

## OPTIMASI SUHU DAN WAKTU PADA PROSES PENGERINGAN MANISAN CABAI MERAH MENGGUNAKAN TUNNEL DEHYDRATOR

### OPTIMIZATION OF TEMPERATURE AND TIME ON THE PROCESS OF DRYING TUNNEL USING RED CHILI CANDIED DEHYDRATOR

B Tamam<sup>1</sup>, RW Ashadi<sup>1a</sup>, dan H Ramdani<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Alumnus Program Studi Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Agribisnis dan Teknologi Pangan, Universitas Djuanda Bogor Jl. Tol Ciawi No. 1, Kotak Pos 35 Ciawi, Bogor 16720.

<sup>2</sup> Dosen Program Studi Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Agribisnis dan Teknologi Pangan, Universitas Djuanda Bogor Jl. Tol Ciawi No. 1, Kotak Pos 35 Ciawi, Bogor 16720.

<sup>a</sup> Korespondensi: Reki Wicaksono Ashadi, E-mail: reki.wicaksono.a@unida.ac.id  
(Diterima: 20-03-2015; Ditelaah: 22-03-2015; Disetujui: 25-03-2015)

#### ABSTRACT

The research aimed to obtain the optimal conditions of temperature and time factor in the drying process sweetened red chili based on the value of the parameters analyzed, namely the levels of colour (chroma value), vitamin C content, water content, and sugar content. The research was conducted by using Response Surface Methodology (RSM). The first factor is the drying temperature with minimal limit of 50°C and maximal limit of 80°C. The second factor is the drying time with minimal limit 2 hours and maximal limit 5 hours. The combination of these two factors resulted in 13 units of the experiment with two replications. Optimal conditions sweetened dried red chili achieved resulting in the combination of drying temperature 73,36°C and drying time 2,54 hours with a chroma value of 21,22, vitamin C content of 5,8 mg/100 g, water content of 10,56%, and sugar content of 49,82 oBrix.

Key words: optimization, red chili, RSM, sweetened, tunnel dehydrator.

#### ABSTRAK

Penelitian bertujuan untuk mendapatkan kondisi optimal dari faktor suhu dan waktu pada proses pengeringan manisan cabai merah berdasarkan nilai dari parameter yang dianalisis yaitu nilai warna (nilai *chroma*), kadar vitamin C, kadar air, dan kadar gula total. Penelitian dilakukan dengan menggunakan Metode Permukaan Respons/*Response Surface Methodology* (RSM). Faktor pertama yaitu suhu pengeringan dengan batas minimal 50°C dan batas maksimal 80°C. Faktor kedua yaitu waktu pengeringan dengan batas minimal 2 jam dan batas maksimal 5 jam. Kombinasi dari kedua faktor tersebut menghasilkan 13 unit percobaan dengan 2 ulangan. Kondisi optimal manisan kering cabai merah yang dihasilkan dicapai pada kombinasi suhu pengeringan 73,36°C dan waktu pengeringan 2,54 jam dengan nilai *chroma* 21,22, kadar vitamin C 5,8 mg/100 g, kadar air 10,56%, dan kadar gula total 49,82 oBrix.

Kata kunci: cabai merah, manisan, optimasi, RSM, tunnel dehydrator.

---

Tamam B, RW Ashadi, dan H Ramdani. 2015. Optimasi suhu dan waktu pada proses pengeringan manisan cabai merah menggunakan tunnel dehydrator. *Jurnal Pertanian* 6(1): 42-55.

---

#### PENDAHULUAN

Tanaman cabai (*Capsicum annum* L.) merupakan salah satu komoditas hortikultura yang banyak dibudidayakan oleh masyarakat Indonesia. Tanaman ini bernilai ekonomi tinggi dan mempunyai daya adaptasi yang cukup luas sehingga dapat dibudidayakan di berbagai ekosistem yang berbeda.

Persediaan cabai di pasaran melimpah terutama pada saat panen raya sehingga menyebabkan harga jual cabai menjadi rendah dan resiko terjadinya pembusukan karena melimpahnya persediaan akan semakin besar. Cabai bersifat mudah rusak, menyusut, dan cepat membusuk. Sebagian besar petani tidak berani mengambil resiko untuk menyimpan hasil panen cabainya karena sifat cabai tersebut.

Pengetahuan petani terhadap pengolahan pascapanen juga masih terbatas sehingga petani lebih memilih menjual semua cabainya yang pada akhirnya menyebabkan harga cabai di pasaran menjadi rendah.

