

LAPORAN PENELITIAN MANDIRI
PENGERINGAN CABAI MERAH (*Capsicum annuum* L.)
DENGAN KOMBINASI OVEN *MICROWAVE* DAN KIPAS
ANGIN

Tim Peneliti:

SUBARNA
ZHOFRAN MURTADHO



DEPARTEMEN ILMU DAN TEKNOLOGI PANGAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
Oktober 2021

ABSTRAK

Cabai merah (*Capsicum annum* L.) merupakan komoditas yang berumur simpan pendek dan memiliki harga yang fluktuatif. Pengeringan oven *microwave* dan kipas angin dapat dipilih untuk memperpanjang umur simpan cabai. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi pengeringan dengan kombinasi oven *microwave* dan kipas angin terhadap cabai merah. Perlakuan waktu pengeringan tahap I yang digunakan adalah 90 detik pemanasan dengan 3 menit penghembusan sebanyak 7 siklus serta 120 detik pemanasan dengan 4 menit penghembusan sebanyak 5 siklus. Serta ekuilibrasi selama 1, 2 dan 3 jam. Respon yang dipilih adalah penurunan kadar air, laju pengeringan, warna, serta kadar vitamin C. waktu pemanasan yang diperoleh berkisar 20-28,5 menit dengan kadar air akhir sebesar $9,44 \pm 0,15$ hingga $9,70 \pm 0,05\%$ (bb). Laju pengeringan yang terjadi adalah menurun lambat pada pengeringan tahap I dan menurun lebih cepat pada pengeringan tahap II. Nilai L^* dan a^* yang diperoleh tidak berbeda nyata pada taraf signifikansi 0,05. Nilai b^* yang diperoleh berbeda nyata pada perlakuan 90 detik pemanasan dan 3 menit penghembusan di masing-masing waktu ekuilibrasi. Kadar vitamin C berkisar 66,53-72,68 mg/100g dan terdapat perbedaan nyata kadar vitamin C pada taraf signifikansi 0,05.

Kata kunci: Cabai merah, *Microwave*, Pengeringan

ABSTRACT

Red chili (*Capsicum annum* L.) is a commodity with a short shelf life and fluctuating prices. Microwave oven drying and fan can be selected to extend the shelf life of chilies. This study aims to determine the potential for drying with a combination of a microwave oven and a fan on red chili. The drying time treatment of the stage I used was 90 seconds of heating with 3 minutes of exhalation for 7 cycles and 120 seconds of heating with 4 minutes of exhaling for 5 cycles. And equilibration for 1, 2, and 3 hours. The selected response is a decrease in water content, drying rate, color, and vitamin C content. The heating time obtained ranges from 20-28,5 minutes with a final moisture content of $9,44 \pm 0,15$ to $9,70 \pm 0,05\%$ (wb). The drying rate that occurs is a slow decrease in drying stage I and a faster decline in drying stage II. The values of L^* and a^* obtained were not significantly different at a significance level of 0,05. The b^* values obtained were significantly different at 90 seconds of heating and 3 minutes of exhalation at each equilibration time. Vitamin C levels ranged from 66,53-72,68 mg/100g and there was a significant difference in vitamin C levels at a significance level of 0,05.

Keywords: Red chili, microwave, drying

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian yang berjudul “Pengeringan Cabai Merah (*Capsicum annuum* L.) dengan Kombinasi Oven *Microwave* dan Kipas Angin”.

Semoa hasil penelitian ini bermanfaat bagi yang membutuhkan

Bogor, Oktober 2021

Subarna

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN	ix
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	2
II TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Tanaman Cabai	3
2.2 Manfaat dan Kandungan Gizi Cabai	4
2.3 Panen dan Pascapanen Cabai	5
2.4 Pengeringan	6
2.5 Pengeringan Oven <i>Microwave</i>	7
III METODE PENELITIAN	10
3.1 Waktu dan Tempat	10
3.2 Alat dan Bahan	10
3.3 Prosedur Kerja	10
3.3.1 Persiapan bahan	11
3.3.2 Pengeringan Tahap I	11
3.3.3 Ekuilibrasi	12
3.3.4 Pengeringan Tahap II	12
3.4 Metode Analisis	12
3.4.1 Pengukuran kadar air awal (AOAC 2012)	12
3.4.2 Analisis Laju Pengeringan (Firdaus 2016)	13
3.4.3 Analisis Warna (Gunal <i>et al.</i> 2008)	13
3.4.4 Analisis Kadar Vitamin C (AOAC 2005)	13
3.5 Analisis Data	14
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	15
4.1 Hasil Uji Penentuan Interval Waktu dan Siklus Pengeringan	15
4.2 Penurunan Kadar Air	16
4.3 Laju Pengeringan	19
4.4 Warna Cabai Kering	21
4.5 Kadar Vitamin C	22
V SIMPULAN DAN SARAN	24
5.1 Simpulan	24
5.2 Saran	24
DAFTAR PUSTAKA	25
LAMPIRAN	29

DAFTAR TABEL

Tabel 1 Kandungan gizi buah cabai merah per 100 gram	4
Tabel 2 Syarat mutu cabai merah segar (SNI 01-4480-1998)	6
Tabel 3 Desain kombinasi pengeringan tahap I dan ekuilibrase	12
Tabel 4 Hasil uji penentuan interval waktu pengeringan tahap I	15
Tabel 5 Kadar air awal, akhir, dan waktu pengeringan cabai merah	17
Tabel 6 Nilai L*, a*, dan b* cabai merah kering	21
Tabel 7 Hasil uji kadar vitamin C cabai merah kering	22

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Komponen oven microwave	8
Gambar 2 Cabai merah hangus hasil pengeringan oven microwave	9
Gambar 3 Alur pengeringan cabai merah dengan oven microwave	11
Gambar 4 Kadar air cabai merah (%bb) (pemanasan 90 detik, penghembusan 3 menit)	18
Gambar 5 Kadar air cabai merah (%bb) (pemanasan 120 detik, penghembusan 4 menit)	18
Gambar 6 Laju Pengeringan (pemanasan 90 detik, penghembusan 3 menit)	20
Gambar 7 Laju Pengeringan (pemanasan 120 detik, penghembusan 4 menit)	20

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Penurunan Kadar Air Cabai Merah	29
Lampiran 2 Hasil Uji <i>One Way</i> ANOVA Nilai L*	35
Lampiran 3 Hasil Uji <i>One Way</i> ANOVA Nilai a*	35
Lampiran 4 Hasil Uji <i>One Way</i> ANOVA Nilai b*	36
Lampiran 5 Hasil Uji Lanjut Duncan Nilai b*	36
Lampiran 6 Hasil Uji <i>One Way</i> ANOVA Kadar Vitamin C Cabai Kering	37
Lampiran 7 Hasil Uji Lanjut Duncan kadar vitamin C	37

I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Masyarakat Indonesia diketahui sangat menyukai makanan yang kaya rasa. Salah satu yang menjadi favorit adalah rasa pedas. Cabai sebagai salah satu penghasil rasa pedas seringkali dijumpai sebagai bumbu masak pada skala rumah tangga. Bahkan beberapa hidangan seperti gorengan dan yang lainnya juga dikonsumsi dengan sambal. Pemanfaatan cabai juga terjadi pada skala industri untuk membuat produk seperti, sambal, saus, hingga bumbu masak instan. Di Indonesia sendiri dikenal berbagai jenis cabai seperti cabai rawit, cabai besar, cabai keriting, paprika, dan yang lainnya. Cabai merah (*Capsicum annum* L.) merupakan salah satu jenis cabai yang sering digunakan oleh masyarakat Indonesia.

Seiring dengan perkembangan industri serta meningkatnya jumlah penduduk kebutuhan cabai juga ikut meningkat (Dendang *et al.* 2016). Tercatat pada tahun 2019 bahwa produksi cabai merah mencapai 1,2 juta ton. Sedangkan tingkat konsumsi rumah tangga cabai merah pada tahun tersebut mencapai 404.723 ton (BPS 2020). Hal ini memperlihatkan bahwa lebih dari setengah cabai yang telah dipanen terbuang sia-sia. Selain itu, masalah yang terjadi di Indonesia adalah harga cabai yang sangat mudah berubah dengan ekstrimnya. Perubahan tersebut biasanya terjadi karena adanya lonjakan permintaan pada momen tertentu seperti hari raya ataupun disebabkan karena cuaca. Di sisi lain, saat musimnya harga cabai akan menurun drastis karena hasil panen yang didapat sangat melimpah sedangkan cabai tidak tahan untuk disimpan dalam jangka waktu lama (Maflahah 2010).

Salah satu penyebab umur simpan cabai yang pendek dan mudah rusak adalah karena cabai mengandung air yang tinggi (Ramdani *et al.* 2018). Cabai mengandung air sekitar 60-85% saat panen (Mikasari 2016). Hal tersebut mengindikasikan bahwa perlu dilakukan usaha penanganan pascapanen agar kerusakan dapat dikurangi serta dapat meningkatkan nilai tambah, pendapatan serta kesejahteraan masyarakat khususnya petani dan pelaku usaha (Ramdani *et al.* 2018). Salah satu upaya dalam penanganan pascapanen yang dapat dilakukan adalah dengan mengeringkan cabai. Pengeringan telah diketahui dapat memperpanjang umur simpan dengan mengurangi kandungan air dalam cabai. Oleh karena itu, pengeringan dapat menjadi alternatif untuk menanggulangi kelebihan produksi cabai saat musim panen raya (Dendang *et al.* 2016).

Pengeringan dapat dilakukan secara alami dengan memanfaatkan sinar matahari maupun dengan alat pengering buatan. Di Indonesia pengeringan dengan memanfaatkan matahari masih banyak dilakukan oleh petani untuk mengeringkan hasil panennya. Karena pengeringan tersebut dinilai metode yang ekonomis, serta tidak menggunakan peralatan khusus dan konsumsi energi yang rendah. Namun faktor cuaca yang tidak menentu dapat mengganggu proses pengeringan ini (Gunawan 2016). Selain itu, produk yang dihasilkan umumnya tidak seragam. Metode pengeringan ini juga rentan terhadap kontaminasi benda asing dari lingkungan.

Metode pengeringan alternatif yang dapat digunakan dengan menggunakan oven *microwave*. Pada pengeringan dengan oven *microwave*, gelombang mikro diserap oleh air yang dikandung bahan pangan. Kejadian ini membuat air dalam bahan bergerak dengan cepat. Hal tersebut menghasilkan energi panas sehingga air

dari bahan pangan menguap keluar (Okeke *et al.* 2014). Penguapan air terjadi lebih merata pada tiap bagian bahan yang dikeringkan. Sehingga pengeringan terjadi lebih cepat. Tetapi proses pemanasan yang terlalu cepat juga dapat menyebabkan bahan hangus, terbakar, atau rusak dengan cepat. Sedangkan uap air belum sepenuhnya keluar dari bahan. Oleh karena itu diperlukan optimasi pengeringan dengan oven *microwave* sehingga diperoleh proses pengeringan dengan oven *microwave* yang menghasilkan mutu produk lebih baik.

1.2 Rumusan Masalah

Pengeringan cabai merah dengan menggunakan oven *microwave* sebelumnya sudah pernah dilakukan dengan proses pra-pengeringan menggunakan oven pemanas. Tetapi hal tersebut mengonsumsi banyak energi yang digunakan karena waktu pra-pengeringan yang lama. Pada oven *microwave* suhu yang dihasilkan tidak dapat dikontrol. Sehingga dapat menyebabkan terjadinya *overheating* pada bahan yang dikeringkan. Oleh karena itu dilakukan pengeringan oven *microwave* dengan kombinasi penghembusan udara dari kipas angin agar dapat mengurangi terjadinya *overheating* serta membantu mempercepat proses pengeringan. Selain itu, dilakukan proses ekuilibrase agar kandungan air bahan merata sehingga diperoleh pengeringan yang seragam dengan hasil yang lebih baik.

1.3 Tujuan Penelitian

1.3.1 Tujuan Umum

Secara umum penelitian ini bertujuan untuk menentukan proses optimum pengeringan cabai merah menggunakan kombinasi oven *microwave* dan kipas angin.

1.3.2 Tujuan Khusus

Adapun tujuan khusus penelitian ini yaitu:

- a) Mengidentifikasi laju pengeringan pada pengeringan cabai dengan kombinasi oven *microwave* dan kipas angin
- b) Menentukan mutu warna dan kadar vitamin C cabai merah kering hasil pengeringan dengan kombinasi oven *microwave* dan kipas angin.

1.4 Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi untuk merancang proses pengeringan cabai merah sehingga diperoleh metode pengeringan yang lebih cepat dan efisien serta memiliki hasil yang baik.

II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman Cabai

Cabai telah dikenal sejak 7000 tahun sebelum masehi. Mulanya cabai merupakan tanaman liar yang tumbuh di Amerika Tengah dan Selatan serta Meksiko. Pembudidayaan cabai diduga telah berlangsung lebih dari 5000 tahun lalu. Kemudian tanaman ini dikenalkan secara luas oleh Columbus ke Eropa dan berkembang menjadi salah satu rempah-rempah yang penting. Masuknya cabai ke Asia Tenggara termasuk Indonesia diduga berawal dari perdagangan bangsa portugis sekitar tahun 1542 (Djarwaningsih 2005).

Cabai dikategorikan sebagai buah dalam ilmu botani. Termasuk ke dalam famili terung-terungan (*Solanaceae*), serta genus *Capsicum*. Terdapat sekitar 20 spesies cabai liar yang kebanyakan berada di Amerika Selatan. Namun yang telah diketahui dan dibudidayakan berjumlah 5 spesies. Di antaranya adalah *Capsicum annum*, *Capsicum frutescens*, *Capsicum baccatum*, *Capsicum pubescens*, dan *Capsicum chinense*. Di Indoensia sendiri tanaman cabai yang terkenal terdiri dari dua jenis yaitu cabai besar (*C. annum*) dan cabai rawit (*C. frutescens*) (Setiadi 2008).

