Pembahasan.....	46

3.5. Kesimpulan .....	54
3.6. Daftar Pustaka.....	56
<b>BAB IV. MODEL ISOTERMIS SORPSI AIR PADA PENGERINGAN CHIPS SUKUN .....</b>	<b>61</b>
4.1. Abstrak.....	61
4.2. Pendahuluan .....	62
4.3. Metode.....	65
4.4. Hasil dan pembahasan.....	68
4.5. Kesimpulan.....	75
4.6. Daftar Pustaka.....	77
<b>BAB V. KESIMPULAN UMUM.....</b>	<b>96</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>98</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>99</b>

## DAFTAR TABEL

Nomor urut	Halaman
2.1. Matriks perlakuan penelitian .....	18
2.2 Kadar Air dan lajuPengeringan chips sukun pada berbagai perlakuan suhu 55 <sup>0</sup> C .....	21
2.3 Kadar Air dan Laju Pengeringan chips sukun pada berbagai perlakuan suhu 65 <sup>0</sup> C .....	23
2.4. Nilai penyusutan pada kadar air kesetimbangan berdasarkan kombinasi parameter perlakuan .....	28
3.1. Slope, R-Sq, Deff dan Ea dari persamaan Difusivitas efektif berdasarkan parameter perlakuan awal suhu dan lama blanching suhu 65 <sup>0</sup> C .....	48
3.2. Slope, R-Sq, Deff dan Ea dari persamaan Difusivitas efektif berdasarkan parameter perlakuan awal suhu dan lama blanching suhu 65 <sup>0</sup> C.....	50
3.3 Nilai difusivitas efektif dan energi aktivasi buah dan sayur.....	51
4.1. Preparasi larutan Garam Jenuh .....	66
4.2. Uji ketepatan model.....	68
4.3. Nilai uji ketepatan model skenario terpilih pada berbagai suhu penyimpanan.....	74

## DAFTAR GAMBAR

Nomor urut	Halaman
1.1. Buah sukun ( <i>Artocarpus altilis</i> .....	19
1. 2. Kurva pengeringan bahan pangan .....	21
2.3. Kurva karakteristik laju pengeringan.....	22
2.4. Mesin pengering tipe tray dryer .....	22
2.5.. Bagan alir karakteristik pengeringan .....	28
2.6. Bagan alir perhitungan penyusutan .....	28
2.7 Penurunan kadar air dengan suhu pengeringan 55°C.....	30
2.8. Penurunan kadar air dengan suhu pengeringan 65°C.....	32
2.9. Laju pengeringan chips sukun suhu 55 °C .....	33
2.10. Laju pengeringan chips sukun suhu 55 °C .....	33
2.11. Penyusutan volume suhu pengeringan 65 °C.....	37
3.1. Kurva difusivitas efektif suhu 55 °C .....	47
3.2 Kurva difusivitas efektif suhu 65 °C .....	49
4.1. Tipe Isotherm Sorpsi Air oleh Brunauer .....	63
4.2. Grafik kesesuaian model <i>isotherm sorption air</i> (ISA) pada penyimpanan chips sukun suhu 30°C .....	70
4.3 Grafik kesesuaian model <i>isotherm sorption air</i> (ISA) pada penyimpanan chips sukun suhu 40°C.....	72

## DAFTAR LAMPIRAN

Nomor urut	Halaman
2.1 Pengamatan Kadar air (% basis basah) dan laju pengeringan (gH <sub>2</sub> O/g bahan/menit) pada suhu pengeringan 65°C.....	43
2.2. Pengamatan Kadar air (% basis basah) dan laju pengeringan (gH <sub>2</sub> O/g bahan/menit) pada suhu pengeringan 65°C.....	44
2.3. Data Hasil Perhitungan $V_t/V_o$ untuk Analisis Penyusutan Susut Selama Pengeringan.....	45
3.1 Rasio kelembaban ( <i>Moisture Ratio</i> ) pada suhu pengeringan 65°C Kadar air kesetimbangan.....	58
3.2 Rasio kelembaban ( <i>Moisture Ratio</i> ) pada suhu pengeringan 65°C Kadar air kesetimbangan.....	59
4.1 Rasio Kelembaban pada Suhu Penyimpanan 30°C.....	79
4.2 Rasio Kelembaban pada Suhu Penyimpanan 40°C.....	79
4.3. Grafik Isothermis Sorption Air Data Eksperimen Penyimpanan 30°C...	80
4.4. Grafik Isothermis Sorption Air Data Eksperimen Penyimpanan 40°C...	81
4.5.a Hasil fitting model untuk Perlakuan S1—P30.....	82
4.5.b Hasil fitting model untuk Perlakuan S2-P30.....	83
4.5.c Hasil fitting model untuk Perlakuan S3-P30.....	84
4.5.d Hasil fitting model untuk Perlakuan S4-P30.....	85
4.5.e Hasil fitting model untuk Perlakuan S5-P30.....	86
4.5.f Hasil fitting model untuk Perlakuan S6-P30.....	87
4.5.g Hasil fitting model untuk Tanpa Perlakuan Kontrol-P30.....	88
4.6.a Hasil fitting model untuk Perlakuan S1-P40.....	89
4.6.b Hasil fitting model untuk Perlakuan S2-P40.....	90
4.6.c Hasil fitting model untuk Perlakuan S3-P40.....	91
4.6.d Hasil fitting model untuk Perlakuan S4-P40.....	92



4.6.e Hasil fitting model untuk Perlakuan S5-P40.....	93
4.6.f Hasil fitting model untuk Perlakuan S6-P40.....	94
4.6.g Hasil fitting model untuk Perlakuan S7-P40.....	95

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Sukun atau *Artocarpus altilis* adalah tanaman yang tumbuh hampir disemua negara tropis dan pulau-pulau pasifik, ditemukan dengan sebaran luas di Indonesia. dapat dikonsumsi seperti buah atau sayuran, mempunyai nilai ekonomis dengan dengan kandungan gizi yang tinggi serta potensial untuk dikembangkan sebagai bahan pangan lokal bagi masyarakat.

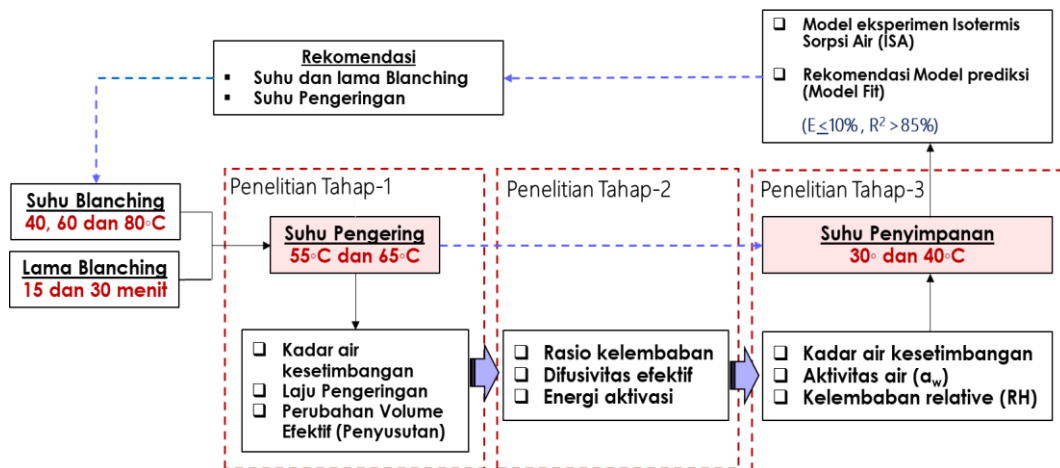
Pengolahan sukun menjadi pangan fungsional dapat menunjang ketahanan pangan masyarakat. Sukun dalam bentuk tepung mengandung 84,03% karbohidrat, 9,90% air, 2,83% abu, 3,64% protein dan 0,41% lemak. Sukun memiliki nutrisi tinggi karbohidrat (73,3%/100 g) dan rendah lemak (8,33/100 g) dan merupakan sumber makanan bebas gluten (Nochera & Ragone, 2019).

Buah sukun mengandung niasin, vitamin C, riboflavin, karbohidrat, kalium, thiamin, natrium, kalsium, dan besi. Pada kulit kayunya ditemukan senyawa turunan flavanoid yang terprenilasi, yaitu artonol B dan sikloartobilosanton. (Supriatiet *et al.*, 2005 ; Bwai *et al.*, 2013). Sukun juga potensial menurunkan gula darah karena memiliki kandungan glikemik (Index Glikemik atau IG 23-70) (Marsono *et al.*, 2002), sehingga potensial dijadikan sebagai pangan fungsional. Selain itu dan dapat digunakan sebagai *thickening* and *gelling* dalam bahan pangan (Adebowale, Olu-Owolabi, Olawumi dan Lawal, 2005).

Pemanfaatan sukun sebagai bahan makanan (sayur, gorengan dan kripik) telah dikenal luas dimasyarakat. Beberapa penelitian telah berkontribusi dalam pengembangan sukun sebagai bahan pangan dengan kandungan karbohidrat tinggi, rendah lemak, bebas gluten, sifat hidrokoloid yang penting bagi pengembangan pangan dan kandungan nutrisi sebagai pangan fungsional. Oleh karena itu, telah dikembangkan olahan sukun menjadi produk pasta dan tepung sukun. Tepung sukun merupakan produk bahan pangan strategis yang dapat dijadikan alternatif pengganti tepung terigu sebagai salah satu ketahanan pangan.

Pengolahan sukun menjadi tepung melibatkan proses pengupasan, perajangan, perendaman, pengeringan, penggilingan dan penyimpanan. Proses yang paling menentukan kualitas bahan tepung sukun adalah pengeringan dan

penyimpanan bahan tepung sukun (chips). Hal tersebut berhubungan dengan kualitas bahan tepung sukun yang ditentukan oleh kadar air kesetimbangan bahan yang dapat dicapai pada proses pengeringan tanpa menimbulkan kerusakan fisika-kimiawi bahan pangan, demikian pula kestabilan bahan kering terhadap kondisi kelembaban selama penyimpanan. Oleh karena itu yang menjadi kajian dalam penelitian ini adalah karakteristik pengeringan dan penyimpanan yang dituangkan dalam konseptual penelitian (Gambar 1.1).



Gambar 1. Kerangka Konseptual Penelitian

Perlakuan awal pengolahan sukun adalah blanching dimana sukun mudah mengalami pencokelatan (*browning*) setelah dikupas akibat proses oksidasi yang dapat mempengaruhi kualitas olahan sukun yang dihasilkan. Perlakuan blanching dilanjutkan dengan proses pengeringan untuk meningkatkan kualitas chips kering atau tepung sukun. Kombinasi suhu pengeringan, suhu blanching dan lama blanching perlu dilakukan untuk menghindari terjadinya kerusakan selama proses blanching dan pengeringan (Gambar 1.1).

Parameter suhu dan lama blanching serta suhu pengeringan akan memberikan pengaruh terhadap kadar air kesetimbangan, laju pengeringan dan tingkat penyusutan bahan (indikator karakteristik bahan) selama proses pengeringan. Karakteristik bahan, kondisi pengeringan dan kadar air kesetimbangan menentukan laju difusivitas dan energi aktivasi yang dibutuhkan selama proses pengeringan. Selanjutnya kondisi penyimpanan RH dan aktivitas air dari bahan akan menentukan profil penyerapan air (isotermis sorpsi air) selama penyimpanan yang menghasilkan data eksperimen yang dapat diprediksi melalui penyesuaian model (fitting model) menghasilkan model prediksi pada rentang

aktivitas kadar air dan suhu penyimpanan berbeda. Model tersebut menjadi alat bantu dalam pengambilan keputusan kondisi perlakuan awal suhu dan lama blanching serta kondisi pengeringan yang direkomendasikan untuk mendapatkan kualitas pengeringan bahan tepung sukun yang dihasilkan (Gambar 1.1).

Blanching adalah perlakuan panas ringan yang diterapkan pada buah dan sayuran setelah panen untuk menjaga fisik dan sifat fisiologis produk. Tujuan blanching untuk menonaktifkan aktivitas enzimatis sebelum proses lanjut. Umumnya suhu blanching dipertahankan bawah 100°C. Kombinasi suhu dan lama proses blanching tergantung pada ukuran produk, bentuk dan jenis produk (Kumar, Tiwari, Sharma dan Singh, 2021).

Poses blanching harus mempertimbangkan penerapan suhu dan lama agar efektif dalam mempertahankan tujuan blanching mencegah reaksi browning setelah pasca panen dan mencegah perubahan warna setelah pengeringan. Namun penerapan suhu blanching yang tinggi dapat menyebabkan sulit mendapatkan kadar air akhir yang rendah sehingga kadar air hasil pengeringan menjadi lebih tinggi. Salah satu penyebabnya adalah karena suhu yang diterapkan mendekati atau memasuki rentang suhu gelatinisasi pati. Gelatinisasi adalah peristiwa mengembangnya granula pati yang pada awalnya bersifat balik, namun jika pemanasan terus berlangsung hingga mencapai suhu tertentu, pembengkakan granula pati akan bersifat tidak dapat balik dan akan terjadi perubahan struktur granula. Hal inilah yang menyebabkan laju penurunan kadar air semakin rendah dan membutuhkan waktu yang lebih lama untuk penguapan. Untuk Suhu gelatinisasi pati sukun adalah 70- 75°C (Winarno, 2004).