Salah satu permasalahan pada cabai adalah sifatnya yang cepat rusak atau tidak tahan lama. Cabai segar yang disimpan pada suhu kamar memiliki umur simpan yang pendek yaitu sekitar 3-5 hari. Cabai segar yang disimpan pada suhu kurang dari 10°C hanya mampu bertahan selama 7-10 hari. Oleh karena itu, kegiatan penanganan panen dan pascapanen merupakan salah satu mata rantai yang sangat penting. Teknik penanganan panen dan pascapanen yang baik akan menyebabkan umur simpan cabai merah menjadi lebih lama (Sembiring 2009). Berdasarkan manfaat cabai yang beraneka ragam terutama sebagai produk pangan, maka perlu adanya cara pengolahan yang tidak banyak mengurangi mutu hasil olahan tersebut.

Kerusakan atau kehilangan pascapanen untuk komoditas sayuran termasuk cabai di Indonesia cukup tinggi yaitu mencapai 25-40% (Muchtadi dan Anjarsari 1995). Hal tersebut terjadi karena adanya perubahan fisik, kimia, fisiologis atau mikroba yang terus berjalan setelah panen sehingga berbagai alternatif penganeekaragaman bentuk olahan cabai harus terus dicari agar permasalahan-permasalahan tersebut dapat diatasi.

Sampai saat ini, usaha pengolahan buah cabai menjadi produk telah banyak dilakukan di antaranya diolah menjadi cabai bubuk, cabai kering, saus cabai, dan manisan. Pengolahan cabai menjadi manisan basah telah dikenal masyarakat walaupun masih dilakukan dalam skala kecil, sedangkan pengolahan cabai menjadi manisan kering belum banyak dilakukan masyarakat mengingat prosesnya yang cukup lama terutama pada saat pengeringan. Sebagian besar masyarakat masih menggunakan energi matahari untuk mengeringkan cabai sehingga perlu dilakukan penelitian mengenai pengolahan cabai menjadi manisan kering dengan menggunakan mesin pengering. Salah satu mesin yang dapat digunakan untuk pengeringan manisan cabai adalah *tunnel dehydrator*.

Manisan yang selama ini dikenal masyarakat berasal dari bahan baku buah-buahan, sedangkan manisan yang berasal dari sayuran masih belum banyak diteliti dan dikembangkan (Nurjanah 2002). Di samping itu, belum banyak ditemukan penelitian mengenai proses pembuatan manisan kering cabai merah sehingga perlu dilakukan

penelitian mengenai pembuatan manisan kering cabai merah dengan mengkaji faktor-faktor yang dapat memengaruhi kualitas produk yang dihasilkan.

Beberapa faktor yang dapat memengaruhi hasil pengeringan bahan pangan di antaranya adalah suhu dan waktu pengeringan. Setiap bahan yang dikeringkan memiliki suhu dan waktu pengeringan yang berbeda. Menurut Dahlenburg (1975), suhu yang biasa digunakan untuk mengeringkan bahan pangan (buah dan sayur) berkisar antara 55-75°C. Suhu dan waktu pengeringan berpengaruh terhadap mutu hasil dari bahan pangan yang dikeringkan karena dapat mengurangi tingkat kerusakan akibat pemanasan. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian untuk mendapatkan suhu dan waktu optimal pada proses pengeringan manisan cabai merah.

## MATERI DAN METODE

### Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Pusat Kajian Hortikultura Tropika Institut Pertanian Bogor (PKHT IPB), Jl. Raya Tajur KM 6, Bogor 16000. Penelitian dilakukan sejak bulan Desember 2012 sampai dengan bulan Maret 2013.

### Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah *tunnel dehydrator*, termometer, *stop watch*, timbangan digital (ketelitian 0,1 g), *colour reader* CR-10 Konica Minolta, *hand refractometer*, plastik PP, *sealer*, dan beberapa peralatan untuk analisis kimia. Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah cabai merah besar kultivar TW, gula pasir, kalsium klorida (CaCl<sub>2</sub>), garam, dan beberapa bahan untuk analisis kimia.