Tanaman ini dikategorikan sebagai terna atau setengah perdu serta merupakan tanaman semusim dengan umur sekitar 2-3 tahun. Masing-masing jenis cabai memiliki ciri yang berbeda baik dari daun, mahkota bunga, maupun rasanya. Secara umum cabai dapat tumbuh sekitar 45-150 cm (Djarwaningsih 2005). Cabai memiliki sistem perakaran yang kuat dengan jenis akar tunggang yang terdiri dari akar utama dan lateral. Batang cabai tegak dan berkayu dengan panjang sekitar 30-37,5 cm serta diameter 1,5-3 cm dengan warna hijau tua. Umumnya batang cabai memiliki cabang antara 7-15 per tanaman (Tim Penyusun Agriflo 2021). Cabai memiliki bunga tunggal yang muncul di ujung ranting. Bunga pertama biasanya muncul setelah 23-31 hari setelah tanam (HST) (Undang 2014). Kelopak bunga cabai seperti lonceng dengan mahkota berbentuk bintang yang berwarna putih (Djarwaningsih 2005).

Buah cabai memiliki bentuk lonjong yang bervariasi besarnya tergantung dengan jenisnya. Buah cabai tumbuh pada percabangan atau ketiak daun dengan posisi menggantung (Rachmawati 2008). Biasanya buah tersebut pertama terbentuk pada umur 29-40 HST. Pada saat muda biasanya buah berwarna hijau, hijau tua, putih atau putih kekuningan. Sedangkan ketika buah sudah tua warnanya berubah menjadi merah, merah tua, hijau kemerah-merahan, bahkan merah gelap mendekati ungu tergantung dengan jenis cabainya (Ripangi 2012). Cabai merah sendiri memiliki buah yang agak gemuk dengan kulit buah tebal, permukaan buah rata, serta rasa tidak begitu pedas (Sembiring 2009). Biji cabai berwarna putih hingga kuning jerami yang menempel pada plasenta buah (Tim Penyusun Agriflo 2021).

Tanaman cabai dapat tumbuh optimal pada ketinggian 0–1800 mdpl. Ketinggian lokasi penanaman sangat berhubungan dengan suhu udara serta kelembapan udara. Karena perbedaan suhu dan kelembapan memiliki pengaruh terhadap hasil panen cabai yang diperoleh (Ripangi 2012). Tanah yang gembur, dengan struktur remah, bebas gulma serta kandungan unsur hara yang cukup membuat pertumbuhan cabai menjadi lebih optimum (BPTP Sumut 2012).

Menurut Olatunji dan Afolayan (2018), suhu optimal pertumbuhan cabai berkisar 18-30 °C. Pembungaan dapat tertunda jika suhu siang hari < 25 °C serta kuncup bunga akan gugur pada suhu di atas 32 °C saat malam hari. Iklim yang lembab hingga agak lembab sangat cocok untuk menanam cabai merah. Pada daerah beriklim sangat basah tanaman cabai rentan terserang penyakit daun seperti bercak hitam (antraknosa). Cabai merah biasa ditanam pada musim kemarau. Tanaman cabai merah tumbuh dengan baik pada lokasi yang bercurah hujan 600-1200 mm per tahun. Jika cabai ditanam pada musim penghujan biasanya banyaknya lalat buah yang datang menyerang buah muda hingga kehilangan hormon pelepas pada tangkai yang menyebabkan buah tersebut gugur atau rusak (Amin 2019).

2.2 Manfaat dan Kandungan Gizi Cabai

Cabai sering digunakan sebagai bahan masakan serta penggugah selera makan karena rasa pedas yang dihasilkannya (Wiryanta 2002). Selain dikonsumsi segar, cabai juga biasa diolah menjadi berbagai produk. Seperti cabai bubuk, cabai kering, tepung cabai, hingga pewarna (Khairunnisa 2011). Di samping kegunaan tersebut cabai juga diketahui memiliki banyak kandungan gizi yang bermanfaat untuk tubuh. Adapun kandungan gizi tersebut dapat dilihat pada tabel 1.

Cabai merupakan salah satu tanaman yang diketahui memiliki kandungan antioksidan yang tinggi (Chuah *et al.* 2008). Menurut Pundir *et al.* (2016), beberapa jenis cabai memiliki kandungan vitamin C hingga 6 kali lipat lebih banyak dibanding buah jeruk. Kandungan vitamin C yang tinggi ini dapat memperkuat sistem kekebalan tubuh serta mencegah infeksi saluran pernafasan. Warna merah pada cabai diperoleh dari kandungan pigmen karotenoid, berupa *capsanthin*, *capsorubin*, *cryptoxanthin*, dan *zeaxanthin*. *Capsanthin* dan isomer *capsorubin* menyumbang paling banyak dibanding karotenoid yang lain dengan masing-masing terdiri atas 30-60% dan 6-18% (Nadeem *et al.* 2011). Cabai juga dapat menjadi sumber mineral yang baik untuk tubuh. Berdasarkan penelitian Ali dan Tsou (1997), kandungan zat besi cabai yang ditanam pada sebidang tanah tertentu dapat dua kali lipat lebih banyak dibanding beberapa sereal.

Tabel 1 Kandungan gizi buah cabai merah per 100 gram (Ashari 2006)

No	Kandungan Gizi (satuan)	Jumlah
1	Air (%bb)	90,00
2	Energi (kal)	32,00
3	Protein (g)	0,50
4	Lemak (g)	0,30
5	Karbohidrat (g)	7,80
6	Serat (g)	1,60
7	Abu (g)	0,50
8	Kalsium (mg)	29,00
9	Fosfor (mg)	45,00
10	Besi (mg)	0,50
11	Vitamin A (IU)	470,00
12	Vitamin C (mg)	18,00
13	Tiamin (mg)	0,05
14	Riboflavin (mg)	0,06
15	Niasin (mg)	0,90

Selain memiliki warna yang menarik serta rasa dan aroma yang khas, cabai juga mempunyai manfaat untuk kesehatan. Terdapat kandungan yang dikenal dengan *capsaicinoid* yang ada pada cabai. *Capsaicinoid* yang ada pada cabai terdiri atas lima senyawa yakni *capsaicin*, *norhidro capsaicin*, *dihidro capsaicin*, *homocapsaicin*, dan *homodihidro capsaicin*. Kandungan *capsaicin* ($C_{18}H_{27}NO_3$) dan *dihidrocapsaicin* menyumbang paling banyak dengan lebih dari 80% dari total kandungan *capsaicinoid*. *Capsaicin* ini berada pada plasenta buah cabai dan sebagai penghasil rasa pedas pada cabai. Di sisi lain, senyawa ini memiliki banyak manfaat sehingga sering digunakan pada bidang kesehatan juga. Chakrabarty *et al.* (2017) menjelaskan, kandungan capsaicin diketahui dapat mengurangi nyeri arthritis, neorupati diabetes, sakit kepala, menyembuhkan masalah usus, meningkatkan kesehatan jantung serta melindungi serangan stroke.

2.3 Panen dan Pascapanen Cabai

Pemanenan cabai biasanya sudah dapat dilakukan saat tanaman cabai berumur 70–90 hari. Cabai siap dipanen ketika sekitar 60% buah cabai sudah berwarna merah. Jika panen dilakukan pada buah yang terlalu muda dapat membuat cabai cepat rusak, layu, serta tidak tahan guncangan saat pengangkutan (Taufik 2011). Pemanenan cabai dilakukan dengan memetik buah serta tangkainya. Panen sebaiknya dilakukan pada pagi hari agar cabai tidak cepat busuk baik dalam penyimpanan maupun transportasi (Ripangi 2012).

Cabai yang telah dipanen dapat mengalami kerusakan dan kelayuan. Menurut Piay *et al.* (2010), tingkat kerusakan cabai merah dapat mencapai 40%. Hal ini disebabkan oleh sifat fisiologis yang dimiliki cabai. Selain itu penanganan pascapanen cabai belum diterapkan sepenuhnya dikarenakan masih terbatasnya pengetahuan petani serta fasilitas yang ada (Taufik 2011). Hal lain yang sering menjadi penyebab rusaknya mutu cabai adalah hama penyakit yang biasa menyerang tanaman cabai.

Menurut Zam *et al.* (2019), teknologi pascapanen merupakan hal yang penting dalam upaya mempertahankan serta meningkatkan nilai jual cabai. Penanganan pascapanen sudah dimulai sejak cabai telah dipetik hingga cabai dipasarkan. Sebelum ditangani lebih lanjut, cabai yang telah dipetik dihamparkan ditempat teduh untuk mengendalikan kestabilan warna dikarenakan berkurangnya proses metabolisme, proses ini disebut *curing* (Ripangi 2012). Cabai yang telah melewati proses tersebut dapat langsung disortasi dan grading. Pada tahap ini dapat ditentukan cabai mana saja yang layak dijual segar atau menjadi produk olahan cabai (Piay *et al.* 2010). Persyaratan mutu cabai merah segar berdasarkan SNI 01-4480-1998 dapat dilihat pada tabel 2.

Tanaman cabai merupakan tanaman yang sangat dipengaruhi oleh iklim. Ada kalanya panen cabai melimpah sedangkan harga cabai tidak stabil. Wiryanta (2002) menyatakan bahwa perlu dilakukan proses penyimpanan dengan tujuan menjaga kesegaran buah cabai dalam waktu yang lama sebagai pasokan saat harga telah stabil. Sebelum dipasarkan ke daerah lain, cabai dikemas terlebih dahulu. Pengemasan yang umum terjadi di Indonesia adalah dengan karung goni atau plastik (Setiadi 2021). Selain dijual dalam bentuk segar, cabai juga dapat diproses lebih lanjut sehingga dapat menaikkan nilai jualnya. Produk olahan cabai yang biasa dibuat adalah cabai giling, cabai kering, bubuk cabai, serta saus cabai (Ripangi 2012).

Tabel 2 Syarat mutu cabai merah segar (SNI 01-4480-1998)

No	Jenis uji	Satuan	Persyaratan		
			Mutu I	Mutu II	Mutu III
1	Keragaman warna	%	Merah \geq (95)	Merah \geq (95)	Merah \geq (95)
2	Keseragaman	%	Seragam (98)	Seragam (96)	Seragam (95)
	Bentuk	%	98 normal	96 normal	95 normal
3	Kesragaman ukuran				
	- Panjang buah	cm	12-14	9-11	< 9
	- Garis tengah pangkal	cm	1,5-1,7	1,3-< 1,5	< 1,3
4	Kadar kotoran	%	1	2	3
5	Tingkat kerusakan dan busuk	%	0	1	2

Catatan :

Mutu II: 5% dari jumlah buah atau panjang dan diameter buah boleh tidak memenuhi syarat mutu I, tetapi masih memenuhi syarat mutu II

Mutu III: 10% dari jumlah buah atau panjang dan diameter buah boleh tidak memenuhi syarat mutu II, tetapi masih memenuhi syarat mutu III

2.4 Pengeringan

Pengeringan merupakan salah satu metode tertua yang dapat digunakan untuk memperpanjang umur simpan. Prinsipnya adalah mengurangi kadar air bahan hingga titik di mana aktivitas mikroba, enzim, serta proses kimia yang terjadi dalam bahan dapat dikurangi atau dihambat (Muchtadi dan Sugiyono 2018). Air memiliki derajat keterikatan yang berbeda-beda di dalam bahan pangan. Ada yang terikat secara fisik dan juga kimia. Semakin lemah ikatannya, maka semakin mudah air dapat dihilangkan dari bahan pangan. Mikroba umumnya memanfaatkan air bebas untuk pertumbuhannya. Air bebas memiliki ikatan yang lemah sehingga mudah dihilangkan dengan proses pengeringan. Dengan begitu bahan pangan yang dikeringkan menjadi lebih tahan lama (Sitanggang *et al.* 2019).

Proses pengeringan pada dasarnya terdiri dari proses pindah panas serta pindah massa secara bersamaan. Pertama, panas berpindah dari medium pemanas ke bahan. Kemudian perpindahan massa uap air dari bagian dalam ke permukaan bahan hingga menguap ke udara sekitar (Ekechukwu dan Norton 1999). Perpindahan panas ini dapat terjadi secara konveksi, konduksi, dan radiasi. Proses pindah panas terjadi karena suhu udara pengering lebih tinggi dari pada suhu bahan. Sedangkan perpindahan massa disebabkan karena adanya perbedaan konsentrasi air pada bahan pangan dengan udara. Mula-mula air yang berada di bagian permukaan bahan menguap ke udara. Hal tersebut menyebabkan adanya perbedaan konsentrasi air antara bagian dalam dan permukaan bahan. Air yang berada di bagian dalam bahan selanjutnya berdifusi ke permukaan dan kemudian menguap ke udara akibat adanya perbedaan konsentrasi tersebut (Syah 2012).

Menurut Muchtadi dan Sugiyono (2018), ada beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam proses pengeringan yang dapat memengaruhi kecepatan pengeringan, diantaranya:

a. Luas Permukaan

Bahan pangan biasanya dipotong atau diiris sebelum dikeringkan. Perlakuan tersebut memperluas permukaan bahan sehingga menyebabkan permukaan yang berhubungan dengan medium pemanas menjadi lebih banyak. Selain itu, pemotongan atau pengirisan juga mengurangi jarak massa air dari pusat bahan ke permukaan. Sehingga proses pengeluaran uap air lebih cepat.

b. Suhu

Umumnya perpindahan panas dapat terjadi lebih cepat saat perbedaan suhu antara medium pemanas dan bahan semakin besar. Suhu udara yang lebih tinggi menyebabkan uap air yang dapat ditampung semakin banyak sebelum terjadinya kejenuhan. Dengan demikian uap air lebih banyak diambil oleh udara yang bersuhu tinggi dibandingkan dengan udara dingin.

c. Kecepatan Udara

Udara yang bergerak dapat mengambil lebih banyak uap air. Selain itu udara yang bergerak juga akan menghilangkan air dari permukaan bahan sehingga dapat mencegah terjadinya atmosfer jenuh yang dapat memperlambat penghilangan air.

d. Kelembaban Udara

Semakin kering udara yang digunakan sebagai medium pengeringan maka semakin cepat juga terjadinya penguapan air. Bahan yang telah dikeringkan dapat menyerap air dari udara disekitar karena sifatnya higroskopis. Bahan pangan dapat dikeringkan lagi selama kelembaban nisbi udara lebih kecil dari keseimbangan kelembaban nisbi. Tetapi jika kelembaban nisbi udara lebih besar, maka bahan pangan dapat menyerap uap air dari udara.

e. Tekanan Atmosfer dan Vakum

Air dapat mendidih pada suhu kurang dari 100 °C pada tekanan udara di bawah 1 atmosfer. Dengan demikian air dalam bahan pangan dapat dihilangkan di ruangan vakum dengan suhu yang lebih rendah.