Pengeringan merupakan proses lanjutan setelah blanching, bertujuan untuk mendapatkan bentuk fisik yang diinginkan (misalnya bubuk, serpih, butiran); untuk memperoleh warna, rasa atau tekstur yang diinginkan; untuk mengurangi volume atau berat selama transportasi; dan untuk menghasilkan produk baru yang tidak akan mungkin layak digunakan jika tidak melalui pengeringan (Mujumdar, 1997; Results *et al.*, 2010). Proses pengeringan sampai batas tertentu dapat memperlambat laju kerusakan bahan pangan akibat aktivitas biologis dan kimia sebelum bahan diolah atau dimanfaatkan (Hall dan Brooker *et al* 1974; Sary, 2016).

Pengeringan adalah proses pengeluaran air dari suatu bahan pangan menuju kadar air kesetimbangan dengan udara sekeliling, suatu tingkat kadar air dimana mutu bahan pangan dapat dicegah dari serangan jamur, enzim dan

aktifitas serangga (Hendarson and Perr,1976; Sary, 2016). Suhu udara, kelembaban relatif udara, laju aliran udara, kadar air awal bahan dan kadar air akhir bahan merupakan faktor yang mempengaruhi waktu atau lama pengeringan.

Sifat fisik, kimia dan transformasi biokimia dapat terjadi selama pengeringan, perubahan fisik seperti kristalisasi selama pengeringan dapat menghasilkan perubahan dalam mekanisme transfer panas dan massa dalam materi, peristiwa ini seringkali tidak dapat diprediksi (Mujumdar, 1997; Results *et al.*, 2010). Proses pengeringan melibatkan secara bersamaan penggabungan berupa multiphase panas, massa dan fenomena transfer momentum (Kudra dan Mujumdar, 2002; Yilbas *et al.*, 2003; Results *et al.*, 2010).

Mekanisme utama pengeringan adalah difusi permukaan atau difusi cair pada permukaan yang berpori, difusi cair atau uap karena perbedaan konsentrasi kelembaban serta aksi kapiler dalam makanan granular dan berpori karena kekuatan permukaan. Mekanisme pengeringan juga dipengaruhi oleh difusi termal yang didefinisikan sebagai aliran air yang disebabkan oleh penguapan/kondensasi dan aliran hidrodinamik berupa aliran air yang disebabkan oleh penyusutan dan gradien tekanan dalam pengeringan (Strumillo dan Kudra, 1986; Ozilgen dan Ozdemir, 2001; Results *et al.*, 2010).

Dalam pengeringan, difusivitas digunakan untuk mengindikasikan aliran kandungan air dari bahan. Pada periode laju penurunan (*falling rate*), penurunan kandungan air dikontrol oleh difusi molekular. Koefisien difusivitas efektif ditentukan dengan penyesuaian model matematika difusi cairan mengikuti Hukum Fick kedua dengan asumsi bentuk geometri berupa slab.

Untuk menggunakan persamaan pengeringan lapisan tipis (*thin layer*), kurva tingkat pengeringan harus diukur secara eksperimental (Baker, 1997; Results *et al.*, 2010). Oleh karena itu studi eksperimental seharusnya dilakukan untuk memberikan gambaran secara umum tentang proses pengeringan bahan pangan tersebut.

Difusivitas dipengaruhi oleh penyusutan, pengerasan bahan selama pengeringan, kadar air dan suhu material (Singh *et al.*, 2008; [Journal & Sciences, 2011). Mekanisme difusi merupakan fungsi dari kadar air dan struktur bahan pangan. Kedua hal ini akan menentukan tingkat pengeringan. Mekanisme dominan tersebut dapat berubah selama proses berlangsung, oleh karena itu penentuan mekanisme pengeringan yang dominan merupakan hal penting dalam proses pemodelan.



Sifat fisiko-kimiawi bahan yang menjadi pertimbangan dasar pengeringan pangan yang kompleks maka diperlukan model efektif untuk mendesain proses optimalisasi, integrasi energi serta kontrol yang tepat. Beberapa penelitian pemodelan matematika pengeringan, namun penelitian akan membatasi empirisme model tersebut dan tidak ada model teoritis yang praktis dan bisa menyatukan perhitungan pada berbagai kasus berbeda (Marinos-Kouris dan Maroulis, 1995 ; Results *et al.*, 2010).

Hubungan antara aktivitas air ( $a_w$ ) dengan kadar air kesetimbangan dikenal dengan istilah kurva *sorpsi isotherm air* (ISA). Pemahaman tentang ISA ini juga penting dalam menghitung perubahan kelembaban yang mungkin terjadi selama penyimpanan. Pengetahuan tentang isothermis sorpsi air bahan pangan sangat diperlukan untuk menentukan kualitas, stabilitas dan umur simpan dari bahan pangan (Labuza, 1984).

Bahan pangan sukun yang diawetkan dengan pengeringan sangat bergantung pada stabilitas fisik, kimia, dan mikrobiologisnya. Stabilitas ini dinyatakan dari hubungan antara kadar air kesetimbangan ( $M_e$ ) bahan pangan dan aktivitas air ( $a_w$ ) pada suhu tertentu. Stabilitas produk dapat ditentukan oleh dua faktor utama, yaitu kelembaban relatif kesetimbangan (RH) atau aktivitas air ( $a_w$ ) tempat penyimpanan dan kadar air kesetimbangan bahan pangan ( $M_e$ ) (Widowati *et al.*, 2010)

Berdasarkan konseptual penelitian dan tinjauan teknologi diatas maka dalam penelitian ini akan dikaji: 1) Fenomena pengeringan sukun dengan parameter perlakuan awal, suhu dan lama pemanasan untuk memprediksi profil kadar air kesetimbangan, laju pengeringan dan penyusutan; 2) difusivitas efektif dan energi aktivasi yang terjadi selama pengeringan chips sukun; dan 3) kurva sorpsi isothermis dan model prediksi hubungan aktivitas air ( $a_w$ ) dan Kadar air kesetimbangan ( $M_e$ ) selama penyimpanan.

## 1.2. Rumusan Masalah

- 1) Bagaimana karakteristik pengeringan chips sukun dengan parameter perlakuan suhu dan lama blanching dan pengaruhnya terhadap profil kadar air, laju pengeringan dan laju penyusutan selama pengeringan.

- 2) Bagaimana pengaruh suhu dan lama blanching serta suhu pengeringan terhadap difusivitas efektif dan energi aktivasi selama pengeringan.
- 3) Bagaimana pengaruh suhu dan lama blanching terhadap profil isothermis sorpsi air dan kesesuaian model prediksi chips sukun selama penyimpanan

### **1.3. Tujuan Penelitia**

Berdasarkan rumusan masalah diatas maka tujuan dari penelitian ini adalah:

- 1) Melakukan analisis karakteristik pengeringan chips sukun dengan parameter perlakuan suhu dan lama blanching dan pengaruhnya terhadap profil kadar air, laju pengeringan dan laju penyusutan selama pengeringan.
- 2) Melakukan analisis pengaruh suhu dan lama blanching serta suhu pengeringan terhadap rasio kelembaban, difusivitas efektif dan energi aktivasi selama pengeringan.
- 3) Melakukan analisis pengaruh suhu dan lama blanching terhadap profil isothermis sorpsi air dan penentuan model prediksi hubungan aktivitas air dan kadar air kesetimbangan.

### **1.4. Kegunaan Penelitian**

- 1) Bagi Ilmu Pengetahuan dan Teknologi, memberikan informasi spesifik mengenai model empiris kadar air kesetimbangan, aktivitas air, difusivitas efektif dan energi aktivasi pada pengeringan sukun dan pengaruhnya terhadap struktur fisik selama penyimpanan.
- 2) Menemukan model sorpsi isotherm untuk dapat menyelesaikan persamaan perpindahan panas dan massa secara simultan bersamaan dengan variabel sifat material.

### **1. 5. Kebaruan (Novelity) Penelitian**

- 1) Model pengeringan chips sukun dengan parameter perlakuan awal blanching, suhu dan lama dan pengaruhnya terhadap laju pengeringan dan dan laju penyusutan selama pengeringan.

- 2) Konstanta difusivitas efektif dan energi aktivasi pada kisaran suhu gelatinisasi untuk menentukan karakteristik pengeringan disekitar titik gelatinisasi sukun
- 3) Model kurva sorpsi isothermis selama penyimpanan pada berbagai perlakuan awal, suhu dan lama blanching chips sukun.

## DAFTAR PUSTAKA

- Bwai, MD, Adedirin, O., Akanji, F.T, Muhammad, K.J, Idoko, O. and Useh, M. (2013). Physicochemical Properties , Fatty Acids Profiles and Antioxidant Properties of Seed Oil of Breadfruit (*Treculia africana*). *International Journal of Research in Pharmacy and Science*, 3(08065962233), 44–54.
- Fkr, R., & Leily Amalia, dan. (2011). Nilai indeks glikemik berbagai produk olahan sukun (*Artocarpus altilis*) (Glycemic Index Value of Breadfruit (*Artocarpus altilis*) Products). *Journal of Nutrition and Food*, 6(1), 28–35.
- Journal, A., & Sciences, A. (2011). *IEffects of different pretreatments on dry6(3)*, 121–129.
- Kumar,R., Tiwari., Sharma,P., & Singh, N. (2021) Blanching of Fruits and Vegetables to Neutralize the Effect of the Pesticide and Insecticide. *Agriculture and Food*. www.Agrifoodmagazine.co.id. Volume 3 - Issue 4 - April 2021
- Nochera, C. L., & Ragone, D. (2019). Development of a Breadfruit Flour Pasta Product. *Foods*. MDPI, 8, 110. doi:10.3390/foods8030110
- Oladunjoye IO, Ologhobo AD, Olaniyi CO (2010). Nutrient composition, energy value and residual anti-nutritional factors in differently processed breadfruit (*Artocarpus altilis*) meal. *Afr. J. Biotechnol.*, 9(27): 4259-4263.
- Results, E., Erbay, Z., & Icier, F. (2010). *A Review of Thin Layer Drying of Foods : Theory , A Review of Thin Layer Drying of Foods : Theory , Modeling , .*
- Sary, R. (2016). *Kaji eksperimental pengeringan biji kopi dengan menggunakan sistem konveksi paksa*. 14(7), 13–18.

## BAB II

### KARAKTERISTIK PENGERINGAN CHIPS BUAH SUKUN

#### ABSTRAK

Ekperimen pengeringan lapisan tipis (*thin layer*) menggunakan oven tipe try-dryer untuk pengeringan chip sukun pada suhu 55°C dan 65°C dari berbagai kombinasi perlakuan awal (blanching dan non blanching), suhu blanching (40, 60 dan 80°C) dan lama blanching (15 dan 30 menit) telah menghasilkan karakteristik dan model pengeringan yang dapat memprediksi pengaruh kombinasi parameter perlakuan terhadap kadar air kesetimbangan, rasio keseimbangan air, laju pengeringan, perubahan penyusutan

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh parameter perlakuan blanching, suhu dan lama pengeringan terhadap laju penurunan kadar air, laju pengeringan dan laju penyusutan chip sukun selama pengeringan.

Hasil penelitian menunjukkan waktu pengeringan untuk mencapai kadar air kesetimbangan pada setiap perlakuan blanching lebih rendah dari tanpa blanching. Oleh karena itu perlakuan blanching mempersingkat waktu mencapai kadar air kesetimbangan.

Pada perlakuan suhu pengeringan 55°C menunjukkan bahwa kadar air kesetimbangan pada blanching 40°C selama 15 menit (6,8%) dan blanching 40°C selama 30 menit (7,76%) lebih rendah dari pada tanpa blanching. Sementara perlakuan suhu pengeringan 65°C menunjukkan bahwa kadar air kesetimbangan pada blanching 40°C selama 15 menit (4,17%) dan blanching 40°C selama 30 menit (3,13%) lebih rendah dari pada tanpa blanching.

Laju pengeringan pada suhu 55°C dan 65°C pada semua perlakuan suhu dan lama blanching lebih tinggi dari tanpa blanching, sehingga perlakuan blanching meningkatkan laju pengeringan. Laju pengeringan tertinggi diperoleh pada perlakuan blanching 80°C selama 15 menit maupun 30 menit.

Nilai penyusutan pada suhu pengeringan 65°C lebih tinggi dibanding 55°C pada setiap perlakuan blanching, sehingga semakin tinggi suhu pengeringan maka semakin besar nilai penyusutan. Nilai penyusutan tertinggi pada blanching 80°C selama 30 menit dimana pada perlakuan suhu 80°C menyebabkan jumlah molekul air yang menyerap dan terikat dalam granula pati sangat tinggi yang mengakibatkan terjadi pembengkakan pada granula yang selanjutnya terjadi ratio penyusutan yang tinggi setelah proses pengeringan.

---

Kata kunci: *Chips sukun, Kadar air, Laju pengeringan, Lapisan tipis dan Penyusutan*



## 2.1. Pendahuluan

Sukun merupakan tanaman yang dapat ditemukan hampir di seluruh wilayah Indonesia. Sukun termasuk ke dalam famili Moraceae dengan bentuk buah bulat telur atau lonjong atau bulat panjang. Kulit buah cenderung berduri, tetapi ada yang berkulit halus. Buah berwarna hijau kekuningan dan tidak berbiji (Triwiyatno 2003; Adinugraha *et al.*, 2018).

Buah sukun memiliki ciri morfologis meliputi: berat buah 0,6 – 1,7 kg, panjang buah sekitar 13 – 23 cm, keliling buah sekitar 32 – 45 cm, bentuk buah umumnya bulat dan lonjong, warna kulit buah hijau muda hingga hijau kecoklatan dan beberapa kulitnya mengandung duri. Buah sukun merupakan buah yang memiliki kadar karbohidrat terendah 8,62% dengan jumlah energi 40,43 kalori/100 gram daging buah (Sukun dari Sorong) dan karbohidrat 33,37% dengan jumlah energi 136,40 kalori/100 gram daging buah (Sukun dari Madura) Adinugraha *et al.*, 2018).

Kandungan karbohidrat dari 100 gram sukun sama dengan 1/3 (sepertiga) karbohidrat beras. Namun, apabila sukun tersebut diolah menjadi tepung maka kandungan karbohidratnya setara dengan beras, hanya jumlah kalorinya sedikit lebih rendah, Adinugraha *et al.*, 2018.



Gambar 2.1. Buah Sukun (*artocarpus altilis*)

Seperti buah lainnya, sukun mudah mengalami kecoklatan setelah dikupas. Proses oksidasi yang menyebabkan kecoklatan pada sukun akan mempengaruhi proses produksi tepung sukun. Untuk mengatasi masalah, ada beberapa cara untuk menghasilkan tepung sukun dengan kualitas warna yang baik. Salah satu perhatian utama dalam memproduksi tepung sukun adalah prosedur pengeringan. Oleh karena itu, metode pengeringan sangat penting dan sangat dibutuhkan dalam pemrosesan makanan untuk mendapatkan teknologi

pengeringan yang tepat. Selain itu, dengan mengetahui kinetika pengeringan, serta sifat dan parameter yang mencirikan proses pengeringan produk akan mendukung pengembangan teknologi yang dapat menjamin konservasi dari produk.

Pengeringan merupakan metode untuk mengeluarkan atau menghilangkan sebagian air dari suatu bahan pangan dengan cara menguapkannya, sehingga kadar air seimbang dengan kondisi udara normal atau setara dengan nilai aktivitas air ( $a_w$ ) yang aman dari kerusakan mikrobiologis, enzimatik dan kimiawi (Henderson dan Perry, 1976; Indriani *et al*, 2009). Pengeringan adalah suatu proses pindah panas dengan cara menghilangkan kandungan air secara simultan. Udara panas yang dibawa oleh media pengeringan digunakan untuk menguapkan air yang terdapat di dalam bahan. Uap air yang berasal dari bahan akan dilepaskan dari permukaan bahan ke udara kering (Pramono, 1993; Tinambunan, 2014).

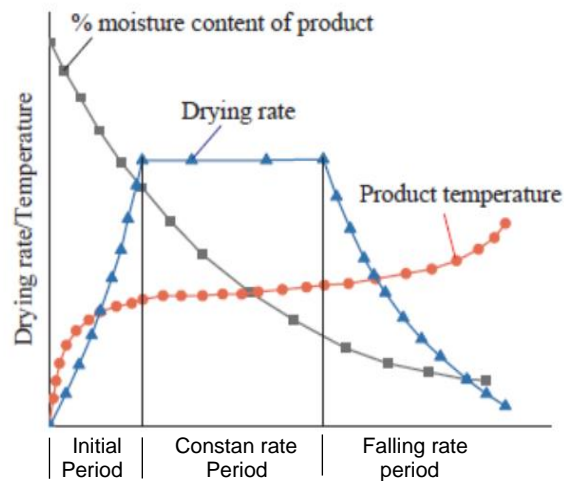
Prinsip dasar proses pengeringan adalah terjadinya penguapan air ke udara karena perbedaan kandungan uap air antara udara dengan bahan yang dikeringkan. Tujuan dari pengeringan antara lain adalah untuk mengurangi kadar air bahan sampai batas dimana perkembangan mikroorganisme dan kegiatan enzim yang dapat menyebabkan pembusukan terhambat atau terhenti agar bahan memiliki masa simpan yang lama (Riansyah *et al*, 2013).

Dua prinsip utama pengeringan adalah pertama perpindahan panas untuk memasok panas laten yang diperlukan dari penguapan; kedua adalah Pergerakan air atau uap air melalui bahan makanan dan selanjutnya pemisahan dari bahan pangan tersebut.

Pengurangan kelembaban dalam bahan pangan berkaitan dengan waktu diilustrasikan pada Gambar 2.2. Pada awal pengeringan (periode awal), sampel bahan pangan berada dalam kesetimbangan termal dengan ruang pengeringan, setelah kelembaban eksternal dalam bahan pangan mulai dihilangkan (tingkat pengeringan konstan). Pengeringan pada tahap ini sebagian besar dipengaruhi kondisi: suhu udara, kecepatan dan kelembaban relatif. Proses ini terus berlanjut sampai kandungan kelembaban kritis tercapai.

Setelah periode laju pengeringan mulai turun, maka kondisi ini dipengaruhi oleh proses difusi. Pengeringan difusi tergantung pada ukuran partikel bahan pangan dan komponen penyusun dari bahan tersebut.. Oleh karena itu, dinamika pengeringan pada masing-masing tahap tersebut dipengaruhi oleh kekuatan

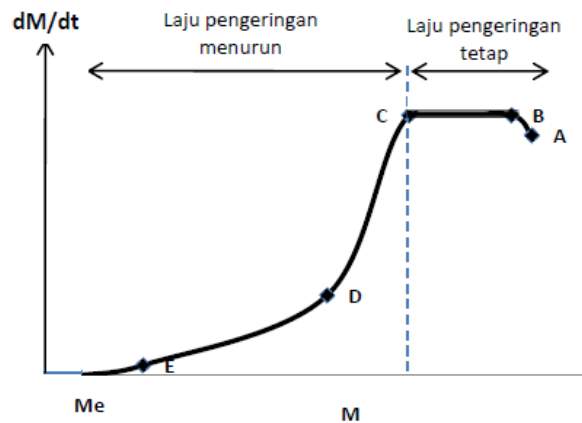
pendorong yang merupakan fungsi energi atau pengeringan difusi yang merupakan fungsi dari komposisi penyusun produk pertanian.



Gambar 2.2. Kurva pengeringan bahan pangan (Lamidi et al., 2019)

Proses pengeringan melibatkan penghilangan kelembaban mulai dari permukaan dan kemudian penghilangan kelembaban kebagian dalam produk bahan pangan hingga batas yang ditentukan tercapai. Proses ini melibatkan operasi transfer panas secara massal. Selama proses ini, produk pertanian sepenuhnya mengalami kondisi kenaikan suhu dan kelembaban relatif udara menurun, sehingga meningkatkan operasi pengeringan. Pengeringan lapis tipis adalah metode yang banyak digunakan untuk menentukan karakteristik pengeringan bahan pangan.

Pengeringan produk pangan terutama terjadi dalam dua tahap (seperti ditunjukkan dalam gambar 2.3 setelah periode pemanasan awal (I), periode laju penguapan diikuti oleh periode evaporasi pada tingkat penurunan dimana keduanya mempengaruhi operasi pengeringan total. Selama periode laju konstan (II), penguapan terjadi pada permukaan luar material untuk menghilangkan kelembaban air bebas dari permukaan bahan. Periode laju pengeringan konstan berakhir pada kadar air kritis. Kemudian periode laju pengeringan (III) dan (IV) pada penurunan akan mencapai persentase kelembaban akhir yang diperlukan.



Gambar 2.3 Kurva karakteristik laju pengeringan (A–B : Periode pemanasan/ pendinginan; B–C : Laju pengeringan konstan; C–D : Laju pengeringan menurun I; D–E : Laju pengeringan menurun II; dan E : Titik kritis (Hall 1957; Sagita 2013 )

Ada berbagai jenis teknik pengeringan yang dapat diterapkan untuk mengurangi kelembaban untuk tujuan pengawetan bahan pangan seperti yang telah ditunjukkan Singh *et al.*, 2014 dan Inyang *et al.*, 2017, antara lain pengeringan udara, pengeringan udara panas, pengeringan matahari, pengeringan osmotik, pengeringan infra-merah, pengeringan oven, pengeringan semprot, pengeringan drum, pengeringan microwave, pengeringan beku, pengeringan vakum, pengeringan akustik dan pengering hibrida.



Gambar 2.4. Mesin pengering tipe tray dryer

. Pengeringan sukun secara signifikan dapat meningkatkan umur simpan produk dan menciptakan peluang produk sampingan seperti tepung sukun bebas gluten. Dalam proses pembuatan tepung sukun, pengeringan sukun menjadi tahap yang harus diperhatikan. Hal ini dikarenakan pengeringan harus mampu mengurangi kadar air, tanpa menurunkan kualitas sukun. Namun pengeringan dapat menyebabkan sifat asli bahan mengalami perubahan, penurunan mutu dan memerlukan penanganan tambahan sebelum digunakan serta sangat umum digunakan untuk meningkatkan stabilitas bahan dan meminimalkan perubahan kimia dan fisika selama penyimpanan.

Pencegahan pencoklatan dan reaksi enzimatis didasarkan pada usaha inaktivasi enzim polifenol-oksidasase, usaha untuk mencegah atau mengurangi kontak dengan oksigen atau udara dan logam serta tembaga. Inaktivasi enzim ini dapat dilakukan dengan berbagai cara dan salah satunya dengan *blanching* (Kumar *et al.*, 2021).

Perlakuan Blanching yang tepat dapat mendatangkan banyak manfaat antara lain dapat menghindari perubahan yang tidak diinginkan, mengurangi kandungan mikroba, dapat mempertahankan warna, memperlunak jaringan, membantu pengeluaran gas-gas seluler pada jaringan sehingga mencegah terjadinya korosi dan memperbaiki tekstur pada bahan pangan yang dikeringkan (Richter Reis, 2016).

Blanching merupakan metode pemanasan pendahuluan pada bahan pangan dengan menggunakan uap atau air panas dan dilakukan pada suhu kurang dari 100°C selama beberapa menit ataupun . Metode *blanching* dapat dilakukan dengan menggunakan waterbath atau energi *microwave* (Efendi ., 2015; Lestari *et al.*, 2020). Proses *blanching* sebelum pengeringan dapat mencegah reaksi *browning* pada bahan pangan, baik reaksi *browning* secara enzimatik maupun non enzimatik. Reaksi *browning* ini sangat dihindari dalam proses pengeringan karena merugikan terutama dari kecerahan warna.

Selain blanching, penyusutan merupakan hal terpenting yang harus dipertimbangkan sebagai pengaruh dari beberapa sifat fisik lainnya seperti : densitas, bentuk partikel, dan tegangan internal (Balaban, 1989; Suarez & Viollaz, 1991; Khraisheh *et al.*, 1997; Senadera, 2008; Sagita, 2013). Perubahan bentuk, pengurangan volume dan peningkatan kekenyalan atau kekerasan bahan adalah hal yang kurang disukai konsumen. Keretakan bahan yang dikeringkan adalah fenomena lain yang dapat terjadi selama proses pengeringan. Hal ini dapat terjadi

bila penyusutan yang terjadi tidak seragam dan laju pengeringan terlalu tinggi. Penyusutan volumetrik tergantung pada metode dan kondisi pengeringan (Krokida dan Maroulis 1997; Sagita, 2013) dan yang mempengaruhi parameter tersebut antara lain perpindahan panas dan massa. Kondisi ini akan menjadi pertimbangan di dalam model pengeringan yang diinginkan (Ramos *et al* 2003; Sagita, 2013).

Berbagai jenis mesin pengering dapat digunakan untuk mengeringkan bahan hasil pertanian, salah satunya menggunakan alat pengering tipe *tray dryer*. Oleh karena itu pada penelitian ini akan dilakukan eksperimen pengeringan chips sukun menggunakan metode pengeringan lapis tipis (*thin layer*) dengan alat pengering tipe *tray dryer*, dilakukan pada suhu berbeda dengan perlakuan awal suhu dan lama blanching. Penelitian bertujuan untuk observasi pengaruh suhu dan lama blanching serta suhu pengeringan terhadap penurunan kadar air, laju pengeringan dan penyusutan chips sukun selama proses pengeringan.

## **2.2. Bahan dan Metode**

### **2.2.1. Tempat dan Waktu Penelitian**

Penelitian dilaksanakan pada bulan Juli – September 2021 di Laboratorium Teknik Pengolahan Pangan, Program Studi Keteknikan Pertanian, Departemen Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Laboratorium Pengujian Mutu Hasil Perikanan Politeknik Pertanian Negeri Pangkep serta Gedung *Teaching Industry* Universitas Hasanuddin, Makassar.