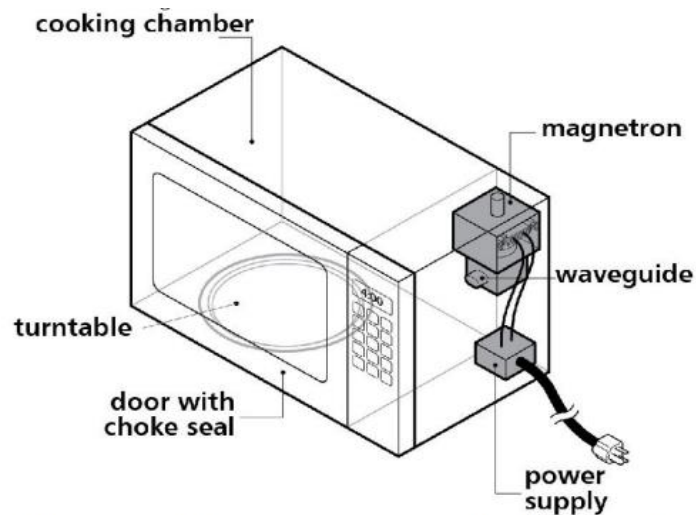
Keuntungan yang dapat diperoleh dari proses pengeringan diantaranya mengurangi kerusakan dan mengawetkan bahan, mengurangi biaya pengemasan, transportasi dan penyimpanan, serta menjamin ketersediaan produk yang bersifat musiman. Di samping itu, terdapat beberapa kekurangan yang sering diperoleh dari proses pengeringan yaitu terjadinya perubahan warna produk, kandungan vitamin (terutama yang rentan panas) lebih rendah, adanya *case hardening* yaitu kondisi permukaan bahan kering sedangkan bagian dalam masih basah, serta terkadang mutu bahan lebih rendah (Yani dan Fajrin 2013).

2.5 Pengeringan Oven *Microwave*

Gelombang mikro termasuk bagian dari gelombang elektromagnetik dengan frekuensi antara 300 Mhz dan 300 Ghz serta panjang gelombang 1 mm hingga 1 m. Gelombang mikro telah dimanfaatkan dalam kehidupan sehari-hari. Salah satu aplikasi penggunaan gelombang mikro dalam pengolahan pangan adalah adanya alat oven *microwave* (Okeke *et al.* 2014). Secara umum frekuensi gelombang mikro yang ditetapkan sesuai *Industrial Science and Medical Frequency* (ISM) pada oven *microwave* adalah 915 dan 2450 MHz. Tetapi yang sering digunakan adalah frekuensi 2450 Mhz dengan panjang gelombang 12,2 cm. Hammack *et al.* (2012) menerangkan bahwa penggunaan frekuensi gelombang ini agar tidak mengganggu gelombang elektromagnetik lain karena semakin berkembangnya perangkat yang memanfaatkan energi elektromagnetik.

Gelombang mikro yang dihasilkan oven *microwave* akan diserap oleh bahan yang bersifat polar. Air memiliki sifat polar dengan muatan yang berbeda pada tiap ujungnya. Oleh karena itu, ketika dipancarkan gelombang mikro akan berinteraksi dengan air. Hal tersebut menyebabkan struktur dipol air yang mulanya tidak beraturan ditarik sejajar dan kembali lagi saat gelombang berelaksasi. Proses ini terjadi milyaran kali per detik secara terus-menerus. Akibatnya terjadi konversi energi listrik menjadi panas. Adanya panas tersebut mengakibatkan terjadinya penguapan air dari bahan pangan (Al-duri dan McIntyre 1992).

Gelombang mikro pada oven *microwave* dihasilkan dari sebuah magnetron. Terdapat isolator yang berfungsi untuk melindungi agar gelombang yang dipantulkan tidak kembali ke magnetron. Gelombang tersebut kemudian dihantarkan pada pipa logam berongga yang disebut *waveguide* (Okeke *et al.* 2014). Pada oven *microwave* pintu dibuat dengan *interlock system* agar lebih aman. Dengan begitu gelombang mikro tidak memancar keluar ketika pintu oven *microwave* dibuka (Muchtadi dan Sugiyono 2018). Badan oven *microwave* dibuat dari bahan metal/logam. Pada frekuensi ini benda metal/logam memantulkan gelombang tersebut. Tetapi benda logam khususnya yang berujung tajam tidak boleh dimasukkan ke dalam oven *microwave*. Karena arus induksi pada permukaan logam dapat beresonansi dengan medan gelombang mikro dan menghasilkan tegangan tinggi diujungnya. Hal itu dapat menyebabkan terjadinya pelepasan muatan. Akibatnya dapat terbentuk percikan api (Sun *et al.* 2016). Selain itu, wadah untuk menaruh bahan dibuat agar dapat memutar. Dengan begitu penyebaran gelombang mikro yang terjadi akan merata pada tiap bagian bahan. Komponen oven *microwave* dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1 Komponen oven *microwave*

Perbedaan oven *microwave* dengan oven konveksi terletak pada proses pemanasan bahan pangan yang terjadi. Pada oven konveksi pemanasan terjadi melalui transfer panas dari udara pemanas ke permukaan bahan. Kemudian panas merambat ke bagian dalam dan memanaskan bahan. Proses tersebut menyebabkan bagian permukaan bahan mendapat panas yang lebih intensif dibandingkan dengan bagian dalam bahan. Sehingga permukaan bahan dapat hangus terlebih dahulu sementara bagian dalamnya masih belum matang/kering (Muchtadi dan Sugiyono 2018).



Gambar 2 Cabai merah hangus hasil pengeringan oven *microwave*

Pada oven *microwave* terjadi pembangkitan panas secara internal akibat reaksi dari gelombang mikro dan air pada bahan. Sehingga proses pindah massa yang terjadi seperti proses pemompaan yang disebabkan karena perbedaan tekanan akibat pembentukan uap yang cepat di dalam bahan. Hal tersebut yang menyebabkan terjadinya pengeringan dengan oven *microwave* lebih cepat (Mujumdar 2015). Tetapi dengan mekanisme tersebut dapat menyebabkan bahan cepat hangus, terbakar, maupun rusak di bagian dalamnya seperti yang terlihat pada gambar 2. Oleh karena itu, pengeringan dengan oven *microwave* biasa dikombinasikan dengan metode lain. Salah satu yang dapat digunakan untuk kombinasi tersebut adalah dengan penghambusan udara. Di mana penghambusan udara dapat menghilangkan air di sekitar permukaan bahan serta dapat menurunkan suhu bahan. Sehingga proses pengeringan cepat tetap terjadi dan suhu bahan tidak terlalu tinggi. Dengan begitu dapat mencegah bahan menjadi hangus. Meskipun demikian, pengeringan yang tidak merata dapat terjadi akibat distribusi kelembaban bahan yang tidak seragam (Li *et al.* 2011). Sehingga dapat dilakukan proses ekuilibrasi untuk menyeimbangkan kelembaban bahan sehingga pengeringan menjadi lebih seragam.

III METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan mulai bulan Desember 2020 hingga Mei 2021 di Laboratorium *Pilot Plant* PAU, Laboratorium Analisis Pangan, dan Laboratorium Departemen ITP di Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor.

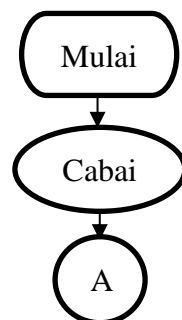
3.2 Alat dan Bahan

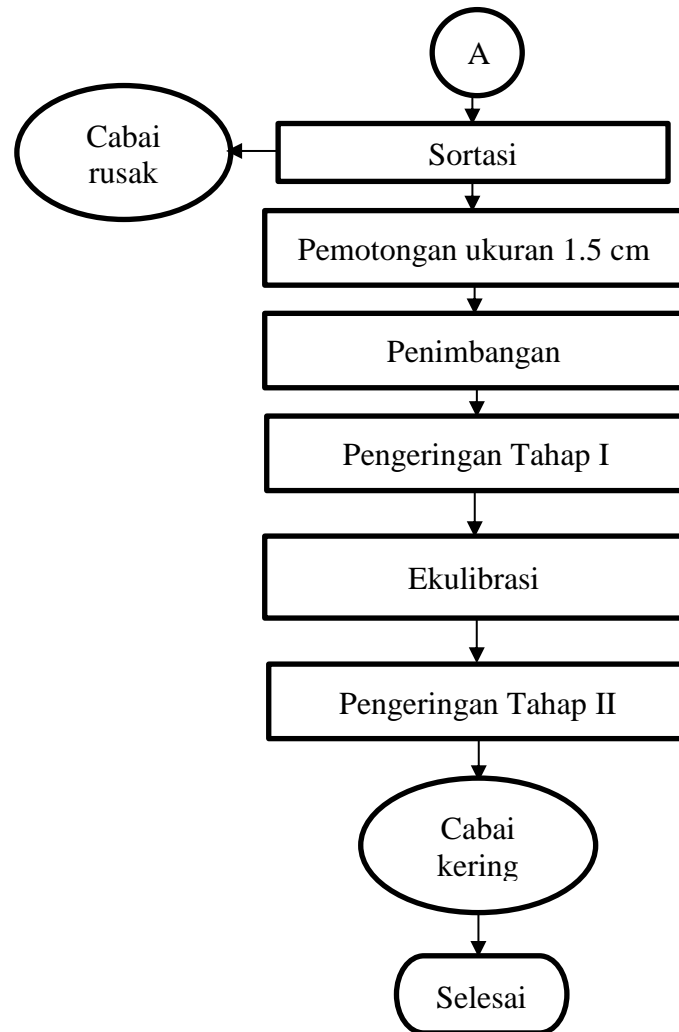
Alat yang digunakan adalah gunting, penggaris, wadah persegi, timbangan, oven *microwave* Panasonic NN-SM322M (2450 Mhz, 450 W), kipas angin, plastik *zipper lock*, kaleng, cawan aluminium, oven pengering, desikator, neraca analitik, blender, *chromameter* (Konica Minolta CR-400), gelas arloji, sudip, gelas piala 100 mL, batang pengaduk, labu ukur 100 mL, botol reagen, pipet mohr 10 mL, pipet tetes, *bulb*, gelas ukur 25 mL, corong, buret, dan erlenmeyer 100 mL.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah cabai merah sebagai bahan utama penelitian, serta bahan untuk analisis kimia yang terdiri atas $K_2Cr_2O_7$, I_2 , KI, $Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$, H_2SO_4 , tisu, kertas saring, amilum, dan aquades.

3.3 Prosedur Kerja

Penelitian ini dilakukan dengan 4 langkah utama yaitu persiapan bahan, pengeringan tahap I, ekulibrasi, dan pengeringan tahap II. Pengeringan dilakukan dengan satu lapis tumpukan. Mula-mula kadar air awal cabai merah diukur dengan metode gravimetri agar kadar air akhir dapat diketahui dari bobot akhir produk. Langkah persiapan bahan terdiri dari proses sortasi, pemotongan, serta penimbangan bobot awal cabai merah. Selanjutnya sampel dipanaskan dalam oven *microwave* kemudian dikeluarkan dan dihembus dengan kipas angin sebagai langkah pengeringan tahap I. Pemanasan dan penghembusan diulang dan kemudian dihentikan sebelum ada bagian cabai yang hangus. Lamanya waktu pemanasan dan penghembusan ditentukan terlebih dahulu. Setelah itu, cabai diekuilibrasikan agar kandungan airnya lebih merata. Pengeringan tahap II juga dilakukan dengan pemanasan di oven *microwave* dan penghembusan dengan kipas angin dan diulang hingga kadar air akhir cabai $\leq 10\%$ (bb). Lama waktu pemanasan dan penghembusan untuk pengeringan tahap II juga ditentukan terlebih dahulu. Langkah pengeringan cabai merah dapat dilihat pada gambar 3.





Gambar 3 Alur pengeringan cabai merah dengan oven *microwave*

3.3.1 Persiapan bahan

Cabai yang digunakan dibeli dari pedagang sayur sekitar kampus. Sebelum digunakan cabai disortasi untuk memisahkan cabai yang rusak serta memilih cabai yang ukurannya seragam. Cabai yang telah disortasi selanjutnya dibuang ujung-ujungnya. Kemudian dipotong sepanjang 1,5 cm dan ditimbang seberat 100 gram.