### **2.2.2. Alat dan Bahan**

Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain water baths tipe HH-S2, mesin pengering tipe *tray dryer* (Program Studi Keteknikan Pertanian Universitas Hasanuddin), Heating Drying oven Model DHG-9030A, cawan, timbangan digital (Fujitsu FS-AR210 IS-14120362 ketelitian 0.001g), jangka sorong (krisbow digital 0.01 mm KW0600422) dan cetakan bahan stainless steel.

Bahan yang digunakan pada penelitian ini meliputi larutan NaCl 0,5%, aquades (*waterone*), aluminium foil, kertas tissue dan buah sukun segar (*Artocarpus altilis*) yang diperoleh dari pasar tradisional kota Makassar.

### **2.2.3 Prosedur Penelitian**

Prosedur penelitian ini meliputi persiapan bahan, blanching menggunakan water bath, pengeringan bahan dan pengukuran kadar air.

### 2.2.3.1 Persiapan Bahan

Bahan yang disiapkan dalam penelitian ini adalah buah sukun segar dan larutan NaCl dengan konsentrasi 0,5%. Buah sukun dikupas, dipisahkan bagian daging buahnya dan dicuci menggunakan air bersih. Kemudian buah sukun dipotong berbentuk dadu dengan ukuran 2x2x2 cm menggunakan cetakan. Selanjutnya berat masing-masing sampel ditimbang dengan menggunakan timbangan digital sebelum diberi perlakuan. Irisan chips sukun diberi perlakuan blanching dan non blanching. Sebanyak 250 gram buah sukun yang telah dikecilkan ukurannya  $\pm$  2cm kemudian dimasukkan dalam larutan NaCl 0.5% . Pembuatan larutan NaCl 0.5% dalam 750 ml aquades.

### 2.2.3.2 Blanching

Blanching buah sukun menggunakan water bath dengan mengambil sampel sukun yang berbentuk dadu dan larutan NaCl. Setelah itu sampel buah sukun dipanaskan dalam larutan NaCl dalam water bath. Variasi suhu 40°C, 60°C dan 80°C dengan lama pemanasan 15 menit dan 30 menit. Setelah proses pemanasan selesai, buah sukun dipisahkan dari larutan elektrolit menggunakan saringan dan dicuci dengan air bersih. Buah sukun yang telah melewati proses *blanching* kemudian ditimbang untuk mengetahui berat sampel setelah *blanching* sebelum dikeringkan..

### 2.2.3.3 Pengeringan

Proses pengeringan dilakukan dengan menggunakan alat pengering tipe *tray dryer* dengan kecepatan udara pengering 1,5 m/s dengan variasi suhu 55°C dan 65°C. Berat sampel diukur dengan interval waktu 30 menit sampai kadar air konstan untuk setiap perlakuan. Kadar air konstan ditandai dengan tiga kali pengukuran berturut turut nilainya selisih 0.03. Pengukuran penyusutan juga dilakukan dengan cara mengukur menggunakan jangka sorong pada bagian panjang, lebar dan tebal sampel setiap 60 menit.

### 2.2.3.4 Pengukuran kadar air

Pengukuran kadar air pada penelitian ini dilakukan dengan memasukkan sampel yang telah dikeringkan ke dalam oven dengan suhu 105°C selama 72 jam. Selanjutnya berat masing-masing sampel ditimbang dengan menggunakan timbangan *digital* untuk memperoleh berat akhir bahan atau berat padatan bahan.

### 2.2.3.5 Rancangan Penelitian

Kombinasi Perlakuan yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 2.4.1, sedangkan Diagram alir metode penelitian ini dapat dilihat pada gambar 2.5

**Tabel 2.1. Matriks perlakuan penelitian**

Kode	Suhu blanching (°C)	Lama Pemanasan (menit)	Suhu Pengeringan (°C)
A1	40	15	65
B1	40	30	65
C1	60	15	65
D1	60	30	65
E1	80	15	65
F1	80	30	65
G1	Kontrol	-	65
A2	40	15	55
B2	40	30	55
C2	60	15	55
D2	60	30	55
E2	80	15	55
F2	80	30	55
G2	kontrol	-	55

### 2.2.3.6 Parameter Pengamatan

Parameter yang diamati dalam penelitian ini adalah perubahan berat sampel buah sukun (gram) untuk menghitung kadar air basis kering (%) dan laju pengeringan serta mengukur penyusutan dimensi untuk mengetahui tingkat pengerutan sampel buah sukun (%).

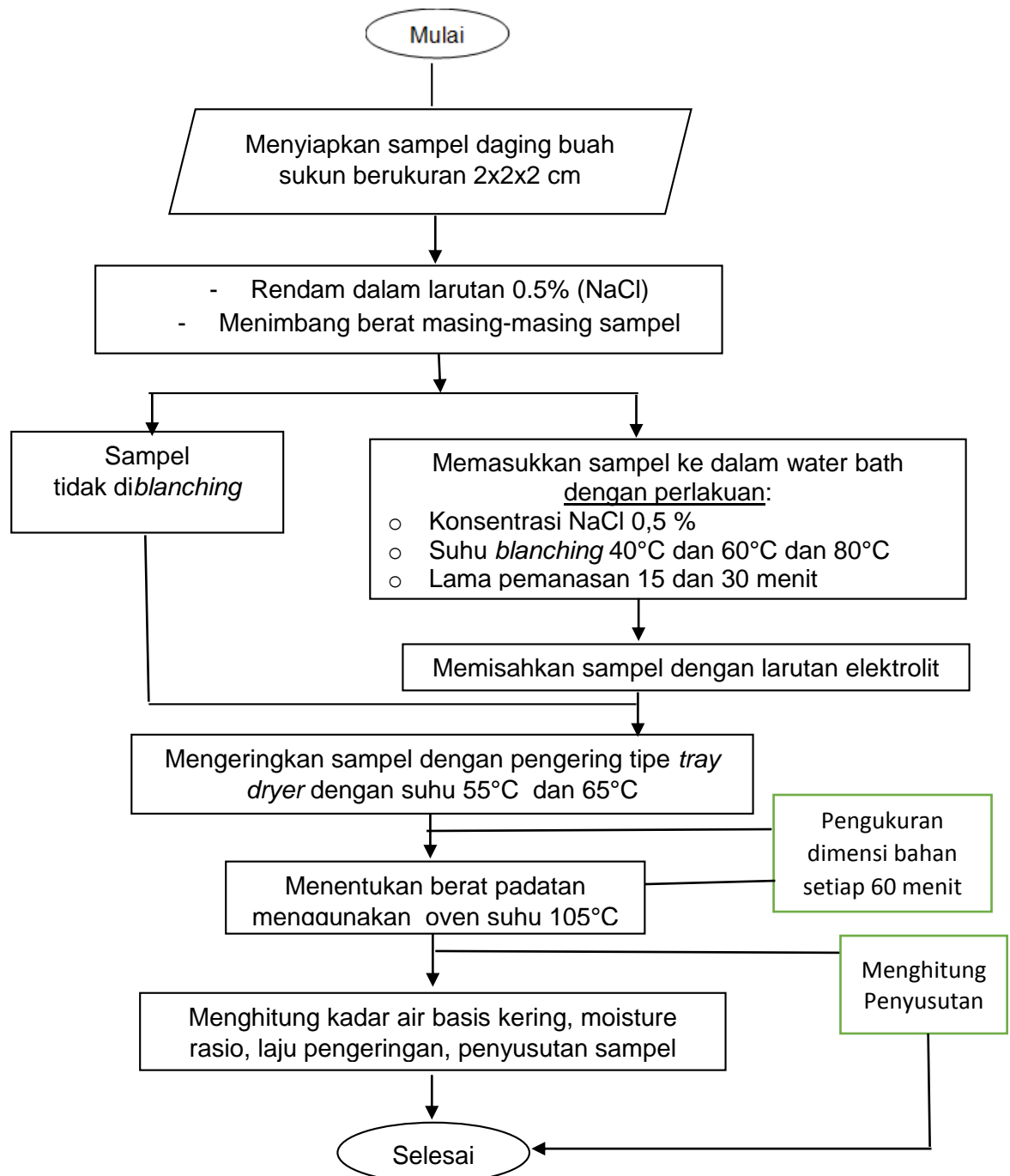
#### 1) Perhitungan Kadar Air

Kadar air basis kering dapat diketahui dengan cara menimbang bahan sampel sebelum dan setelah dikeringkan. Cawan yang digunakan sebagai wadah juga ditimbang kemudian bahan sampel dimasukkan ke dalamnya dan dioven. Setelah mencapai berat konstan selama pengeringan, kadar air basis kering dapat diketahui dengan menggunakan rumus:

$$KA_{bk} = \frac{W_w - W_d}{W_d} \times 100\% \dots\dots\dots 2.1$$



dimana  $KA_{bk}$  = kadar air basis kering (%),  $W_w$  = berat sampel kering sebelum dioven (gram) dan  $W_d$  = berat sampel kering setelah dioven (gram).



Gambar 2.5.. Bagan alir karakteristik pengeringan

## 2) Perhitungan Laju Pengeringan (Drying Rate = DR)

Laju pengeringan dapat dihitung dengan menggunakan data pengukuran kadar air awal, kadar air saat konstan dan selang waktu pengeringan berlangsung

Untuk mengetahui laju pengeringan yang dihasilkan, maka dilakukan perhitungan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$DR = \frac{w_w - w_t}{w_d} \times \frac{1}{t_2 - t_1} \dots\dots\dots 2.2$$

dimana DR= laju pengeringan (gram H<sub>2</sub>O/gram bk/menit ), w<sub>w</sub>= berat awal bahan (gram), w<sub>t</sub> = berat bahan pada waktu t jam (gram), w<sub>d</sub>= berat bahan saat konstan (gram), t<sub>1</sub> dan t<sub>2</sub> = perubahan waktu t jam.

### 3) Menghitung Penyusutan

Untuk mengetahui rasio penyusutan sampel buah sukun, maka dilakukan perhitungan dengan menggunakan rumus:

$$S_R = \frac{v_t}{v_o} \times 100 \dots\dots\dots 2.3$$

dimana S<sub>R</sub> = persentase penyusutan (%), V<sub>0</sub> = volume awal sampel sebelum dikeringkan (cm<sup>3</sup>), dan V<sub>a</sub> = volume akhir sampel setelah dikeringkan (cm<sup>3</sup>).

## 2.3. Hasil dan Pembahasan

### 2.3.1. Penurunan Kadar Air

Buah sukun dalam penelitian ini dikeringkan dengan menggunakan alat pengering tipe *tray dryer* dengan kecepatan udara pengering 1,5 m/s pada suhu pengeringan 55°C dan 65°C terhadap berbagai kombinasi perlakuan awal (blanching dan non blanching), suhu blanching (40, 60 dan 80°C) dan lama blanching (15 dan 30 menit). Pengamatan dilakukan terhadap kadar air dan perhitungan laju pengeringan (Lampiran 2.1 dan 2.2).

Hasil pengeringan chips sukun pada suhu pengeringan 55°C pada berbagai perlakuan berdasarkan suhu blanching dan lama blanching ditunjukkan pada Tabel 2.2. Pada suhu pengeringan 55°C, perlakuan blanching mempengaruhi perubahan kadar air kesetimbangan (berbeda dengan kontrol). Kadar air kesetimbangan dicapai terendah 6,80% pada perlakuan A2 (blanching 40°C, 15 menit) dan tertinggi 12,84% pada perlakuan F2 (blanching 80°C, 30 menit).

Tabel 2.2. Kadar Air dan Lama Pengeringan chip sukun pada berbagai perlakuan (Suhu pengering 55°C) .

Perlakuan	Kadar air awal (%bb)	Kadar air kesetimbangan (%bb)	Lama (menit)
A2	73.18	6.80	960
B2	75.22	7.76	990
C2	70.61	9.40	870
D2	72.40	11.00	810
E2	74.25	12.72	1020
F2	75.28	12.84	990
G2	73.56	7.85	1320

Keterangan:

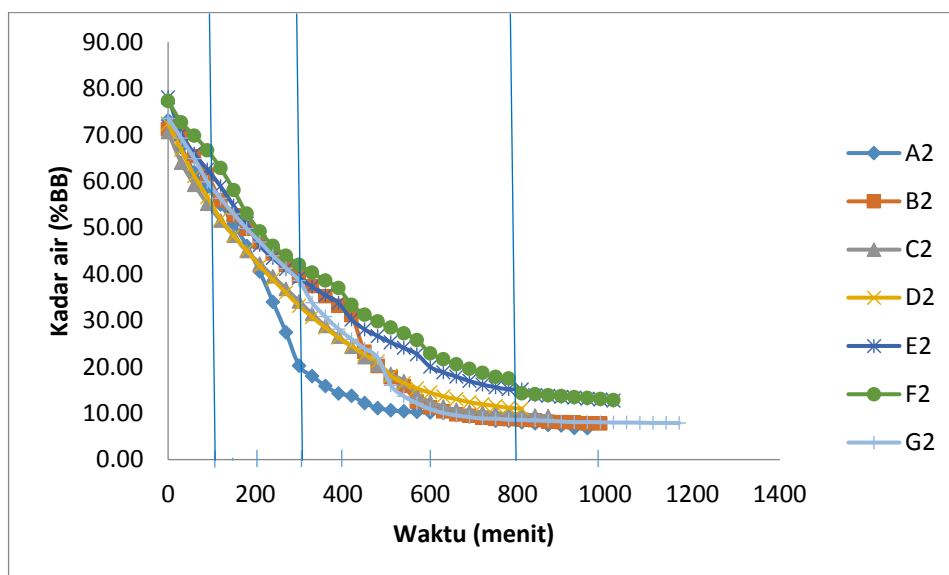
A2=suhu blanching 40°C selama 15 menit; B2=suhu blanching 40°C selama 30 menit; C2=; suhu blanching 60°C selama 15 menit; D2=suhu blanching 60°C selama 30 menit; E2=suhu blanching 80°C selama 15 menit, F2=suhu blanching 80°C selama 30 menit dan G2=Non blanching.

Pengaruh perlakuan suhu dan lama blanching menunjukkan bahwa kadar air kesetimbangan A2 (blanching 40°C, 15 menit) dan B2 (blanching 40°C, 30 menit) berada dibawah kontrol (tanpa blanching), sehingga perlakuan blanching menyebabkan kadar air kesetimbangan lebih rendah. Peningkatan waktu blanching juga menunjukkan peningkatan kadar air kesetimbangan pada setiap perlakuan suhu blanching (Tabel 2.2).

Namun pada perlakuan suhu dan lama blanching lebih tinggi pada perlakuan C2 (blanching 60°C, 15 menit) , D2 (blanching 60°C, 30 menit), E2 (blanching 80°C, 15 menit) dan F2 (blanching 80°C, 30 menit) berada diatas kontrol (tanpa blanching), sehingga perlakuan blanching pada suhu dan lama blanching lebih tinggi meningkatkan kadar air kesetimbangan. Hal ini disebabkan suhu 60°C mendekati suhu gelatinisasi, sedangkan suhu 80°C sudah melewati suhu gelatinisasi. Menurut Budiyati *et al.* (2016), bahwa suhu gelatinisasi pati sukun adalah 70- 75°C.

Pada blanching suhu 60°C sudah mulai terjadi pembengkakan granula pati yang menyebabkan semakin banyak air terperangkap dalam rongga sel, namun belum menyebabkan pecahnya granula pati dan masih bersifat balik. Pasca blanching suhu 80°C, suhu sudah melampaui suhu gelatinisasi pati sukun, sehingga molekul-molekul air terikat secara kuat oleh granula pati yang telah tergelatinisasi menyebabkan pembengkakan granula pati menjadi bersifat tidak dapat balik dan akan terjadi perubahan struktur granula.

Hal inilah yang menyebabkan laju penurunan kadar air semakin rendah dengan peningkatan suhu dan lama blanching dan membutuhkan waktu yang lebih lama untuk melepaskan uap air dibandingkan dengan sampel suhu dibawah 60°C (40°C, 15 menit dan 40°, 30 menit) atau yang tidak mengalami perlakuan blanching (kontrol).



Gambar 2.7 Penurunan kadar air dengan suhu pengeringan 55°C (Perlakuan A2=suhu blanching 40°C selama 15 menit; B2=suhu blanching 40°C selama 30 menit; C2=suhu blanching 60°C selama 15 menit; D2=suhu blanching 60°C selama 30 menit; E2= suhu blanching 80°C selama 15 menit, F2=suhu blanching 80°C selama 30 menit dan G2=Non blanching)

Berdasarkan analisis pada Grafik 2.7 memperlihatkan laju penurunan kadar air bahan pada semua perlakuan menuju kadar air keseimbangan. Pada semua perlakuan, fase penurunan awal kadar air sampai pada sekitar 100 menit, kemudian terjadi penurunan konstan sampai pada sekitar 300 menit, kemudian mulai memasuki fase melandai sampai pada 810 menit, dimana pada menit ini mulai memasuki fase kadar air keseimbangan mulai berturut-turut dari perlakuan D2 (suhu blanching 60°C selama 30 menit), C2 (suhu blanching 60°C selama 15 menit), A2 (blanching 40°C selama 15 menit, B2 (blanching 40°C selama 30 menit) dan F2 (blanching 80°C selama 30 menit, E2 (blanching 80°C selama 15 menit) dan Kontrol (Tanpa Blanching).

Demikian halnya dengan perlakuan suhu dan lama blanching pada pengeringan 65°C, kadar air kesetimbangan terendah 3,13% pada perlakuan B1 (blanching 40°C, 30 menit) dan tertinggi 12,80% pada perlakuan E1 (blanching

40°C, 30 menit). Parameter suhu blanching yang meningkat (diatas 40°C) dan waktu yang lebih lama memberikan potensi perlakuan blanching mendekati suhu gelatinisasi menyebabkan proses pengeringan terhambat sehingga kadar air akhir kesetimbangan dicapai lebih tinggi. Pada bahan yang *diblanching* mendekati suhu gelatinisasi menyebabkan, jumlah molekul air yang menyerap dan terikat dalam granula pati sangat tinggi yang mengakibatkan terjadi pembengkakan pada granula serta pengembangan struktur bahan sehingga rongga akan semakin luas dan air yang terserap akan semakin banyak, namun mudah melepaskan air ketika proses pengeringan (Ayu & Yuwono, 2014).

Pengaruh perlakuan suhu dan lama blanching menunjukkan bahwa kadar air kesetimbangan A1 (blanching 40°C, 15 menit) dan B1 (blanching 40°C, 30 menit) berada dibawah kontrol (tanpa blanching), sehingga perlakuan blanching juga menyebabkan kadar air kesetimbangan lebih rendah. Peningkatan suhu dan lama blanching juga menunjukkan peningkatan kadar air kesetimbangan pada setiap perlakuan suhu blanching (Tabel 2.3).

Tabel 2.3. Kadar Air dan Durasi Pengeringan chip sukun pada berbagai perlakuan (Suhu Pengering 65°C)

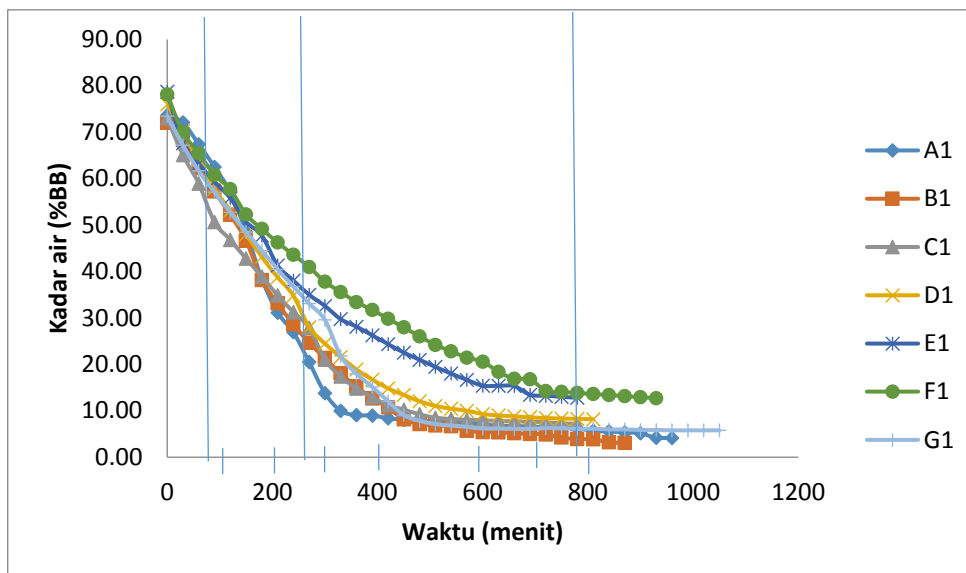
Perlakuan	Kadar air awal (%bb)	Kadar air Kesetimbangan (%bb)*	Lama pengeringan (menit)
A1	79.69	4.17	960
B1	76.07	3.13	870
C1	73.04	7.21	780
D1	75.99	8.19	810
E1	73.72	12.80	990
F1	75.13	12.72	1020
G1	73.49	5.79	1050

Keterangan:

- \*) = Nilai kadar air diperoleh secara gravimetri
- A2=suhu blanching 40°C selama 15 menit; B2=suhu blanching 40°C selama 30 menit; C2=; suhu blanching 60°C selama 15 menit; D2=suhu blanching 60°C selama 30 menit; E2= suhu blanching 80°C selama 15 menit, F2=suhu blanching 80°C selama 30 menit dan G2=Non blanching.

Hasil analisis penurunan kadar air pada semua perlakuan pada pengeringan 65°C juga menunjukkan trend menurun (Grafik 2.8). Fase penurunan awal kadar air terjadi sampai pada sekitar 80 menit, kemudian terjadi penurunan konstan sampai pada sekitar 180 menit dan memasuki fase melandai sampai pada 780 menit, selanjutnya memasuki fase kadar air keseimbangan. Berdasarkan rentang waktu secara berurutan mulai pada 1050 menit, yaitu; perlakuan C1

(suhu blanching 60°C selama 15 menit), D1 (suhu blanching 60°C selama 30 menit), B1 (blanching 40°C selama 30 menit), A1 (blanching 40°C selama 15 menit), E1 (blanching 80°C selama 15 menit dan G1 kontrol (Tanpa Blanching)).



Gambar 2.8. Penurunan kadar air dengan suhu pengeringan 65°C (Perlakuan A1=suhu blanching 40°C selama 15 menit; B1=suhu blanching 40°C selama 30 menit; C1=; suhu blanching 60°C selama 15 menit; D1=suhu blanching 60°C selama 30 menit; E1= suhu blanching 80°C selama 15 menit, F1=suhu blanching 80°C selama 30 menit dan G1=Non blanching).

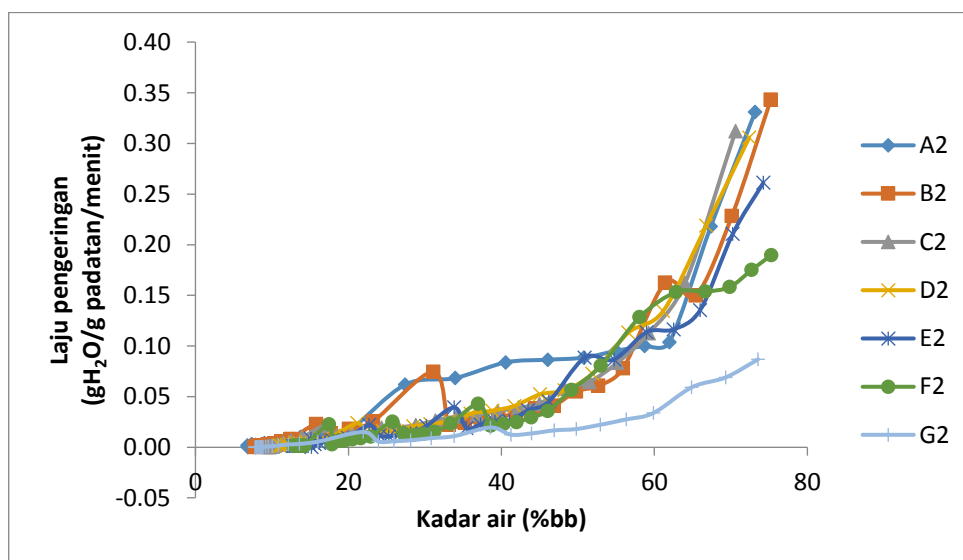
Hasil perbandingan penurunan kadar air pada semua perlakuan menunjukkan bahwa pada perlakuan pengeringan suhu 55°C, kadar air kesetimbangan dicapai antara 6,80-12,84% dengan rentang waktu 810-1320 menit (Tabel 2.2), sedangkan untuk pengeringan dengan 65°C, kadar air kesetimbangan dicapai antara 3,13-12,80% dengan rentang waktu 810-1020 menit (Tabel 2.3). Waktu pengeringan untuk mencapai kadar air kesetimbangan pada setiap perlakuan blanching lebih rendah dari tanpa blanching.. Oleh karena itu, perlakuan blanching mempersingkat waktu mencapai kadar air kesetimbangan (Tabel 2.2 dan 2.3).