3.3.2 Pengeringan Tahap I

Pengeringan tahap I terdiri atas proses pemanasan dengan oven *microwave* dan penghembusan dengan kipas angin. Penentuan interval waktu pengeringan tahap I dilakukan dengan cara pemanasan dalam oven *microwave* dengan taraf waktu 60, 90, 120, dan 150 detik diikuti penghembusan kipas angin selama 2, 3, 4, dan 5 menit. Cabai ditimbang setiap selesai pemanasan maupun penghembusan. Dengan begitu dapat diketahui perubahan bobot serta warna secara subyektif yang terjadi pada waktu tersebut. Setelah dilakukan pengujian tersebut, diperoleh 2 taraf kombinasi waktu pemanasan dan penghembusan yang digunakan pada penelitian. Yaitu pemanasan 90 detik dan 3 menit penghembusan serta waktu pemanasan 120 detik dengan 4 menit penghembusan. Pemanasan dan penghembusan ini dilakukan

dengan beberapa siklus hingga ada bagian cabai yang hangus. Selanjutnya siklus yang digunakan ialah satu siklus sebelumnya. Tiap selesai pemanasan maupun penghembusan dilakukan penimbangan untuk memperoleh data perubahan bobot cabai merah yang dapat digunakan untuk melihat perubahan kadar air cabai merah.

3.3.3 Ekuilibrasi

Proses ini dilakukan dengan menaruh cabai hasil pengeringan tahap I pada plastik *zipper lock* dan menyimpannya di dalam kaleng. Harapannya agar tidak terjadi kontak langsung dengan udara luar yang dapat menyebabkan perubahan bobot. Proses ekuilibrasi dilakukan dengan tujuan agar kandungan air yang ada pada sampel cabai menjadi lebih merata. Langkah ini dilakukan dengan menggunakan 3 taraf waktu yaitu 1,2, dan 3 jam.

Perlakuan yang digunakan pada penelitian ini menggunakan kombinasi waktu pengeringan tahap I dan ekuilibrasi. Adapun kombinasi tersebut dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3 Desain kombinasi pengeringan tahap I dan ekuilibrasi

Waktu Pengeringan Tahap I (x) Waktu Ekuilibrasi (y)	Pemanasan 90 detik, penghembusan 3 menit (I)	Pemanasan 120 detik, penghembusan 4 menit (II)
1 jam (A)	IA	IIA
2 jam (B)	IB	IIB
3 jam (C)	IC	IIC

3.3.4 Pengeringan Tahap II

Pengeringan tahap II juga terdiri atas pemanasan menggunakan oven *microwave* serta penghembusan kipas angin. penentuan interval waktu pengeringan tahap II diuji dengan 2 taraf yaitu 60 detik pemanasan dan 2 menit penghembusan udara serta 120 menit pemanasan dan 4 menit penghembusan udara. Tiap siklusnya, cabai ditimbang untuk melihat perubahan bobot dan warna cabai diamati secara subyektif. Dari uji diperoleh waktu pemanasan 60 detik dan penghembusan kipas angin 2 menit yang digunakan. Siklus pengeringan tahap II dilakukan hingga diperoleh kadar air cabai $\leq 10\%$ (bb). Kadar air tersebut ditetapkan berdasarkan SNI 01-3389-1994 yang menyatakan kadar air maksimal cabai kering sebesar 11% (bb).

3.4 Metode Analisis

3.4.1 Pengukuran kadar air awal (AOAC 2012)

Pengukuran kadar air awal bahan dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui kadar air bahan agar dapat ditentukan titik untuk menghentikan pengeringan. Pengukuran ini dilakukan dengan menggunakan metode pengeringan gravimetri. Mula-mula cawan aluminium kosong dikeringkan pada oven. Kemudian cawan kering tersebut diletakkan pada desikator selama ± 15 menit hingga suhunya turun. Cawan kosong tersebut ditimbang dengan neraca analitik serta ditimbang juga

potongan kecil cabai merah seberat ± 3 gram di dalamnya. Setelah itu, cawan yang telah berisi bahan tersebut dikeringkan pada oven dengan suhu $105\text{ }^{\circ}\text{C}$ selama 6 jam. Setelah dikeringkan, cawan berisi bahan tersebut dimasukkan ke dalam desikator selama ± 20 menit. Selanjutnya cawan berisi bahan ditimbang untuk mengetahui berat akhir setelah pengeringan. Nilai kadar air dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$\text{Kadar air (\%bb)} = \frac{W_1 - (W_2 - W)}{W_1} \times 100$$

$$\text{Kadar air (\%bk)} = \frac{W_1 - (W_2 - W)}{(W_2 - W)} \times 100$$

Keterangan:

W = Berat cawan kosong (g)

W1 = Berat bahan sebelum dikeringkan (g)

W2 = Berat bahan setelah dikeringkan + cawan kosong (g)

%bb = Persentase basis basah

%bk = Persentase basis kering

3.4.2 Analisis Laju Pengeringan (Firdaus 2016)

Laju pengeringan dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$W_a = \frac{m_0 - m_1}{\Delta t}$$

Keterangan:

W_a = Laju pengeringan (% g H₂O/ g bahan kering.menit)

m₀ = Kadar air bahan saat waktu ke-t₁ (%bk)

m₁ = Kadar air bahan saat waktu ke-t₂ (%bk)

Δt = Selisih waktu t₁ dan t₂ (menit)

3.4.3 Analisis Warna (Gunal *et al.* 2008)

Analisis warna dilakukan menggunakan alat *chromameter* (Konica Minolta CR-400). Cabai hasil pengeringan diblender terlebih dahulu menjadi bubuk cabai sebagai sampel analisis. Sampel ditempatkan secukupnya dalam cawan petri hingga memenuhi permukaan cawan. Selanjutnya *chromameter* diletakkan pada cawan petri tersebut dan ditekan tombol *start* untuk mengoperasikannya. *Chromameter* merekam data berupa notasi L*, a*, b*. Pengukuran warna dilakukan tiga kali pengulangan pada masing-masing perlakuan penelitian.

Data hasil pengukuran warna berupa nilai L*, a*, dan b* tercatat pada *paper Sheet*. Nilai L* menyatakan parameter kecerahan (*lightness*) (0: hitam, 100: putih). Nilai a* menyatakan cahaya pantul yang menghasilkan warna kromatik campuran merah-hijau dengan nilai a* positif menandakan warna merah dan a* negatif untuk warna hijau dengan rentang nilai dari -60 hingga +60. Notasi b* menyatakan warna kromatik campuran biru-kuning dengan nilai b* positif untuk kuning dan nilai b* negatif untuk warna biru dengan rentang nilai dari -60 hingga +60.

3.4.4 Analisis Kadar Vitamin C (AOAC 2005)

Analisis kadar vitamin C dilakukan dengan metode iodometri. Yaitu dengan menitrasi larutan sampel dengan larutan iod. Metode ini dilakukan dengan beberapa

tahap yang terdiri atas preparasi, standarisasi, dan dilanjutkan dengan analisis kadar vitamin C.

Pada tahap preparasi dibuat larutan iod, indikator amilum 1%, serta larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$. Larutan I_2 dibuat dengan ditimbang 1,2690 g I_2 dan 3 g KI lalu dilarutkan dengan akuades dan diaduk hingga seluruh I_2 larut. Larutan kemudian ditepatkan hingga 100 mL pada labu ukur. Larutan I_2 disimpan pada botol reagen gelap. Selanjutnya ditimbang 1 g amilum lalu dilarutkan dengan 100 mL akuades pada gelas dan dipanaskan untuk membuat indikator amilum 1%. Larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ dibuat ditimbang 2,4818 g $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ dan dilarutkan dengan akuades kemudian ditepatkan 100 mL pada labu ukur.

Larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ distandarisasi dengan larutan $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 0,01 N dengan indikator amilum. Larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ kemudian digunakan untuk tahap standarisasi larutan iod. Selanjutnya dilakukan uji vitamin C. Ditimbang sebanyak 1 g sampel cabai kering dan dilarutkan dengan akuades. Larutan selanjutnya disaring dan siap digunakan. Diambil sebanyak 10 mL larutan cabai lalu diberi H_2SO_4 dan beberapa tetes indikator amilum 1%. Sampel ditirasi dengan larutan iod yang telah distandarisasi sebelumnya sebagai titrannya. Kadar vitamin C dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$\text{Kadar vitamin C (mg/100g)} = \frac{V \times N \times K \times FP}{W} \times 100$$

Keterangan:

V = Volume titrasi (mL)

N = Normalitas larutan Iod (N)

K = Kesetaraan Vitamin C (0,8806 mg)

W = berat sampel (g)

3.5 Analisis Data

Data uji warna dan uji kadar vitamin C diolah secara statistik menggunakan *software* SPSS 22.0. Kedua data tersebut diolah dengan menggunakan metode *one way* ANOVA dengan taraf signifikansi 0,05 dan uji lanjut Duncan jika terdapat pengaruh dari perlakuan yang digunakan.

IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Uji Penentuan Interval Waktu dan Siklus Pengeringan

Penentuan interval waktu pengeringan tahap I dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui kombinasi waktu yang digunakan pada penelitian. Hasil uji yang diperoleh pada penentuan interval waktu tahap I dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4 Hasil uji penentuan interval waktu pengeringan tahap I

Perlakuan	Hasil	Siklus
Pemanasan 60 detik, penghembusan udara 2 menit	Rata-rata penurunan bobot tiap siklus 4,1 g/100 g, warna cabai secara subyektif lebih gelap setelah 13 siklus	13
Pemanasan 90 detik, penghembusan udara 2 menit	Terbentuk uap air sangat banyak dalam waktu singkat pada siklus kedua dan ketiga karena cabai masih cukup panas	3
Pemanasan 90 detik, penghembusan udara 3 menit	Rata-rata penurunan bobot tiap siklus 8,4 g/100 g, warna cabai secara subyektif tidak berubah setelah 7 siklus	7
Pemanasan 90 detik, penghembusan udara 4 menit	Penurunan bobot setelah penghembusan udara tidak berbeda jauh dengan waktu penghembusan udara 3 menit (berbeda 0,2 g/100 g tiap siklus)	3
Pemanasan 120 detik, penghembusan udara 2 menit	Terbentuk uap air sangat banyak dalam waktu singkat pada siklus kedua dan ketiga karena cabai masih cukup panas	3
Pemanasan 120 detik, penghembusan udara 3 menit	Terbentuk uap air sangat banyak dalam waktu singkat pada siklus kedua dan ketiga karena cabai masih cukup panas	3
Pemanasan 120 detik, penghembusan udara 4 menit	Rata-rata penurunan bobot tiap siklus 12,3 g/100 g, warna cabai secara sensorik tidak berubah setelah 5 siklus	5
Pemanasan 120 detik, penghembusan udara 5 menit	Penurunan bobot setelah penghembusan udara tidak berbeda jauh dengan waktu penghembusan udara 4 menit (berbeda 0,2 g/100 g tiap siklus)	3
Pemanasan 150 detik, penghembusan udara 2 menit	Uap air sudah memenuhi oven <i>microwave</i> , terlihat bagian yang mulai hangus setelah siklus kedua	2

Pada tabel 4 diketahui bahwa terdapat 2 kombinasi waktu pemanasan dan penghembusan udara yang dapat digunakan untuk pengeringan tahap I. Yaitu pemanasan 90 detik dengan penghembusan 3 menit dan pemanasan 120 detik dengan penghembusan 4 menit. Ketika waktu pemanasan dilakukan selama 150 detik, uap air yang terbentuk sangat banyak sedangkan mekanisme oven *microwave*

hanya memungkinkan sedikit sekali uap air yang keluar. Kejadian tersebut terlihat dari jendela oven *microwave* yang sudah dipenuhi uap air. Selain itu, cabai sudah mulai berubah warna pada siklus kedua. Hal tersebut menandakan waktu pemanasan ini terlalu lama. Sehingga tidak efektif untuk diterapkan pada pengeringan. Sedangkan dengan waktu pemanasan 60 detik terjadi penurunan bobot yang lambat dengan rata-rata penurunan bobot sebesar 4,1 g/siklus. Dengan begitu siklus pengeringan yang terjadi menjadi lebih banyak. Hal tersebut menyebabkan total waktu pemanasan menjadi lebih lama. Akibatnya dapat memengaruhi perubahan warna cabai karena cabai lebih lama terpapar suhu tinggi.

Waktu penghembusan 3 menit memberikan hasil terbaik untuk perlakuan pemanasan 90 detik. Hasil percobaan menunjukkan bahwa ketika penghembusan dilakukan selama 2 menit, cabai masih cukup hangat sehingga pada pemanasan selanjutnya terbentuk uap air yang sangat banyak dalam waktu singkat. Sehingga jika pemanasan dilanjutkan dapat menyebabkan *overheating*. Sedangkan jika penghembusan udara dilakukan selama 4 menit pada waktu pemanasan 90 detik, penurunan bobot yang diperoleh tidak berbeda jauh dengan penghembusan udara selama 3 menit sehingga tidak efektif jika digunakan. Pada waktu pemanasan 120 detik juga terjadi hal serupa. Di mana ketika penghembusan dilakukan selama 2 dan 3 menit, cabai masih cukup hangat yang menyebabkan uap air terbentuk sangat cepat dalam waktu singkat pada pemanasan selanjutnya. Sehingga dapat membuat cabai merah hangus akibat *overheating*. Sedangkan dengan penghembusan 5 menit penurunan bobot yang diperoleh tidak berbeda jauh dengan waktu penghembusan 4 menit.

Siklus yang diperoleh pada kedua kombinasi waktu tersebut adalah 5 siklus untuk perlakuan pemanasan 90 detik dan penghembusan udara 3 menit serta 7 siklus untuk perlakuan 120 detik pemanasan dan 4 menit penghembusan udara. Hal tersebut diketahui dari hasil percobaan yang menunjukkan cabai mulai hangus pada siklus berikutnya. Akibatnya dapat memengaruhi mutu warna cabai merah kering yang diperoleh.

Waktu pengeringan tahap II ditentukan dengan menguji 2 kombinasi waktu pemanasan dan penghembusan. Kombinasi tersebut adalah pemanasan 60 detik dengan penghembusan 2 menit serta pemanasan 120 detik dengan penghembusan 4 menit. Pemanasan 60 detik dengan penghembusan 2 menit diuji karena melihat penurunan bobot dari pengeringan tahap I sudah cukup besar. Sedangkan pemanasan 120 detik dan penghembusan 4 menit diuji karena merupakan waktu maksimal yang dapat digunakan pada pengeringan tahap I. Diperoleh hasil pada perlakuan pemanasan 60 detik dengan penghembusan 2 menit dapat mencapai kadar air cabai $\leq 10\%$ bb dengan kondisi tidak hangus. Sedangkan pada perlakuan pemanasan 120 detik dengan penghembusan 4 menit cabai sudah mulai hangus sebelum kadar air akhir tercapai.

4.2 Penurunan Kadar Air

Pada penelitian ini dilakukan analisis kadar air awal dengan metode gravimetri. Setelah itu pengeringan dilakukan hingga kadar air cabai merah $\leq 10\%$ (bb). Hasil analisis menunjukkan bahwa cabai merah yang digunakan memiliki kadar air awal yang tinggi berkisar antara $84,34 \pm 0,18$ hingga $85,71 \pm 0,11$. Kadar air cabai merah dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5 Kadar air awal, akhir, dan waktu pengeringan cabai merah

Perlakuan	Rata-rata Kadar Air Awal		Rata-rata Kadar Air Akhir		Waktu		
	%(bb)	%(bk)	%(bb)	%(bk)	Pemanasan Tahap I (menit)	Pemanasan Tahap II (menit)	Total (menit)
IA	84,94 ± 0,14	564,22 ± 5,99	9,70 ± 0,05	10,74 ± 0,06	10,5	11	124,5
IB	85,70 ± 0,17	599,29 ± 8,02	9,44 ± 0,15	10,43 ± 0,19	10,5	15	196,5
IC	85,71 ± 0,11	599,86 ± 5,55	9,63 ± 0,29	10,65 ± 0,35	10,5	18	265,5
IIA	84,34 ± 0,18	538,73 ± 7,54	9,58 ± 0,12	10,59 ± 0,14	10	10	120
IIB	85,45 ± 0,18	587,25 ± 8,66	9,48 ± 0,38	10,47 ± 0,47	10	13	189
IIC	85,68 ± 0,16	598,23 ± 7,83	9,45 ± 0,40	10,43 ± 0,47	10	15	255

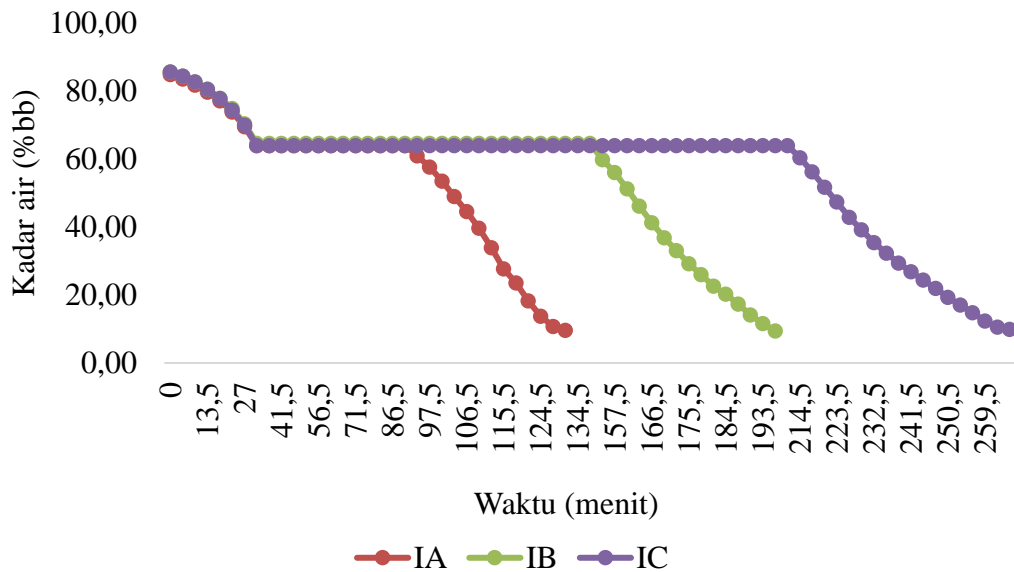
Keterangan:

- IA = Pemanasan 90 detik, penghembusan 3 menit, dan ekuilibrasi 1 jam
 IB = Pemanasan 90 detik, penghembusan 3 menit, dan ekuilibrasi 2 jam
 IC = Pemanasan 90 detik, penghembusan 3 menit, dan ekuilibrasi 3 jam
 IIA = Pemanasan 120 detik, penghembusan 4 menit, dan ekuilibrasi 1 jam
 IIB = Pemanasan 120 detik, penghembusan 4 menit, dan ekuilibrasi 2 jam
 IIC = Pemanasan 120 detik, penghembusan 4 menit, dan ekuilibrasi 3 jam

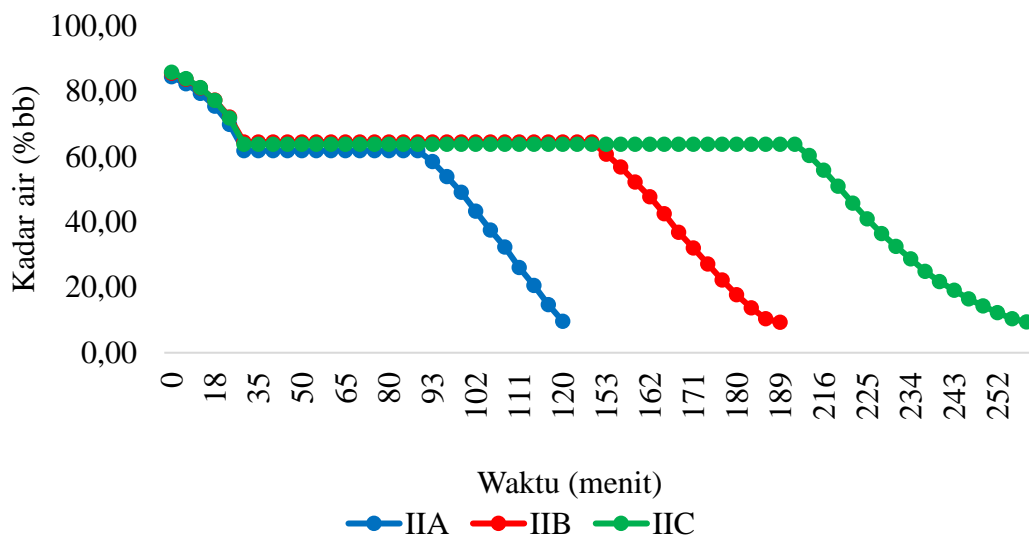
Berdasarkan tabel 5 diketahui bahwa setelah dilakukan pengeringan, diperoleh kadar air akhir cabai merah $9,44 \pm 0,15$ % (bb) sampai $9,70 \pm 0,05$ % (bb). Pada penelitian ini diketahui bahwa waktu pengeringan dengan oven *microwave* sangat cepat. Oven *microwave* menggunakan sistem radiasi ke seluruh bagian cabai. Radiasi tersebut menyebabkan air dalam bahan bergerak dengan sangat cepat dan menghasilkan panas sehingga suhu cabai meningkat dengan sangat cepat dan menguapkan air (Priadi dan Giyarto 2019). Adapun total waktu pemanasan tercepat terjadi pada perlakuan pemanasan 120 detik, penghembusan 4 menit, dan ekuilibrasi 1 jam yaitu selama 20 menit. Cabai yang mulanya memiliki kadar air $84,34 \pm 0,18$ % (bb) setelah dikeringkan kadar airnya menjadi $9,58 \pm 0,12$ % (bb). Sedangkan total waktu pemanasan terlama terjadi pada perlakuan pemanasan 90 detik, penghembusan 3 menit, dan ekuilibrasi 3 jam dengan kadar air awal $85,71 \pm 0,17$ % (bb) yang membutuhkan waktu selama 28,5 menit untuk mencapai kadar air $9,63 \pm 0,29$ % (bb). Adapun grafik kadar air cabai merah dapat dilihat pada gambar 4 dan 5.

Gambar 4 dan 5 menunjukkan bahwa perlakuan pemanasan 90 detik dengan penghembusan 3 menit maupun pemanasan 120 detik dengan penghembusan 4 menit memiliki pola penurunan kadar air yang hampir sama. Pada saat pengeringan tahap I terjadi penurunan kadar air yang semakin cepat. Hal tersebut terlihat dari jarak antar titik grafik yang semakin menjauh. Pada pengeringan oven *microwave*, pada awal periode pemanasan suhu bahan naik dengan cepat dan kehilangan air lambat. Ini menunjukkan bahwa total energi *microwave* diserap langsung oleh

bahan. Selanjutnya suhu tinggi mencapai permukaan cabai dimana sebagian besar air menguap dan kadar air menurun dengan cepat (Ouertani *et al.* 2018). Cepatnya penurunan kadar air pada pengeringan tahap I disebabkan oleh proses pembentukan panas pada bahan terjadi serentak. Akibatnya suhu cabai merah meningkat di mana suhu bagian dalam lebih tinggi dibanding permukaan cabai. Sehingga menyebabkan terjadinya perbedaan tekanan antara bagian dalam dan permukaan cabai. Hal tersebut mendorong pergerakan air yang cepat ke permukaan bahan (Ouertani *et al.* 2015). Siklus pengeringan tahap I terjadi hingga kadar air cabai merah 61,46-66,20% (bb).



Gambar 4 Kadar air cabai merah (%bb) (pemanasan 90 detik, penghambusan 3 menit)



Gambar 5 Kadar air cabai merah (%bb) (pemanasan 120 detik, penghambusan 4 menit)

Saat proses ekuilibrasi kadar air cabai tidak mengalami perubahan. Ini karena saat proses tersebut cabai disimpan pada tempat yang kedap udara sehingga tidak memungkinkan terjadinya penguapan maupun penyerapan air pada cabai. Ekuilibrasi ini dilakukan dengan tujuan untuk meratakan kandungan air pada cabai. Karena setelah pengeringan tahap I kandungan air yang ada pada bagian dalam cabai telah berpindah menuju keluar.

Pada perlakuan IA dan IIA penurunan kadar air saat periode pengeringan tahap II cenderung konstan. Hanya terjadi sedikit perlambatan penurunan kadar air di 3 siklus akhir pada perlakuan IA. Terlihat dari bentuk kurva yang melandai. Sedangkan pada perlakuan IB, IC, IIB dan IIC penurunan kadar air saat pengeringan tahap II konstan pada sekitar 5 siklus awal dan semakin melambat hingga akhir siklus pengeringan tahap II. Sehingga grafik yang terbentuk menjadi landai. Pada gambar 4 dan 5 juga diketahui bahwa semakin lama waktu ekuilibrasi maka semakin lambat juga penurunan kadar air pada pengeringan tahap II. Ini mungkin disebabkan karena semakin lama waktu ekuilibrasi maka kandungan air pada bahan lebih merata. Hal tersebut menyebabkan penguapan air yang cepat di awal tetapi tidak dapat dipertahankan hingga akhir karena cabai sudah mulai kehilangan lebih banyak air. Sehingga dibutuhkan energi yang lebih besar untuk menguapkan sisa air yang dikandung cabai merah yang menyebabkan melambatnya penurunan kadar air.

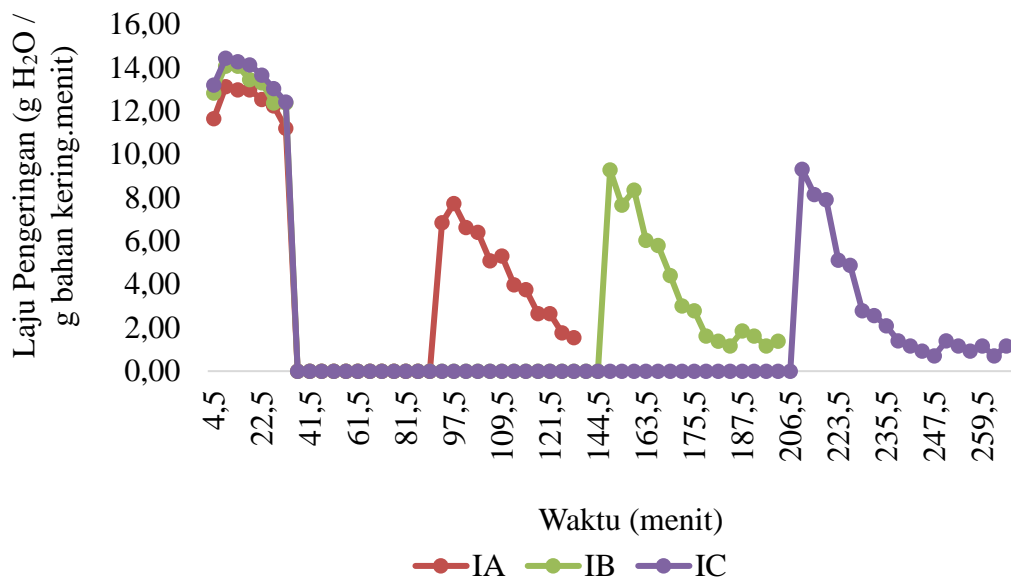
4.3 Laju Pengeringan

Grafik laju pengeringan yang diperoleh dapat dilihat pada gambar 6 dan 7. Seperti tampak pada gambar bahwa laju pengeringan semakin menurun seiring berjalannya waktu pengeringan. Pada pengeringan tahap I baik pada perlakuan pemanasan 90 detik dengan penghembusan 3 menit maupun pemanasan 120 detik dengan penghembusan 4 menit mula-mula terjadi peningkatan laju pengeringan dari siklus pertama ke siklus kedua. Hal ini menunjukkan bahwa terjadi penyesuaian suhu bahan yang dikeringkan. Di mana mulanya cabai bersuhu normal ruang dan kemudian menjadi panas hingga mulai menguapkan air pada cabai. Selanjutnya terjadi penurunan laju pengeringan pada pengeringan tahap I hingga cabai diekuilibrasi. Diketahui bahwa laju pengeringan yang terjadi pada pengeringan tahap I berkisar 11,20-15,10g H₂O/g bahan kering.menit. Penurunan laju pengeringan ini terjadi karena air yang dikandung cabai semakin berkurang seiring berjalannya waktu. Selanjutnya laju pengeringan berhenti pada proses ekuilibrasi. Karena pada saat tersebut tidak terjadi perubahan kadar air cabai.