### 2. 3.2. Laju Pengeringan ( Drying Rate = DR)

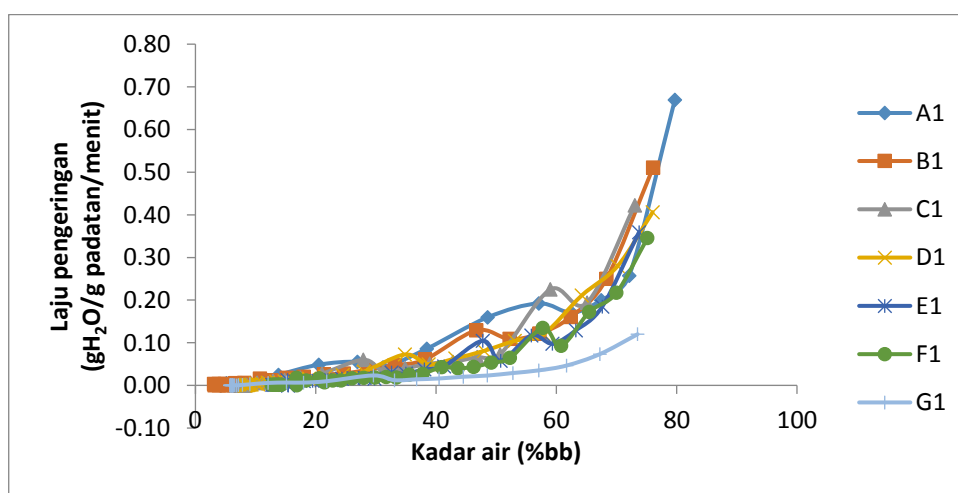
Laju pengeringan dilakukan untuk menghitung jumlah air yang teruapkan dari bahan pangan kering dalam satuan waktu persatuan massa padatan. Peristiwa ini untuk menggambarkan seberapa cepat proses pengeringan pada

bahan dapat berlangsung. Laju pengeringan menentukan waktu untuk menurunkan kadar air produk sampai kadar air yang diinginkan

Data hasil pengamatan laju pengeringan ( $\text{gH}_2\text{O/g}$  padatan/menit) pada berbagai kadar air (%bb) pada perlakuan suhu pengeringan  $55^\circ\text{C}$  dan  $65^\circ\text{C}$  diperlihatkan pada Lampiran 2.1 dan 2.2. Berdasarkan data tersebut maka karakteristik laju pengeringan dapat diuraikan pada Gambar 2.9 dan 2.10)



Gambar 2.9. Laju pengeringan chips sukun suhu  $55^\circ\text{C}$  (Perlakuan A2=suhu blanching  $40^\circ\text{C}$  selama 15 menit; B2=suhu blanching  $40^\circ\text{C}$  selama 30 menit; C2=; suhu blanching  $60^\circ\text{C}$  selama 15 menit; D2=suhu blanching  $60^\circ\text{C}$  selama 30 menit; E2= suhu blanching  $80^\circ\text{C}$  selama 15 menit, F2=suhu blanching  $80^\circ\text{C}$  selama 30 menit dan G2=Non blanching)



Gambar 2.10. Laju pengeringan chips sukun suhu  $65^\circ\text{C}$  (Perlakuan A1=suhu blanching  $40^\circ\text{C}$  selama 15 menit; B1=suhu blanching  $40^\circ\text{C}$  selama 30 menit; C1=; suhu blanching  $60^\circ\text{C}$  selama 15 menit; D1=suhu blanching  $60^\circ\text{C}$  selama 30 menit; E1= suhu blanching  $80^\circ\text{C}$  selama 15 menit, F1=suhu blanching  $80^\circ\text{C}$  selama 30 menit dan G1=Non blanching).

Laju pengeringan pada kedua perlakuan suhu pengeringan 55°C dan 65°C (Gambar 2.9 dan 2.10) menunjukkan bahwa laju pengeringan konstan tidak terlihat karena proses yang cepat dan singkat, namun diikuti dengan tren penurunan. Perubahan laju pengeringan selanjutnya terlihat fluktuatif selama pengeringan, namun cenderung terus mengalami penurunan. Penurunan kadar air yang fluktuatif menjelaskan bahwa air dalam bahan masih berpotensi untuk mengalami penguapan selama periode akhir pengeringan. Hal tersebut terjadi sebab selama proses pengeringan selain adanya air bebas yang lebih mudah menguap pada periode awal pengeringan, ada pula air terikat, yakni air yang sulit bergerak ke permukaan bahan selama pengeringan sehingga laju pengeringan semakin lama semakin menurun (Amanto *et al*, 2015).

Penurunan laju pengeringan seiring dengan menurunnya kadar air dan berkurangnya jumlah air terikat selama pengeringan sampai mencapai kadar air kesetimbangan. Menurut Hall 1980; Rauf (2021) laju menurun pengeringan berlangsung lewat mekanisme pengeringan difusi, yaitu perpindahan air dari bagian dalam sukun ke permukaan dan dari permukaan sukun ke lingkungan sekitar. Mekanisme pengeringan difusi terjadi karena adanya perbedaan tekanan uap air pada bahan yang dikeringkan dengan tekanan udara sekitar. Hal ini mengakibatkan terjadi perpindahan uap air dari bahan ke udara lebih cepat sehingga laju pengeringan akan terjadi lebih cepat (Permatasari *et al.*, 2013).

Fenomena tersebut diatas menggambarkan karakteristik yang khas pada pengeringan chips sukun yaitu laju pengeringan menurun. Menurut Wankhade *et al*; Rauf (2021), pada fenomena laju pengeringan menurun, jumlah air di permukaan yang menguap ke udara lebih besar dibandingkan jumlah air yang berdifusi dari dalam bahan ke permukaan. Mekanisme yang dominan dalam proses ini membutuhkan waktu yang lebih lama untuk keluar sehingga menyebabkan semakin menurunnya laju pengeringan. Karakteristik pengeringan ini cenderung mengarah pada Fick's Second Law of Diffusion yang menggambarkan karakteristik pengeringan bahan-bahan biopolimer yang umumnya berlangsung dengan laju pengeringan menurun.

Grafik 2.9 dan 2.10 menunjukkan bahwa laju pengeringan pada bahan yang dikeringkan pada suhu 65°C cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan bahan yang dikeringkan pada suhu 55°C. Perlakuan F1 maupun F2 (Blanching 80°C selama 30 menit) menunjukkan laju pengeringan tertinggi. Hal ini disebabkan



semakin tinggi kadar air pada bahan maka laju pengeringan yang dihasilkan semakin tinggi. Hal ini sesuai dengan pernyataan Fortienawati 2015; Evayanti (2018) bahwa semakin tinggi perbedaan suhu antara bahan pangan dan medium pemanas maka semakin cepat proses perpindahan panas ke bahan pangan sehingga laju penguapan air dari bahan pangan semakin tinggi.

Hal ini juga sejalan dengan beberapa penelitian yang telah dilakukan untuk mengeringkan berbagai bahan pangan seperti Mazza & Lemaguer (1980) untuk bawang, Sharaf-Eldeen *et al.*, 1980 untuk jagung, Suarez *et al.* (1980), untuk biji sorgum Piñaga *et al.*, (1984) untuk semua varietas bawang putih, Verma *et al.*, (1985) dan A. D. Sharma *et al.*, (1982) untuk beras kasar, Özdemir & Onur Devres., (1999), Bala & Woods, (1992) tanaman biji-bijian sereal (malt) melaporkan bahwa semakin tinggi suhu pengeringan maka akan menyebabkan laju pengeringan semakin tinggi.

### **2.3.3. Pengaruh Blanching dan Pengeringan Terhadap Penyusutan**

Proses penguapan air ke udara akan berlangsung selama proses pengeringan karena perbedaan kandungan uap air antara udara yang terdapat dalam ruang pengering dan udara yang ada di dalam bahan yang dikeringkan. Laju pemindahan kandungan air dari bahan akan menyebabkan berkurangnya kadar air bahan yang dikeringkan dan mengakibatkan penyusutan chips selama pengeringan. Penyusutan biasanya merupakan karakteristik yang dapat diketahui dengan menentukan perubahan yang terjadi pada volume dan atau dimensi bahan (Wang *et al.* 2007 dan Hutabarat, 2012).

Data pengamatan penyusutan volume chips sukun selama proses pengeringan pada berbagai kombinasi suhu dan lama blanching dan suhu pengeringan dipaparkan pada Lampiran 3 dan 4. Nilai persentase penyusutan chips sukun diukur pada kondisi kadar air kesetimbangan setelah pengeringan (Tabel 2.3.)

Berdasarkan analisis pada Tabel 2.3, menunjukkan penyusutan chips sukun pada akhir pengeringan (kondisi kesetimbangan) menyebabkan perubahan penyusutan (berbeda dengan kontrol). Nilai penyusutan pada perlakuan suhu pengeringan 65°C lebih tinggi dibanding 55°C pada setiap perlakuan suhu blanching. Hal tersebut menunjukkan bahwa semakin tinggi suhu pengeringan maka semakin besar nilai penyusutan. Menurut Asgar (2013) bahwa proses pengeringan yang berjalan cepat menyebabkan terjadinya tegangan kontraksi

antar struktur sehingga terjadi penyusutan pada bahan pangan. Selanjutnya Sagita (2013) dan Putra dan Kuncoro (2021) menyatakan bahwa penyusutan dipengaruhi oleh suhu dan kadar air bahan selama pengeringan dan penyusutan menyebabkan berkurangnya volume, perubahan bentuk, dan meningkatnya kekerasan bahan.

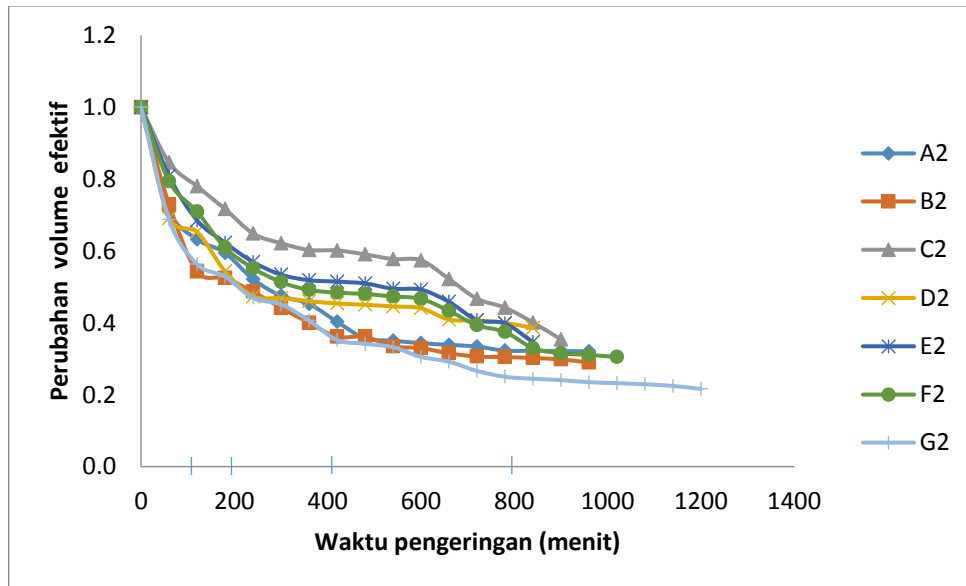
Tabel 2.3. Nilai Penyusutan Pada Kadar Air Kesetimbangan Berdasarkan Kombinasi Parameter Perlakuan

Perlakuan Blanching (SB, LB)	Penyusutan pada Pengeringan 55°C	Penyusutan pada Pengeringan 65°C
A (40,15)	5.51	6.00
B (40,30)	5.80	5.94
C (60,15)	5.35	5.80
D (60,30)	5.09	7.94
E (80,15)	6.55	9.08
F (80,30)	7.18	10.64
G (Kontrol)	6.25	6.25

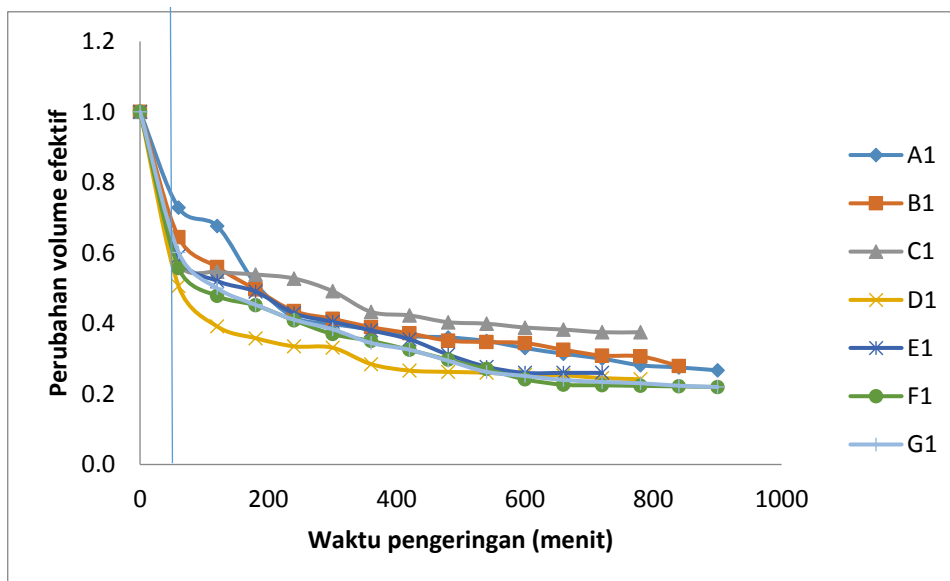
Keterangan:

Perlakuan A=suhu blanching 40°C selama 15 menit; B2=suhu blanching 40°C selama 30 menit; C2=; suhu blanching 60°C selama 15 menit; D2=suhu blanching 60°C selama 30 menit; E2= suhu blanching 80°C selama 15 menit, F2=suhu blanching 80°C selama 30 menit dan G2=Non blanching.

Pada suhu pengeringan 55°C, nilai penyusutan terkecil pada pada perlakuan D (suhu blanching 60°C selama 30 menit) yaitu 5,09% dan terbesar pada perlakuan F (suhu blanching 80°C selama 30 menit), yaitu 7,18%. Peningkatan suhu dan lama blanching meningkatkan nilai penyusutan diatas dan dibawah perlakuan D (blanching 60°C, 30 menit). Sementara pada suhu pengeringan 55°C, nilai penyusutan terkecil pada pada perlakuan C (suhu blanching 40°C selama 15 menit), yaitu 5,8% dan terbesar pada perlakuan F (suhu blanching 80°C selama 30 menit), yaitu 10,64%. Peningkatan suhu dan lama blanching meningkatkan nilai penyusutan diatas dan dibawah perlakuan C (blanching 60°C, 15 menit).



Gambar 2.13. Penyusutan volume suhu pengeringan 55°C (Perlakuan/skenario A1=suhu blanching 40°C selama 15 menit; B1=suhu blanching 40°C selama 30 menit; C1=; suhu blanching 60°C selama 15 menit; D1=suhu blanching 60°C selama 30 menit; E1= suhu blanching 80°C selama 15 menit, F1=suhu blanching 80°C selama 30 menit dan G1=Non blanching).



Gambar 2.14. Penyusutan volume suhu pengeringan 65°C (Perlakuan A1=suhu blanching 40°C selama 15 menit; B1=suhu blanching 40°C selama 30 menit; C1=; suhu blanching 60°C selama 15 menit; D1=suhu blanching 60°C selama 30 menit; E1= suhu blanching 80°C selama 15 menit, F1=suhu blanching 80°C selama 30 menit dan G1=Non blanching).

Pada perlakuan suhu 55°C (Gambar 2.13) memperlihatkan laju penurunan awal volume yang cenderung menurun secara cepat pada semua perlakuan suhu dan lama blanching. Perlakuan A2 dan B2 memperlihatkan grafik yang lebih *smooth* dan cepat mencapai nilai penyusutan konstan. Hal tersebut diduga bahan chips perlakuan A2 dan B2 memiliki porositas yang lebih stabil selama pengeringan sehingga nilai laju penurunan penyusutan lebih konstan menuju kondisi kesetimbangan kadar air. Sementara pada perlakuan pengeringan 65°C (Gambar 2.14), laju penurunan awal cepat pada semua perlakuan suhu dan lama blanching. Perlakuan E1 dan F1 memiliki kurva yang lebih stabil dan lebih cepat mencapai nilai penyusutan konstan. Semakin banyak air yang keluar dari dalam bahan maka penyusutan semakin meningkat. Rongga-rongga bahan yang sebelumnya berisi air menjadi saling terhubung dikarenakan proses pengeringan, sehingga permukaan luar bahan akan mengerut ke dalam dan mengalami pengurangan luas permukaan. Perubahan kadar air pada bahan secara langsung akan mempengaruhi sifat fisik bahan. Salah satu perubahan fisik yang terjadi selama pengeringan adalah berkurangnya volume eksternal bahan. Berkurangnya air dan naiknya suhu menyebabkan terjadinya *stress* di dalam struktur selular bahan sehingga dapat merubah bentuk dasar dan menurunkan dimensi.

## 2.4 Kesimpulan

Penelitian pengeringan lapisan tipis (*thin layer*) menggunakan oven tipe *try-dryer* untuk pengeringan chip sukun pada suhu 55°C dan 65°C dari berbagai kombinasi perlakuan awal (*blanching* dan *non blanching*), suhu *blanching* (40, 60 dan 80°C) dan lama *blanching* (15 dan 30 menit) telah menghasilkan karakteristik dan model pengeringan yang dapat memprediksi pengaruh kombinasi parameter perlakuan terhadap kadar air kesetimbangan, rasio keseimbangan air, laju pengeringan, perubahan penyusutan.

Hasil perbandingan penurunan kadar air pada semua perlakuan menunjukkan bahwa pada perlakuan pengeringan suhu 55°C, kadar air kesetimbangan dicapai antara 6,80-12,84% dengan rentang waktu 810-1320 menit, sedangkan untuk pengeringan dengan 65°C, kadar air kesetimbangan dicapai antara 3,13-12,80% dengan rentang waktu 810-1020 menit. Waktu pengeringan untuk mencapai kadar air kesetimbangan pada setiap perlakuan *blanching* lebih rendah dari tanpa *blanching*. Oleh karena itu, perlakuan *blanching* mempersingkat waktu mencapai kadar air kesetimbangan.

Pada perlakuan suhu pengeringan 55°C menunjukkan bahwa kadar air kesetimbangan pada blanching 40°C selama 15 menit (6,8%) dan blanching 40°C selama 30 menit (7,76%) lebih rendah dari pada tanpa blanching. Sementara perlakuan suhu pengeringan 65°C menunjukkan bahwa kadar air kesetimbangan pada blanching 40°C selama 15 menit (4,17%) dan blanching 40°C selama 30 menit (3,13%) lebih rendah dari pada tanpa blanching

Laju pengeringan pada suhu 55°C dan 65°C pada semua perlakuan suhu dan lama blanching berada diatas kontrol (tanpa blanching), sehingga perlakuan blanching meningkatkan laju pengeringan. Laju pengeringan tertinggi diperoleh pada perlakuan blanching 80°C selama 15 menit maupun 30 menit. Hal ini disebabkan semakin tinggi kadar air pada bahan maka laju pengeringan semakin tinggi.

Penyusutan chips sukun lebih tinggi pada perlakuan pengeringan 65°C dibanding 55°C pada setiap perlakuan blanching. Hal tersebut menunjukkan bahwa semakin tinggi suhu pengeringan maka semakin besar nilai penyusutan. Nilai penyusutan tertinggi pada perlakuan blanching 80°C selama 30 menit. Hal ini disebabkan saat blanching terjadi proses penyerapan air pada sampel buah sukun sehingga volume bahan mengalami peningkatan sebelum dikeringkan. Perlakuan suhu 80°C menyebabkan jumlah molekul air yang menyerap dan terikat dalam granula pati sangat tinggi yang mengakibatkan terjadi pembengkakan pada granula yang selanjutnya terjadi ratio penyusutan yang tinggi setelah proses pengeringan.

## DAFTAR PUSTAKA

- A. D. Sharma, O. R. Kunze, & H. D. Tolley. (1982). Rough Rice Drying as a Two-Compartment Model. *Transactions of the ASAE*, 25(1), 0221–0224. <https://doi.org/10.13031/2013.33508>
- Adinugraha, F., Hanson, L., & Yonathan, S. (2018). *SURYA AGRITAMA Volume 7 Nomor 1 Maret 2018 POTENSI BERAS ANALOG SUKUN SEMI INSTAN*. 7, 19–32.
- Amanto, B. S., Manuhara, G. J., & Putri, R. R., 2015. Kinetika Pengeringan Chips sukun (*Artocarpus communis*) dalam pembuatan tepung sukun ermodifikasi dengan asam laktat menggunakan cabinet dryer *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, 8(1).
- Asgar, A., Zain, S., Widyasanti, A., & Wulan, A. 2016. Kajian Karakteristik Proses Pengeringan Jamur Tiram (*Pleurotus sp.*) Menggunakan Mesin Pengering Vakum. *Jurnal Hortikultura*, 23(4), 379.
- Ayu, D. C., & Yuwono, S. S. (2014). Pengaruh Suhu Blansing dan Lama Perendaman Terhadap Sifat Fisik Kimia Tepung Kimpul (*Xanthosoma Sagittifolium*). *Jurnal Pangan Dan Agroindustri*, 2(2), 110–120.
- Bala, B. K., & Woods, J. L. (1992). Thin layer drying models for malt. *Journal of Food Engineering*, 16(4), 239–249. [https://doi.org/10.1016/0260-8774\(92\)90001-M](https://doi.org/10.1016/0260-8774(92)90001-M)
- Budiyati, Catarina Sri, Andri Cahyo Kumoro, Ratnawati dan Diah Susetyo Retnowati. 2016. *Modifikasi Pati Sukun (Artocarpus altilis) dengan Teknik Oksidasi Menggunakan Hidrogen Peroksida Tanpa Katalis*. Universitas Diponegoro: Semarang.
- Inyang, U. E., Oboh, I. O., & Etuk, B. R. (2018). Kinetic Models for Drying Techniques—Food Materials. *Advances in Chemical Engineering and Science*, 08(02), 27–48. <https://doi.org/10.4236/aces.2018.82003>
- Kumar, R., Tiwari, Sharma, P., & Singh, N. (2021). Blanching of Fruits and Vegetables to Neutralize the Effect of the Pesticide and Insecticide. *Agriculture & Food: E-Newsletter*, (April), 1–4.
- Lamidi, R. O., Jiang, L., Pathare, P. B., Wang, Y. D., & Roskilly, A. P. (2019). Recent advances in sustainable drying of agricultural produce : A review. *Applied Energy*, 233–234(July 2018), 367–385. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2018.10.044>
- Lestari, N., Fadilah, R., Mukhlis, A. M. A., & Samsuar, S. (2020). Efek Perlakuan Low Temperature Long Time Blanching Terhadap Karakteristik Cabai Kering. *Agrika*, 14(2), 140. <https://doi.org/10.31328/ja.v14i2.1619>
- Mazza, G., & Lemaguer, M. (1980). Dehydration of onion: some theoretical and practical considerations. *International Journal of Food Science & Technology*, 15(2), 181–194. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1980.tb00930.x>
- Özdemir, M., & Onur Devres, Y. (1999). Thin layer drying characteristics of hazelnuts during roasting. *Journal of Food Engineering*, 42(4), 225–233. [https://doi.org/10.1016/S0260-8774\(99\)00126-0](https://doi.org/10.1016/S0260-8774(99)00126-0)
- Permatasari, I., Eugenia, L. K., & Suherman. (2013). Pengaruh Initial Moisture Content Dan Massa Tepung Pada Proses Pengeringan Tepung Tapioka Menggunakan Pengering Unggun Fluidisasi. *Jurnal Teknologi Kimia Dan Industri*, 2(3), 43–50. Retrieved from <http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/jtki>
- Piñaga, F., Carbonell, J. V., Peña, J. L., & Miquel, J. J. (1984). Experimental simulation of solar drying of garlic using an adsorbent energy storage bed. *Journal of Food Engineering*, 3(3), 187–203. <https://doi.org/10.1016/0260->

8774(84)90020-7

- Rauf, R. F. (2021). Pemodelan Kinetika Pengeringan Rumput Laut *Eucheuma cottonii* Menggunakan Pengering Surya Efek Rumah Kaca. *Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian*, 7(1), 139. <https://doi.org/10.26858/jptp.v7i1.19312>
- Richter Reis, F. (2016). New perspectives on food blanching. In *New Perspectives on Food Blanching*. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-48665-9>
- Sagita, A. (2013). *Hubungan penyusutan dengan karakteristik pengeringan lapisan tipis simplisia temulawak (Curcuma xanthorrhiza Roxb.)*.
- Sharaf-Eldeen, Y. I., Blaisdell, J. L., & Hamdy, M. Y. (1980). Model for Ear Corn Drying. *Transactions of the American Society of Agricultural Engineers*, 23(5), 1261–1266. <https://doi.org/10.13031/2013.34757>
- Suarez, C., Viollaz P., & Chirife, J. (1980). Diffusional analysis of air drying of grain sorghum. *International Journal of Food Science & Technology*, 15(5), 523–531. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1980.tb00971.x>
- Tinambunan. (2014). II. Tinjauan Pustaka. *Implementation Science*, 39(1), 1–15. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.1016/j.biochi.2015.03.025>  
<http://dx.doi.org/10.1038/nature10402>  
<http://dx.doi.org/10.1038/nature21059>  
<http://journal.stainkudus.ac.id/index.php/equilibrium/article/view/1268/1127>  
<http://dx.doi.org/10.1038/nrmicro2577>
- Verma, L. R., Bucklin, R. A., Endan, J. B., & Wratten, F. T. (1985). Effects of Drying Air Parameters on Rice Drying Models. *Transactions of the American Society of Agricultural Engineers*, 28(1), 296–301. <https://doi.org/10.13031/2013.32245>

Lampiran 2.1 Pengamatan Kadar air (% basis basah) dan laju pengeringan (gH<sub>2</sub>O/g bahan/menit) pada suhu pengeringan 65°C.