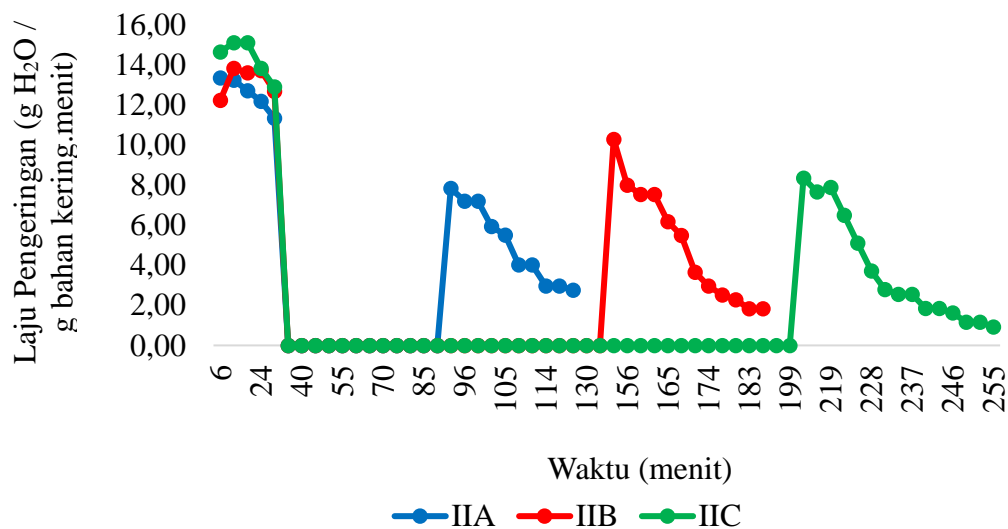
Laju pengeringan meningkat kembali saat mulai dilakukan pengeringan tahap II. Diketahui Perlakuan ekuilibrasi 2 jam menghasilkan laju pengeringan tertinggi pada saat dimulainya pengeringan tahap II. Laju pengeringan tertinggi selajutnya diikuti oleh perlakuan ekuilibrasi 3 jam dan yang terakhir pada perlakuan ekuilibrasi 1 jam. Pada perlakuan IA dan IIA diketahui bahwa laju pengeringan saat pengeringan tahap II yang terjadi cenderung memiliki penurunan yang konstan hingga akhir waktu pengeringan. Sedangkan pada perlakuan IB, IC, IIB, dan IIC terjadi penurunan laju pengeringan yang cepat pada 5-6 siklus awal pengeringan tahap II. setelah itu penurunan laju pengeringan semakin melambat dan lebih teratur. Melambatnya penurunan laju pengeringan mungkin disebabkan karena pada perlakuan IB, IC, IIB, dan IIC mula-mula laju pengeringannya lebih tinggi di awal siklus pengeringan tahap II sehingga penguapan air yang terjadi lebih banyak.

Sehingga setelah 5-6 siklus pengeringan tahap II air yang dikandung sudah semakin sedikit dan semakin sulit untuk diuapkan.

Menurut Fatimah (2006), pada pengeringan dengan oven *microwave* laju pengeringannya dipengaruhi oleh kemampuan bahan untuk menyerap energi *microwave* tersebut. Kandungan air pada cabai merah sangat tinggi sehingga memungkinkan terjadinya laju pengeringan yang tinggi pada awal pengeringan. Sedangkan seiring berjalannya waktu pengeringan laju pengeringannya menurun karena sudah semakin berkurangnya komponen yang mampu menyerap energi *microwave*. Sehingga perubahan energi panas yang meningkatkan suhu dan mampu menguapkan air dari bahan semakin berkurang.



Gambar 6 Laju Pengeringan (pemanasan 90 detik, penghembusan 3 menit)



Gambar 7 Laju Pengeringan (pemanasan 120 detik, penghembusan 4 menit)

4.4 Warna Cabai Kering

Warna merupakan salah satu karakteristik yang dapat berubah karena proses pengeringan. Warna cabai berasal dari kandungan karotenoid pada cabai. Proses pengeringan umumnya dapat membuat karotenoid terdegradasi serta dapat menyebabkan terjadinya reaksi pencoklatan. Sehingga dapat merubah warna cabai (Parfiyanti *et al.* 2016). Analisis warna dilakukan dengan *chromameter* dengan tujuan untuk mengetahui perbedaan warna secara obyektif pada masing-masing perlakuan. Hasil uji warna cabai merah kering dapat dilihat pada tabel 6.

Tabel 6 Nilai L*, a*, dan b* cabai merah kering

Hasil Uji	Perlakuan					
	IA	IB	IC	IIA	IIB	IIC
Nilai L*	40,78 ^a	43,35 ^a	43,61 ^a	41,54 ^a	42,25 ^a	41,02 ^a
Nilai a*	36,01 ^h	36,66 ^h	37,55 ^h	37,10 ^h	34,95 ^h	37,39 ^h
Nilai b*	39,87 ^x	44,00 ^y	48,84 ^z	45,86 ^y	44,00 ^y	45,60 ^y

Keterangan: huruf berbeda yang mengikuti angka pada baris yang sama menunjukkan perbedaan nyata pada taraf signifikansi 5% ($p < 0,05$)

Hasil uji warna pada tabel 6 menunjukkan bahwa tingkat kecerahan (L*) cabai merah kering berkisar antara 40,78 hingga 43,61. Pada tabel 6 diketahui bahwa nilai L* tertinggi terdapat pada perlakuan pemanasan 90 detik, penghembusan 3 menit, dan 3 jam ekuilibrasi (IC). Sedangkan nilai L* terendah terjadi pada perlakuan pemanasan 90 detik, penghembusan 3 menit, dan 1 jam ekuilibrasi (IA). Hasil uji ANOVA pada lampiran 2 menunjukkan bahwa baik waktu pemanasan dan penghembusan maupun ekulibrasi yang diberikan tidak menghasilkan perbedaan nyata nilai L* pada sampel ($p \geq 0,05$). Nilai L* yang diperoleh pada semua sampel menunjukkan bahwa cabai merah kering hasil pengeringan dengan oven *microwave* cukup cerah.

Nilai a* menunjukkan intensitas warna merah-hijau yang dominan pada sampel. Dimana nilai a* positif menunjukkan sampel berwarna merah sedangkan nilai a* negatif menunjukkan sampel berwarna hijau. Warna merah pada cabai terutama berasal dari *capsanthin* dan *capsorubin* (Chuah *et al.* 2008). Pada tabel 6 diketahui bahwa cabai merah kering yang diperoleh masih cukup merah karena memiliki nilai a* yang cukup besar berkisar antara 34,95 hingga 37,55. Berdasarkan uji ANOVA diketahui bahwa perlakuan yang diberikan tidak berpengaruh nyata terhadap nilai a* yang diperoleh pada tiap sampel. Hal tersebut dapat terjadi karena perbedaan waktu pada tiap perlakuan hanya sedikit (sebentar) saja. Sehingga degradasi karotenoid yang menurunkan nilai warna merah pada tiap sampel belum terlalu berbeda.

Warna kuning pada cabai berasal dari α dan β -karoten, *zeaxanthin*, *lutein*, dan *β -cryptoxanthin* (Topuz dan Ozdemir 2007). Hasil uji warna nilai b* tertinggi terdapat pada sampel IC dengan nilai 48,84. Sedangkan nilai b* terendah terdapat pada sampel IA dengan nilai 39,87. Berdasarkan ANOVA diketahui bahwa perlakuan yang digunakan memberikan perbedaan nyata nilai b* cabai merah ($p < 0,05$). Hasil uji lanjut Duncan pada lampiran 5 menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan nyata nilai b* pada perlakuan pemanasan 120 detik dan penghembusan

4 menit dengan waktu ekuilibrasi yang berbeda. Sedangkan pada perlakuan pemanasan 90 detik dan penghembusan 3 menit terdapat perbedaan nyata nilai b^* dengan waktu ekuilibrasi yang berbeda. Perlakuan IC memiliki intensitas warna kuning tertinggi dan berbeda nyata dari perlakuan lain. Serta perlakuan IA memiliki intensitas warna kuning terendah dan berbeda nyata dengan perlakuan lain pada taraf signifikansi 0,05. Nilai b^* yang besar mungkin disebabkan karena pada pengeringan tahap II penurunan kadar air pada perlakuan IC lebih lambat yang mengindikasikan suhu yang dihasilkan relatif lebih kecil. Sehingga pigmen karotenoid yang dikandung relatif lebih dapat dipertahankan.

Nilai b^* yang semakin besar menunjukkan pigmen karotenoid penghasil warna kuning pada sampel semakin besar. Pada penelitian Ma *et al.* (2008) diketahui bahwa kandungan *zeaxanthin* dan β -karoten pada buah *Lycium barbarum* L. meningkat secara nyata selama pengeringan. Mertz *et al.* (2010), menjelaskan bahwa *zeaxanthin* termasuk senyawa yang tahan panas. Selain itu, menurut Nowacka dan Wedzik (2015) peningkatan karotenoid berkaitan dengan diversifikasi bahan atau pengaruh panas yang menyebabkan pelarutan selulosa di dinding sel dan melepas senyawa dari sel. Serta karena pecahnya kompleks protein-karotenoid sehingga ekstraksi lebih mudah.

Faktor lain yang memengaruhi perbedaan warna ini adalah tingkat kematangan cabai. Perbedaan tingkat kematangan tersebut dapat terjadi karena tiap perlakuan menggunakan cabai yang waktu pembeliannya berbeda. Menurut Montoya-Ballesteros *et al.* (2014), Kombinasi kematangan cabai yang tidak tepat dengan proses pengeringan dapat menyebabkan peningkatan atau penurunan konsentrasi karotenoid yang memengaruhi warna cabai.

4.5 Kadar Vitamin C

Salah satu kandungan penting yang ada pada cabai merah adalah vitamin C. Vitamin C diuji dengan metode titrasi iodimetri. Pada metode ini I_2 mereduksi vitamin C (asam askorbat) menjadi asam dehidro askorbat, serta iodium direduksi menjadi iodida. Titik akhir titrasi ditandai dengan perubahan warna larutan menjadi biru. Perubahan warna tersebut terjadi akibat adanya interaksi antara kelebihan I_2 dan indikator kanji (Asmal 2018).

Tabel 7 Hasil uji kadar vitamin C cabai merah kering

Hasil Uji	Perlakuan					
	IA	IB	IC	IIA	IIB	IIC
Kadar Vitamin C (mg/100 g)	72,29 ^c	67,90 ^{a,b}	66,53 ^a	72,68 ^c	69,36 ^b	68,40 ^{a,b}

Keterangan:

- Huruf berbeda yang mengikuti angka pada baris yang sama menunjukkan perbedaan nyata pada taraf signifikansi 5% ($p < 0,05$).
- Kadar vitamin C cabai merah kering berdasarkan TKPI sebesar 50mg/100g (Mahmud *et al.* 2009).

Pada tabel 7 diketahui bahwa hasil analisis menunjukkan rata-rata kadar vitamin C pada cabai merah hasil pengeringan berkisar antara 66,53 hingga 72,68 mg/100g. Berdasarkan uji ANOVA pada lampiran 6 diketahui ada perlakuan yang berpengaruh nyata terhadap kadar vitamin C cabai merah hasil pengeringan dengan oven *microwave* ($p < 0,05$). Hasil uji lanjut Duncan menunjukkan perlakuan IA dan IIA memiliki kadar vitamin C tertinggi dan berbeda nyata dengan perlakuan lain pada taraf signifikansi 0,05. Perlakuan IB dan IIC tidak berbeda nyata dengan perlakuan IIB dan IC. Tetapi perlakuan IIB berbeda nyata dengan perlakuan IC.

Diketahui bahwa kadar vitamin C tertinggi terdapat pada perlakuan IIA sebesar 72.68 mg/100 g dengan total waktu pemanasan tercepat yaitu 20 menit. Sedangkan kadar vitamin C terendah terdapat pada perlakuan IC sebesar 66.53 mg/100g dengan total waktu pemanasan terlama yaitu 28.5 menit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin lama total waktu pemanasan semakin berkurang kadar vitamin C yang dikandung produk. Hal ini karena semakin banyak vitamin C cabai merah yang rusak akibat lebih lama terpapar suhu tinggi karena vitamin C merupakan vitamin yang sensitif terhadap panas. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Burdurlu *et al.* (2006) bahwa semakin meningkatnya waktu pemanasan maka kandungan asam askorbat semakin menurun. Karena asam askorbat sangat sensitif terhadap proses pemanasan. Pada penelitian ini juga diketahui bahwa kadar vitamin C yang diperoleh lebih besar dari kadar vitamin C cabai merah sesuai TKPI. Hal tersebut dapat terjadi karena waktu pemanasan yang dibutuhkan pada pengeringan ini sangat cepat.

V SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Pengeringan cabai merah dapat dilakukan dengan kombinasi oven *microwave* dan kipas angin. Pengeringan tercepat terjadi pada perlakuan 120 detik pemanasan dan 4 menit penghembusan udara pada pengeringan tahap I, serta 1 jam ekuilibrase dengan waktu 20 menit. Sedangkan waktu pengeringan terlama terjadi pada perlakuan pemanasan 90 detik dan penghembusan udara 3 menit pada pengeringan tahap I, serta ekuilibrase 3 jam yang membutuhkan waktu selama 28,5 menit. Perlakuan ekuilibrase memengaruhi waktu penurunan kadar air pada pengeringan tahap II di mana semakin lama waktu ekuilibrase semakin lama juga waktu yang dibutuhkan untuk pengeringan tahap II. Laju pengeringan yang terjadi merupakan laju pengeringan menurun baik pada pengeringan tahap I maupun pengeringan tahap II. Perolehan Nilai L^* dan a^* pada pengeringan ini menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata karena perbedaan waktu yang sebentar pada masing-masing sampel. Sedangkan pada nilai b^* terjadi perbedaan hasil dengan pengeringan pada umumnya. Kadar vitamin C yang diperoleh menurun seiring semakin lamanya waktu pemanasan. Pengeringan oven *microwave* juga memberikan hasil kadar vitamin C pada cabai merah kering yang lebih baik.

5.2 Saran

Pengeringan dengan oven *microwave* ditujukan untuk memperoleh proses pengeringan yang lebih cepat serta dapat menjaga mutu dari bahan yang dikeringkan. Pengeringan cabai dengan oven *microwave* sangat dimungkinkan untuk ditingkatkan. Pada penelitian ini hanya dilakukan perbedaan waktu pemanasan dengan oven *microwave* yang digunakan sehingga memengaruhi karakteristik cabai merah kering. Penelitian lanjutan dapat dilakukan dengan penggunaan daya yang berbeda serta perbaikan pada masing-masing tahapan penelitian. Selain itu pengujian dapat dilakukan dengan variasi lain seperti tingkat kepedasan, kandungan antioksidan dan lainnya yang dapat dipengaruhi oleh proses pengeringan.

DAFTAR PUSTAKA

- [AOAC] Association of Official Analytical Chemist. 2005. *Official Methods of Analysis of AOAC International*. Washington DC (US): AOAC International.
- [AOAC] Association of Official Analytical Chemist. 2012. *Official Methods of Analysis of AOAC International, 19th edition*. Washington DC (US): AOAC International.
- [BPS] Badan Pusat Statistik. 2020. *Distribusi Perdagangan Komoditas Cabai Merah Indonesia Tahun 2020*. Jakarta (ID): BPS RI.
- [BPTP] Badan Pengkajian Teknologi Pertanian. 2012. *Teknologi Budidaya Cabai Merah*. Sumatera Utara (ID): BPTP.
- [BSN] Badan Standarisasi Nasional. 1994. SNI: 01-3389-1994. Lombok Kering. Jakarta (ID): BSN.
- [BSN] Badan Standarisasi Nasional. 1998. SNI: 01-4480-1998. Cabai Merah Segar. Jakarta (ID): BSN.
- Al-Duri B, McIntyre S. 1992. Comparison of drying kinetics of food using a fan-assisted convection oven, a microwave oven and a combined microwave/convection oven. *Journal of Food Engineering*. 15: 139-155.
- Ali M, Tsou SCS. 1997. Combating micronutrient deficiencies through vegetable-a neglected food frontier in Asia. *Food Policy*. 22: 17-38.
- Amin H. 2019. *Bercocok Tanam Cabai Rawit, Cabai Merah, dan Cabai Jawa*. Tangerang (ID): Loka Aksara.
- Ashari. 2006. *Hortikultura: Aspek Budidaya*. Jakarta (ID): UI Press.
- Asmal A. 2018. Analisis kandungan vitamin C dalam cabai rawit (*Capsicum frutescens* L.) secara iodimetri. *Jurnal Farmasi Sandi Karsa*. 4(7):99-103.
- Burdurlu HS, Koca N, Karadeniz F. 2006. Degradation of vitamin C in citrus juice concentrates during storage. *J. Food Eng.* 74(2): 211-216.
- Chakrabarty S, Islam AKMM, Islam AKMA. 2017. Nutritional benefits and pharmaceutical potentialities of chili: a review. *Fundam Appl Agric.* 2(2): 227-232.
- Chuah AM, Lee YC, Yamaguchi T, Takamura H, Yin LJ, Matoba T. 2008. Effect of cooking on the antioxidant properties of coloured peppers. *Food Chemistry*. 2008 (111): 20-28.
- Dendang N, Lahming, Rais M. 2016. Pengaruh lama dan suhu pengeringan terhadap mutu bubuk cabai merah (*Capsicum annum* L.) dengan menggunakan *cabinet dryer*. *Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian*. 2: 30-39.
- Djarwaningsih T. 2005. *Capsicum* spp. (cabai): asal, persebaran dan nilai ekonomi. *Biodiveritas*. 6(4):292-296.
- Ekechukwu OV, Norton B. 1999. Review of solar-energy drying systems II: an overview of solar drying technology. *Energy Conversion and Management*. 40: 615-655.
- Estianingsih T, Ahmadi. 2011. *Teknologi Pangan dan Pengawetan Pangan*. Jakarta (ID): PT. Bumi Aksara.
- Fatimah Y. 2006. Pengeringan jamur tiram (*Pleurotus ostreatus*) menggunakan oven gelombang mikro (*microwave oven*).[skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.

- Firdaus A. 2016. Perancangan dan analisa alat pengering ikan dengan memanfaatkan energi briket batubara. *Jurnal Teknik Mesin*. 5(4): 128-136.
- Gunal H, Ersahin S, Yetgin B, Kutlu T. 2008. Use of chromameter-measured color parameters in estimating color-related soil variables. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. 39: 726-740.
- Gunawan K. 2016. Aplikasi *trehalose* pada pengeringan cabai merah (*Capsicum annum* L.) untuk memperbaiki karakteristik rehidrasi cabai merah kering [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Hammack B, Ryan P, Ziech N. 2012. *Eight Amazing Engineering Stories Using the Element to Create Extraordinary Technologies*. Illinois (US).
- Irfan AM, Arimansyah, Rasyid AR, Lestari N. 2020. Unjuk kerja pengeringan tenaga surya tipe efek rumah kaca untuk pengeringan cabai dengan perlakuan *low temperature long time blanching*. *Jurnal Rona Teknik Pertanian*. 13(2): 42-58.
- Khairunnisa. 2011. Pengaruh *pretreatment* pada pengeringan cabai merah (*Capsicum annum* L.) dengan mesin pengering tipe rak (*tray dryer*). [skripsi]. Bogor (ID). Institut Pertanian Bogor.
- Lamona A. 2015. Pengaruh jenis kemasan dan penyimpanan suhu rendah terhadap perubahan kualitas cabai merah keriting segar. *Jurnal Keteknikan Pertanian*. 3(2): 145-152.
- Li ZY, Wang RF, Kudra T. 2011. Uniformity issue in microwave drying. *Drying Technology*. 29:652-660.
- Ma W, Ni Z, Chen M. 2008. Changes of the main carotenoid pigment contents during the drying processes of the different harvest stage fruits of *Lycium barbarum* L.. *Agricultural Science in China*. 7(3):363-369.
- Maflahah I. 2010. Studi kelayakan industri cabe bubuk di Kabupaten Cianjur. *Embryo*. 7(2): 90-96.
- Mahmud MK, Hermana, Zulfianto NA, Apriyantono RR, Ngadiarti I, Hartati B, Bernadus, Tinexcellly. 2009. *Tabel Komposisi Pangan Indonesia*. Jakarta (ID): Elex Media Komputindo.
- Manalu LP. 2011. Optimasi pengeringan lapisan tipis simplisia temu putih dan temu lawak berdasarkan analisis eksergi.[disertasi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Mertz C, Brat P, Caris-Veyrat C, Gunata Z. 2010. Characterization and thermal lability of carotenoids and vitamin C of tamarillo fruit (*Solanum betaceum* Cav.). *Food Chemistry*. 119: 653-659.
- Mikasari W. 2016. Peningkatan nilai tambah komoditas cabai melalui penerapan inovasi penyimpanan dan pengeringan di Prop. Bengkulu (ID): BPTP Bengkulu.
- Montoya-Ballesteros LC, Gonzalez-Leon A, Garcia-Alvarado MA, Rodriguez-Jimenes GC. 2014. Bioactive compounds during drying of chili peppers. *Drying Technology*. 32:1486-1499.
- Muchtadi TR, Sugiyono. 2018. *Prinsip dan Proses Teknologi Pangan*. Bandung (ID): Alfabeta.
- Mujumdar AS. 2015. *Handbook of Industrial Drying Fourth Edition*. Boca Raton (US): CRC Press.

- Nadeem M, Anjum FM, Khan MR, Saeed M, Riaz A. 2011. Antioxidant potential of bell pepper (*Capsicum annum* L.)-a review. *Pak. J. Food Sci.* 21 (1-4): 45-51.
- Nowacka M, Wedzik M. 2015. Effect of ultrasound treatment on microstructure, colour and carotenoid content in fresh and dried carrot tissue. *Applied Acoustics.* 1-9.
- Okeke C, Abioye AE, Omosun Y. 2014. Microwave heating applications in food processing. *IOSR-JEEE.* 9(4): 29-34.
- Olatunji TL, Afolayan AJ. 2018. The suitability of chili pepper (*Capsicum annum* L.) for alleviating human micronutrient dietary deficiencies: a review. *Food Sci Nutr.* 2018(6): 2239-2251.
- Ouertani S, Hassini L, Azzouz S, Torres SS, Belghith A, Koubaa A. 2015. Modeling of combined microwave and convective drying of wood: Prediction of mechanical behavior via internal gas pressure. *Dry. Technol.* 33(10):1234-1242.
- Ouertani S, Koubaa A, Azzouz S, Bahar R, Hassini L, Belghith A. 2018. Microwave drying kinetics of jack pine wood: determination of phytosanitary efficacy, energy consumption, and mechanical properties. *European Journal of Wood and Wood Products.*
- Parfiyanti EA, Budihastuti R, Hastuti ED. 2016. Pengaruh suhu pengeringan yang berbeda terhadap kualitas cabai rawit (*Capsicum frutescens* L.). *Jurnal Biologi.* 5(1):82-92.
- Piay SS, Tyasdjaja A, Ermawati Y, Hantoro FRP. 2010. *Budidaya dan Pascapanen Cabai Merah (Capsicum annum L.)*. Jawa Tengah (ID): BPTP Jawa Tengah.
- Priadi T, Giyarto GTW. 2019. Profil suhu dan kadar air kayu dalam pengeringan oven pemanas dan gelombang mikro. *J. Ilmu Teknol. Kayu Tropis.* 17(2):160-171.
- Pundir R, Rani R, Tyagi S, Pundir P. 2016. Advance review on nutritional phytochemical, pharmacological and antimicrobial properties of chili. *International Journal of Ayurveda and Pharma Research.* 4(4): 53-59.
- Rachmawati DD. 2008. Kajian pemakaian mulsa dan konsentrasi benzyl amino purine (bap) terhadap hasil dan kualitas cabai merah besar (*Capsicum annum* L.) [tesis]. Surakarta (ID): Universitas Sebelas Maret Surakarta.
- Ramdani H, Wicaksono R, Fachruddin MA. 2018. Penambahan natrium metabisulfit ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$) terhadap vitamin c dan warna pada proses pengeringan cabai merah (*Capsicum annum* L.) dengan *tunnel dehydrator*. *Jurnal Agrinoda.* 4(2): 88-97.
- Ripangi A. 2012. *Budidaya Cabai*. Jogjakarta (ID): Javalitera.
- Sembiring NN. 2009. Pengaruh jenis bahan pengemasan terhadap kualitas produk cabai merah (*Capsicum annum* L.) segar kemasan selama penyimpanan dingin [tesis]. Medan (ID): Universitas Sumatera Utara.
- Setiadi. 2008. *Bertanam Cabai*. Depok (ID): Penebar swadaya.
- Setiadi. 2021. *Pascapanen Cabai*. Depok (ID): Penebar Swadaya.
- Setyanto NW, Hilmawan R, Zafry D, Arifianto EY, Puteri RMS, Kurnia N. 2012. Perancangan alat pengering mie ramah lingkungan. *Jurnal Rekayasa Mesin.* 3(3): 411-420.

- Sitanggang AB, Hunaefi D, Adawiyah DR, Purnomo EH, Syamsir E, Kusnandar F, Wulandari N, Hariyadi P. 2019. *Landasan teknik Pangan*. Hariyadi P, editor. Bogor (ID): IPB Press.
- Sun J, Wang W, Yue Q, Ma C, Zhang J, Zhao X. 2016. Review on microwave-metal discharges and their applications in energy and industrial processes. *Applied Energy*. 175:141-157.
- Syah D. 2012. *Pengantar Teknologi Pangan*. Bogor (ID): IPB Press.
- Taufik M. 2011. Analisis pendapatan usaha tani dan penanganan pascapanen cabai merah. *Jurnal Litbang Pertanian*. 30(2): 66-72.
- Tim Penulis Agriflo. 2021. *Biologi Cabai*. Depok (ID): Penebar Swadaya.
- Topuz A, Ozdemir F. 2007. Assessment of carotenoids, capsaicinoids and ascorbic acid composition of some selected pepper cultivars (*Capsicum annuum* L.) grown in Turkey. *Journal of Food Composition and Analysis*. 20:596-602.
- Undang. 2014. Identifikasi dua spesies cabai rawit dan pewarisan karakter penting pada cabai rawit spesies *Capsicum annuum* L. [skripsi]. Bogor (ID). Institut Pertanian Bogor.
- Wiryanta BTW. 2002. *Bertanam Cabai pada Musim Hujan*. Jakarta (ID): Agromedia Pustaka.
- Yani E, Fajrin S. 2013. Karakteristik pengeringan biji kopi berdasarkan variasi kecepatan aliran udara pada *solar dryer*. *Jurnal Teknik*. 20(1): 17-22.
- Zam W, Ilyas, Syatrawati. 2019. Penerapan teknologi pascapanen untuk meningkatkan nilai jual cabai di Tanatoraja. *Jurnal Dedikasi Masyarakat*. 2(2): 92-100.