Waktu	A1	LPA1	B1	LPB1	C1	LPC1	D1	LPD1	E1	LPE1	F1	LPF1	G1	LPG1
0	79.69	0.67	76.07	0.51	73.04	0.42	75.99	0.41	73.72	0.36	75.13	0.35	73.49	0.12
30	72.10	0.26	68.33	0.25	65.09	0.19	70.18	0.28	67.61	0.18	69.97	0.22	67.24	0.07
60	67.42	0.20	62.37	0.16	58.98	0.23	64.20	0.21	63.21	0.13	65.47	0.17	61.70	0.05
90	62.54	0.17	57.21	0.12	50.66	0.07	57.84	0.12	59.35	0.10	60.81	0.09	57.09	0.04
120	57.06	0.19	52.23	0.11	46.83	0.07	53.09	0.10	55.83	0.12	57.74	0.13	52.78	0.03
150	48.56	0.16	46.69	0.13	42.79	0.06	47.99	0.08	50.73	0.06	52.30	0.06	48.52	0.02
180	38.45	0.09	38.18	0.06	38.93	0.05	43.19	0.06	47.74	0.10	49.18	0.05	44.53	0.02
210	31.17	0.04	33.15	0.05	34.86	0.04	38.78	0.05	41.32	0.04	46.26	0.04	40.47	0.02
240	26.93	0.06	28.64	0.04	31.26	0.03	34.82	0.07	38.06	0.04	43.63	0.04	36.77	0.01
270	20.49	0.05	24.68	0.03	27.89	0.06	28.00	0.03	35.00	0.03	40.95	0.04	33.10	0.01
300	13.82	0.02	21.37	0.03	21.03	0.03	24.48	0.02	32.59	0.03	37.79	0.03	29.59	0.02
330	10.00	0.01	18.04	0.02	17.42	0.02	21.59	0.02	29.74	0.02	35.59	0.03	21.83	0.01
360	9.07	0.00	15.24	0.02	14.81	0.01	18.90	0.02	28.13	0.02	33.41	0.02	17.97	0.01
390	8.99	0.00	12.65	0.01	12.91	0.01	16.76	0.01	26.27	0.02	31.73	0.02	15.15	0.01
420	8.41	0.00	10.74	0.02	11.19	0.01	14.83	0.01	24.38	0.02	29.84	0.02	12.08	0.01
450	8.07	0.00	8.15	0.01	10.26	0.01	13.43	0.01	22.55	0.01	27.97	0.02	9.07	0.00
480	7.90	0.00	7.14	0.00	9.24	0.00	12.05	0.01	21.00	0.01	26.05	0.02	7.84	0.00
510	7.75	0.00	6.85	0.00	8.52	0.00	11.07	0.00	19.47	0.01	24.21	0.01	7.14	0.00
540	7.69	0.00	6.65	0.01	8.25	0.00	10.45	0.00	18.02	0.01	22.85	0.01	6.83	0.00
570	7.32	0.00	5.69	0.00	8.08	0.00	10.02	0.00	16.66	0.01	21.46	0.01	6.54	0.00
600	7.09	0.00	5.42	0.00	8.00	0.00	9.32	0.00	15.42	0.00	20.59	0.02	6.20	0.00
630	6.79	0.00	5.38	0.00	7.82	0.00	9.01	0.00	15.39	0.00	18.42	0.01	6.20	0.00
660	6.74	0.00	5.15	0.00	7.74	0.00	8.79	0.00	15.32	0.01	16.88	0.00	6.11	0.00
690	6.62	0.00	5.03	0.00	7.66	0.00	8.60	0.00	13.46	0.00	16.81	0.02	6.11	0.00
720	6.48	0.00	4.89	0.00	7.53	0.00	8.45	0.00	13.24	0.00	14.28	0.00	6.28	0.00
750	6.44	0.00	4.25	0.00	7.31	0.00	8.34	0.00	13.02	0.00	14.06	0.00	6.28	0.00
780	6.21	0.00	3.90	0.00	7.21	0.00	8.27	0.00	12.80	0.00	13.84	0.00	6.14	0.00
810	5.69	0.00	3.88	0.00	7.21		8.19	0.00	12.80		13.62	0.00	6.14	0.00
840	5.56	0.00	3.22	0.00	7.21		8.19		12.80		13.39	0.00	5.99	0.00
870	5.37	0.00	3.13	0.00			8.19				13.17	0.00	5.99	0.00
900	5.17	0.01	3.13								12.94	0.00	5.88	0.00
930	4.21	0.00	3.13								12.72	0.00	5.88	0.00
960	4.17	0.00									12.72		5.79	0.00
990	4.17										12.72		5.79	0.00
1020	4.17												5.79	0.00

Keterangan:

A1=suhu blanching 40°C dan lama blanching 15 menit; B1=suhu blanching 40°C dan lama blanching 30 menit; C1=; suhu blanching 60°C dan lama blanching 15 menit; D1=suhu blanching 60 dan lama blanching 30 menit; E1= suhu blanching 80 dan lama blanching 15 menit, F1=suhu blanching 80°C dan lama blanching 30 menit dan G1=Non blanching

LPA1=Laju Pengeringan A1, LPB1=Laju Pengeringan B1, LPC1=Laju Pengeringan C1, LPD1=Laju Pengeringan D1, LPE1=Laju Pengeringan E1 LPF1=Laju Pengeringan F1, LPG1=Laju Pengeringan G1 (Kontrol)



Lampiran 2.2 Pengamatan Kadar air (% basis basah) dan laju pengeringan (gH<sub>2</sub>O/g padatan/menit) pada suhu pengeringan 55°C

Waktu	A2	LPA2	B2	LPB2	C2	LPC2	D2	LPD2	E2	LPE2	F2	LPF2	G2	LPG2
0	73.18	0.33	75.22	0.34	70.61	0.31	72.40	0.31	74.25	0.26	75.28	0.19	73.56	0.09
30	67.39	0.22	70.14	0.23	64.01	0.16	66.80	0.22	70.25	0.21	72.72	0.18	69.34	0.07
60	61.98	0.10	65.42	0.15	59.26	0.11	61.15	0.13	65.99	0.14	69.84	0.16	64.88	0.06
90	58.72	0.10	61.43	0.16	55.14	0.08	56.62	0.11	62.54	0.12	66.66	0.15	59.88	0.03
120	55.00	0.10	55.90	0.08	51.51	0.06	51.89	0.07	58.96	0.11	62.86	0.15	56.33	0.03
150	50.78	0.09	52.66	0.06	48.27	0.06	48.27	0.06	54.74	0.09	58.08	0.13	52.94	0.02
180	46.08	0.09	49.77	0.06	44.97	0.04	45.07	0.05	50.89	0.09	53.02	0.08	49.79	0.02
210	40.54	0.08	46.83	0.04	42.24	0.04	41.72	0.04	46.22	0.05	49.17	0.06	46.92	0.02
240	33.97	0.07	44.41	0.04	39.51	0.04	38.81	0.04	43.47	0.04	46.08	0.04	43.95	0.01
270	27.42	0.06	41.95	0.03	36.80	0.03	35.98	0.03	41.05	0.03	43.92	0.03	41.26	0.01
300	20.26	0.02	39.61	0.03	34.13	0.03	33.14	0.03	39.18	0.03	42.00	0.02	38.57	0.02
330	18.01	0.02	37.36	0.03	31.38	0.03	30.74	0.02	37.26	0.02	40.30	0.02	33.82	0.01
360	15.88	0.01	35.22	0.02	28.81	0.02	28.48	0.02	35.44	0.02	38.61	0.02	30.82	0.01
390	14.27	0.00	33.13	0.02	26.53	0.02	26.31	0.02	33.83	0.04	36.97	0.04	28.14	0.01
420	13.75	0.01	31.09	0.07	24.34	0.02	24.53	0.02	30.20	0.02	33.39	0.02	25.95	0.01
450	12.19	0.01	23.22	0.03	22.08	0.01	22.65	0.01	28.09	0.01	31.25	0.02	23.93	0.01
480	11.10	0.00	20.10	0.02	20.39	0.01	21.17	0.02	26.63	0.01	29.79	0.01	21.93	0.02
510	10.64	0.00	17.71	0.01	18.45	0.01	18.10	0.01	25.28	0.01	28.49	0.01	16.01	0.01
540	10.38	0.00	15.81	0.02	16.93	0.02	16.53	0.01	24.07	0.01	27.23	0.01	13.61	0.00
570	10.28	0.00	12.46	0.01	13.91	0.01	15.35	0.01	22.71	0.02	25.77	0.03	12.13	0.00
600	10.16	0.00	11.23	0.01	12.47	0.01	14.46	0.01	19.99	0.01	22.90	0.01	10.85	0.00
630	10.05	0.00	10.34	0.00	11.45	0.00	13.65	0.00	18.81	0.01	21.63	0.01	10.04	0.00
660	9.60	0.00	9.73	0.00	10.75	0.00	13.05	0.00	17.90	0.01	20.53	0.01	9.53	0.00
690	9.23	0.00	9.44	0.00	10.36	0.00	12.39	0.00	16.94	0.01	19.53	0.01	9.16	0.00
720	9.04	0.00	9.00	0.00	10.13	0.00	11.94	0.00	16.18	0.00	18.71	0.01	8.83	0.00
750	8.38	0.00	8.75	0.00	10.00	0.00	11.58	0.00	15.59	0.00	17.84	0.00	8.83	0.00
780	8.32	0.00	8.69	0.00	9.76	0.00	11.20	0.00	15.15	0.00	17.46	0.02	8.62	0.00
810	8.03	0.00	8.55	0.00	9.73	0.00	11.00	0.00	15.12	0.01	14.28	0.00	8.53	0.00
840	7.84	0.00	8.47	0.00	9.51	0.00	11.00	0.00	13.91	0.00	14.08	0.00	8.48	0.00
870	7.47	0.00	8.19	0.00	9.40	0.00	11.00	0.00	13.72	0.00	13.88	0.00	8.37	0.00
900	7.35	0.00	8.03	0.00	9.40	0.00			13.52	0.00	13.67	0.00	8.21	0.00
930	6.82	0.00	7.97	0.00	9.40	0.00			13.32	0.00	13.46	0.00	8.07	0.00
960	6.80	0.00	7.78	0.00					13.12	0.00	13.26	0.00	8.10	0.00
990	6.80	0.00	7.76	0.00					12.92	0.00	13.05	0.00	8.04	0.00
1020	6.80	0.00	7.76	0.00					12.72	0.00	12.84	0.00	7.98	0.00
1050			7.76	0.00					12.72		12.84		7.98	0.00
1080									12.72		12.84		7.96	0.00
1110													7.90	0.00
1140													7.90	0.00
1170													7.87	0.00
1200													7.87	0.00
1230													7.85	0.00
1260													7.85	0.00
1290													7.85	0.00

**Keterangan:**

A2=suhu blanching 40°C dan lama blanching 15 menit; B2=suhu blanching 40°C dan lama blanching 30 menit; C2=; suhu blanching 60°C dan lama blanching 15 menit; D2=suhu blanching 60 dan lama blanching 30 menit; E2= suhu blanching 80 dan lama blanching 15 menit, F2=suhu blanching 80°C dan lama blanching 30 menit dan G2=Non blanching

LPA2=Laju Pengeringan A2, LPB2=Laju Pengeringan B2, LPC2=Laju Pengeringan C2, LPD2=Laju Pengeringan D2, LPE2=Laju Pengeringan E2, LPF2=Laju Pengeringan F2, LPG2=Laju Pengeringan G2 (Kontrol)

Lampiran 3. Data Hasil Perhitungan  $V_t/V_o$  untuk Analisis Penyusutan Susut Selama Pengeringan

Waktu	A1	$v_t/v_o$	B1	$v_t/v_o$	C1	$v_t/v_o$	D1	$v_t/v_o$	E1	$v_t/v_o$	F1	$v_t/v_o$	G1	$v_t/v_o$
0	8.19	1.00	8.24	1.00	9.37	1.00	10.47	1.00	12.27	1.00	13.63	1.00	8.01	1.00
60	5.96	0.73	5.31	0.64	5.36	0.57	5.30	0.51	7.25	0.59	7.59	0.56	4.82	0.60
120	5.54	0.68	4.61	0.56	5.12	0.55	4.10	0.39	6.39	0.52	6.52	0.48	4.01	0.50
180	4.19	0.51	4.09	0.50	5.05	0.54	3.75	0.36	6.02	0.49	6.15	0.45	3.63	0.45
240	3.42	0.42	3.58	0.43	4.94	0.53	3.51	0.33	5.26	0.43	5.57	0.41	3.29	0.41
300	3.26	0.40	3.40	0.41	4.61	0.49	3.47	0.33	4.97	0.40	5.04	0.37	3.07	0.38
360	3.14	0.38	3.21	0.39	4.05	0.43	2.98	0.28	4.67	0.38	4.78	0.35	2.76	0.34
420	2.98	0.36	3.06	0.37	3.96	0.42	2.79	0.27	4.35	0.35	4.43	0.32	2.61	0.33
480	2.95	0.36	2.89	0.35	3.78	0.40	2.75	0.26	3.82	0.31	4.05	0.30	2.36	0.29
540	2.86	0.35	2.86	0.35	3.74	0.40	2.72	0.26	3.40	0.28	3.69	0.27	2.10	0.26
600	2.70	0.33	2.84	0.34	3.64	0.39	2.66	0.25	3.19	0.26	3.29	0.24	2.01	0.25
660	2.57	0.31	2.68	0.33	3.59	0.38	2.65	0.25	3.19	0.26	3.08	0.23	1.92	0.24
720	2.46	0.30	2.55	0.31	3.51	0.38	2.57	0.25	3.19	0.26	3.06	0.22	1.87	0.23
780	2.30	0.28	2.53	0.31	3.51	0.38	2.53	0.24			3.04	0.22	1.85	0.23
840	2.25	0.28	2.30	0.28							3.02	0.22	1.79	0.22
900	2.19	0.27									2.99	0.22	1.76	0.22