LAMPIRAN

Lampiran 1 Penurunan Kadar Air Cabai Merah
perlakuan pemanasan 90 detik, Penghembusan 3 menit, dan ekuilibrase 1 jam

Waktu ke- (menit)	Kadar Air (%bb)			Kadar Air (%bk)		
	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3
0,0	84,34	84,34	84,34	538,60	538,60	538,57
4,5	83,00	82,87	83,04	488,20	483,73	488,62
9,0	81,18	80,88	81,36	431,42	423,13	435,51
13,5	78,96	78,67	79,31	375,28	368,90	382,40
18,0	76,14	75,88	76,72	319,14	314,67	328,66
22,5	72,60	72,45	73,56	264,91	263,00	277,45
27,0	67,94	67,94	69,29	211,96	211,96	224,98
31,5	62,05	61,86	63,80	163,48	162,20	175,66
Ekuilibrase 1 jam						
94,5	58,97	57,86	60,04	143,70	137,32	149,74
97,5	54,83	53,90	55,41	121,37	116,91	123,82
100,5	50,55	49,27	50,52	102,23	97,13	101,69
103,5	45,57	44,41	45,19	83,73	79,90	82,09
106,5	40,85	40,17	40,43	69,06	67,15	67,55
109,5	34,96	35,49	35,57	53,75	55,02	54,90
112,5	29,71	28,42	29,84	42,26	39,71	42,26
115,5	23,91	20,03	20,28	31,42	25,04	25,18
118,5	19,20	16,18	17,35	23,76	19,30	20,76
121,5	13,87	13,40	14,67	16,11	15,47	16,97
124,5	9,91	9,91	11,81	11,00	11,00	13,17
127,5			9,28			10,01

Lampiran 1 Lanjutan

perlakuan pemanasan 90 detik, penghembusan 3 menit, dan ekuilibrasi 2 jam

Waktu ke- (menit)	Kadar Air (%bb)			Kadar Air (%bk)		
	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3
0,0	85,70	85,70	85,70	599,30	599,30	599,30
4,5	84,41	84,53	84,51	541,55	546,26	545,51
9,0	82,71	82,88	82,82	478,23	484,15	481,94
13,5	80,58	80,79	80,39	414,91	420,64	409,98
18,0	77,99	78,22	77,70	354,37	359,22	348,50
22,5	74,65	75,25	75,02	294,53	304,09	300,30
27,0	70,49	71,23	69,67	238,87	247,56	229,74
31,5	64,69	65,31	64,12	183,20	188,23	178,74
Ekuilibrasi 2 jam						
154,5	60,84	60,85	57,90	155,37	155,43	137,52
157,5	56,97	57,48	53,82	132,40	135,19	116,57
160,5	51,77	53,63	48,32	107,35	115,65	93,51
163,5	47,16	47,90	43,42	89,26	91,92	76,75
166,5	41,82	43,37	38,83	71,87	76,57	63,47
169,5	36,97	38,24	35,52	58,65	61,91	55,09
172,5	33,16	34,57	31,51	49,60	52,84	46,01
175,5	29,20	30,78	27,71	41,25	44,47	38,32
178,5	26,68	27,27	24,26	36,38	37,49	32,04
181,5	23,96	23,38	20,03	31,51	30,51	25,05
184,5	22,32	21,27	17,26	28,73	27,02	20,86
187,5	18,81	19,05	14,29	23,16	23,53	16,67
190,5	15,46	15,22	11,64	18,29	17,95	13,17
193,5	12,90	12,63	9,40	14,81	14,46	10,38
196,5	9,61	9,31		10,64	10,27	

Lampiran 1 Lanjutan
 perlakuan pemanasan 90 detik, penghembusan 3 menit, dan ekuilibisasi 3 jam

Waktu ke- (menit)	Kadar Air (%bb)			Kadar Air (%bk)		
	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3
0	85,71	85,71	85,71	599,79	599,79	599,79
4,5	84,39	84,40	84,48	540,43	541,13	544,51
9	82,62	82,69	82,85	475,48	477,57	482,93
13,5	80,44	80,57	80,77	411,22	414,72	419,94
18	77,66	77,87	78,15	347,67	351,86	357,66
22,5	74,11	74,48	74,89	286,21	291,80	298,18
27	69,47	69,98	70,66	227,55	233,13	240,80
31,5	63,19	64,02	64,89	171,67	177,96	184,81
Ekuilibisasi 3 jam						
214,5	58,97	60,77	61,48	143,74	154,91	159,62
217,5	54,40	56,21	58,34	119,30	128,37	140,03
220,5	48,86	51,79	54,63	95,55	107,42	120,43
223,5	44,50	46,57	51,23	80,19	87,17	105,04
226,5	39,58	41,56	47,46	65,52	71,11	90,34
229,5	36,36	37,20	43,96	57,14	59,23	78,45
232,5	33,09	32,46	40,71	49,46	48,06	68,65
235,5	30,15	29,47	37,32	43,17	41,77	59,55
238,5	28,05	26,57	33,53	38,98	36,19	50,45
241,5	26,19	24,24	30,29	35,49	32,00	43,46
244,5	24,64	22,60	25,96	32,69	29,20	35,06
247,5	23,43	20,45	21,91	30,60	25,71	28,06
250,5	20,89	18,64	18,34	26,41	22,92	22,46
253,5	18,64	16,75	15,94	22,92	20,12	18,96
256,5	16,75	14,26	13,39	20,12	16,63	15,47
259,5	14,26	11,61	11,24	16,63	13,14	12,67
262,5	12,69	9,38	9,56	14,54	10,35	10,57
265,5	9,95			11,04		

Lampiran 1 Lanjutan

perlakuan pemanasan 120 detik, penghembusan 4 menit, dan ekuilibrasi 1 jam

Waktu ke- (menit)	Kadar Air (%bb)			Kadar Air (%bk)		
	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3
0	84,34	84,34	84,34	538,57	538,57	538,57
6	82,10	82,06	82,33	458,51	457,47	465,79
12	79,13	79,12	79,48	379,09	378,93	387,31
18	75,18	75,22	75,62	302,84	303,58	310,10
24	69,68	69,88	69,67	229,77	232,06	229,73
30	61,80	61,99	61,46	161,78	163,09	159,48
Ekulibrasi 1 jam						
93	58,03	58,90	58,20	138,27	143,30	139,23
96	53,85	51,16	53,25	116,67	246,74	113,91
99	48,74	49,48	48,70	95,07	97,96	94,93
102	43,59	44,07	42,12	77,27	78,80	72,77
105	37,79	38,83	35,77	60,75	63,47	55,69
108	32,74	33,92	30,08	48,68	51,34	43,03
111	26,80	27,50	23,67	36,61	37,93	31,00
114	21,70	20,91	18,97	27,71	26,44	23,41
117	15,84	14,89	13,18	18,82	17,50	15,18
120	9,55	9,48	9,71	10,56	10,47	10,75

Lampiran 1 Lanjutan

perlakuan pemanasan 120 detik, penghembusan 4 menit, dan ekuilibrase 2 jam

Waktu ke- (menit)	Kadar Air (%bb)			Kadar Air (%bk)		
	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3
0	85,68	85,68	85,68	598,32	598,32	598,32
6	83,97	83,90	83,70	523,83	521,12	513,66
12	81,47	81,35	80,92	439,58	436,26	424,09
18	78,11	77,81	76,87	356,73	350,71	332,43
24	73,20	72,87	71,30	273,18	268,64	248,46
30	66,20	65,60	63,07	195,90	190,74	170,79
Ekuilibrase 2 jam						
153	62,20	62,66	59,40	164,57	167,78	146,30
156	58,37	58,45	54,63	140,20	140,66	120,41
159	53,96	54,65	49,85	117,23	120,49	99,42
162	48,52	49,73	44,61	94,25	98,92	80,53
165	43,67	45,33	38,93	77,54	82,93	63,74
168	37,00	40,34	33,84	58,74	67,63	51,14
171	32,25	36,10	28,54	47,60	56,50	39,94
174	27,82	31,86	24,38	38,55	46,76	32,25
177	23,60	27,39	20,60	30,89	37,72	25,95
180	19,31	22,70	17,39	23,93	29,37	21,05
183	16,01	19,23	14,42	19,06	23,81	16,85
186	11,88	14,42	11,78	13,49	16,85	13,36
189	9,10	9,58	9,55	10,01	10,59	10,56

Lampiran 1 Lanjutan

perlakuan pemanasan 120 detik, penghembusan 4 menit, dan ekuilibrisasi 3 jam

Waktu ke- (menit)	Kadar Air (%bb)			Kadar Air (%bk)		
	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3
0	85,68	85,68	85,68	598,32	598,32	598,32
6	83,62	83,75	83,85	510,51	515,55	519,03
12	80,77	81,03	81,16	419,91	427,22	430,70
18	76,71	77,22	77,39	329,31	338,89	342,36
24	71,13	71,86	72,19	246,37	255,42	259,60
30	62,83	63,97	64,41	169,02	177,52	181,00
Ekuilibrisasi 3 jam						
213	59,35	60,39	61,04	146,02	152,48	156,65
216	54,01	56,43	56,82	117,44	129,53	131,62
219	49,12	51,43	52,23	96,53	105,88	109,36
222	43,51	46,35	46,55	77,02	86,41	87,10
225	38,42	40,83	42,03	62,38	69,02	72,49
228	33,88	34,94	36,38	51,23	53,71	57,19
231	30,01	30,88	31,86	42,87	44,67	46,76
234	26,79	25,89	27,02	36,60	34,94	37,02
237	23,68	22,70	23,93	31,02	29,37	31,46
240	20,73	19,68	21,00	26,14	24,50	26,59
243	18,47	17,37	19,23	22,66	21,02	23,81
246	16,09	14,42	16,41	19,18	16,85	19,63
249	14,08	12,33	13,39	16,39	14,07	15,46
252	12,51	10,70	11,25	14,30	11,98	12,68
255	10,88	9,00	9,00	12,21	9,90	9,90
258	9,76			10,81		

Lampiran 2 Hasil Uji *One Way* ANOVA Nilai L***Descriptives**

Nilai L*

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
IA	9	40,78	1,68	0,56	39,48	42,07	38,84	43,23
IB	9	43,35	2,85	0,95	41,15	45,55	40,24	48,12
IC	9	43,61	2,14	0,71	41,96	45,25	41,18	46,94
IIA	9	41,54	2,59	0,86	39,54	43,53	37,93	45,50
IIB	9	42,25	1,59	0,53	41,02	43,48	40,26	44,61
IIC	9	41,02	2,63	0,87	38,99	43,04	36,33	44,06
Total	54	42,09	2,45	0,33	41,42	42,76	36,33	48,12

ANOVA

Nilai L*

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	63,811	5	12,762	2,407	0,050
Within Groups	254,518	48	5,302		
Total	318,329	53			

Lampiran 3 Hasil Uji *One Way* ANOVA Nilia a***Descriptives**

Nilai a*

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
IA	9	36,00	3,35	1,11	33,42	38,58	31,02	40,56
IB	9	36,66	2,27	0,75	34,90	38,41	32,81	39,26
IC	9	37,55	0,97	0,32	36,80	38,30	36,36	39,24
IIA	9	37,10	3,32	1,10	34,54	39,66	31,86	41,25
IIB	9	34,94	2,34	0,78	33,14	36,74	30,15	37,33
IIC	9	37,38	2,24	0,74	35,65	39,11	32,89	40,18
Total	54	36,61	2,59	0,35	35,90	37,31	30,15	41,25

ANOVA

Nilai a*

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	43,861	5	8,772	1,349	0,260
Within Groups	312,107	48	6,502		
Total	355,968	53			

Lampiran 4 Hasil Uji *One Way* ANOVA Nilai b***Descriptives**

Nilai b*

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
IA	9	39,86	5,03	1,67	35,99	43,74	31,02	43,94
IB	9	43,99	2,07	0,69	42,40	45,59	41,27	47,72
IC	9	48,84	2,20	0,73	47,15	50,54	44,81	52,60
IIA	9	45,86	3,76	1,25	42,96	48,75	40,39	51,60
IIB	9	43,99	1,28	0,42	43,01	44,98	42,29	45,73
IIC	9	45,59	2,26	0,75	43,85	47,34	41,44	49,08
Total	54	44,69	3,97	0,54	43,61	45,78	31,02	52,60

ANOVA

Nilai b*

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	393,330	5	78,666	8,502	0,000
Within Groups	444,141	48	9,253		
Total	837,472	53			

Lampiran 5 Hasil Uji Lanjut Duncan Nilai b*

Nilai b*Duncan^a

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0,05		
		1	2	3
IA	9	39,8678		
IB	9		43,9978	
IIB	9		43,9978	
IIC	9		45,5989	
IIA	9		45,8600	
IC	9			48,8489
Sig.		1,000	0,244	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 9,000.

Lampiran 6 Hasil Uji *One Way* ANOVA Kadar Vitamin C Cabai Kering**Descriptives**

Kadar Vitamin C

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
					IA	9		
IB	9	67,90	2,12	0,70	66,26	69,53	66,42	70,76
IC	9	66,52	2,93	0,97	64,26	68,78	62,34	70,68
IIA	9	72,67	2,16	0,72	71,01	74,34	70,69	75,09
IIB	9	69,36	2,07	0,69	67,76	70,95	66,47	71,06
IIC	9	68,40	2,17	0,72	66,72	70,07	66,35	71,04
Total	54	69,52	3,15	0,42	68,66	70,38	62,34	75,20

ANOVA

Kadar Vitamin C

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	274,506	5	54,901	10,450	0,000
Within Groups	252,175	48	5,254		
Total	526,681	53			

Lampiran 7 Hasil Uji Lanjut Duncan kadar vitamin C

Kadar Vitamin CDuncan^a

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0,05		
		1	2	3
IC	9	66,5256		
IB	9	67,9022	67,9022	
IIC	9	68,4033	68,4033	
IIB	9		69,3600	
IA	9			72,2900
IIA	9			72,6778
Sig.		0,107	0,210	0,7210

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 9,000.