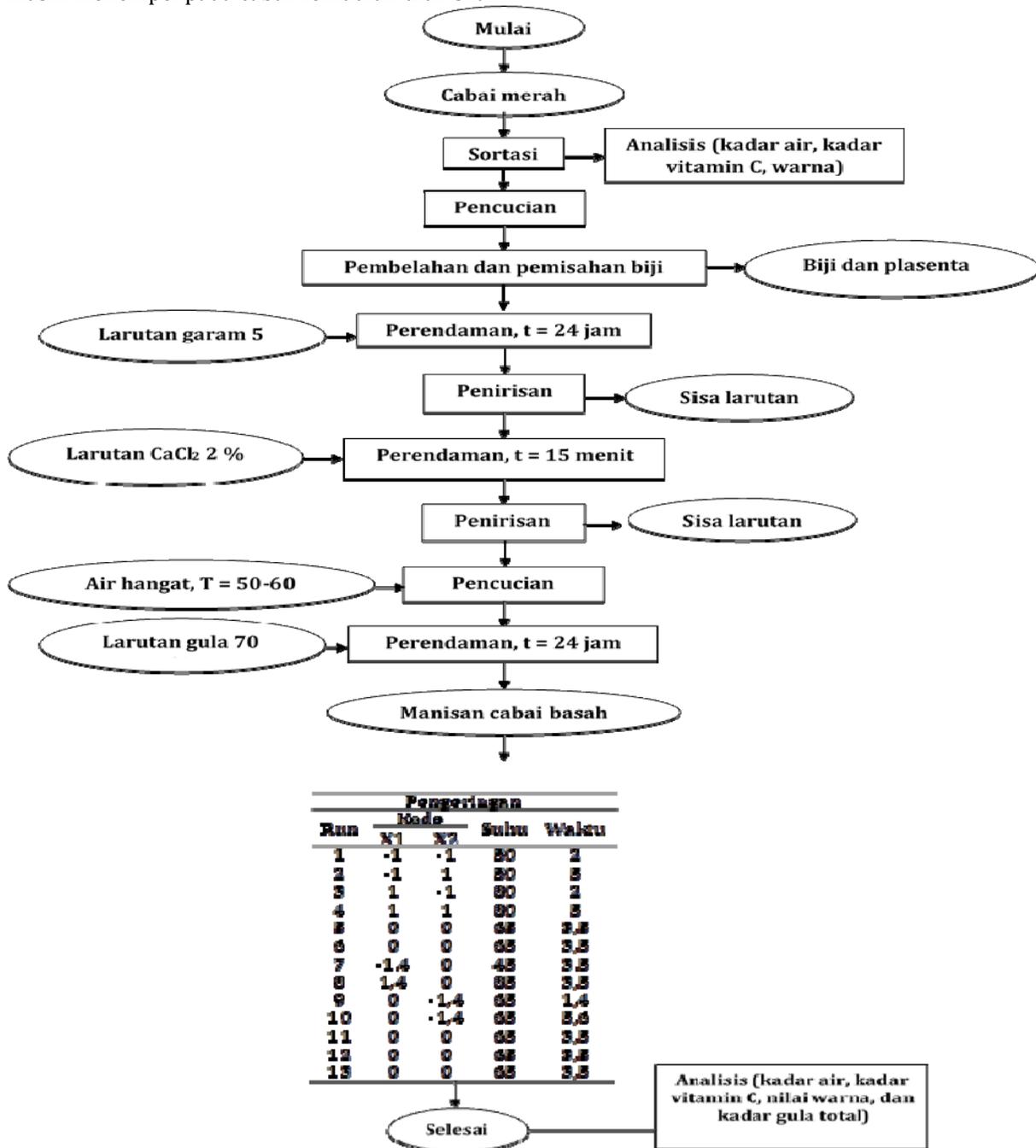
### Metode Penelitian

Penelitian dilakukan untuk mengetahui suhu dan waktu yang optimal pada proses pengeringan manisan cabai merah. Parameter-parameter yang dianalisis yaitu kadar air, kadar vitamin C, nilai warna, dan kadar gula total.

Proses pembuatan manisan kering cabai merah diawali dengan proses sortasi untuk mendapatkan cabai merah yang seragam. Pencucian menggunakan air mengalir untuk menghilangkan kotoran yang menempel pada cabai kemudian ditiriskan. Cabai dibelah untuk

memisahkan daging buah dengan biji dan plasenta. Cabai direndam dalam larutan garam 5% selama 24 jam, ditiriskan, kemudian direndam dalam larutan kalsium klorida (CaCl<sub>2</sub>) 2% selama 15 menit. Cabai dicuci dengan air hangat untuk menghilangkan sisa CaCl<sub>2</sub> yang masih menempel pada cabai kemudian ditiriskan.

Selanjutnya, perendaman dalam larutan gula dengan konsentrasi 70% selama 24 jam. Tahap akhir yaitu pengeringan menggunakan alat pengering *tunnel dehydrator* dengan kombinasi suhu dan waktu pengeringan sesuai rancangan percobaan.



Gambar 1. Diagram alir penelitian pembuatan manisan kering cabai merah (dimodifikasi Tampubolon 2006)

**Rancangan Percobaan**

Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah metode permukaan respons

(*Response Surface Methodology*). Penelitian dilakukan menggunakan dua faktor yaitu suhu pengeringan (X<sub>1</sub>) dan waktu pengeringan (X<sub>2</sub>). Data yang dianalisis pada penelitian ini adalah

kadar air, kadar vitamin C, nilai warna (*chroma*), dan kadar gula total. Model matematika yang digunakan adalah sebagai berikut.

$$Y = a_o + \sum_{i=1}^3 a_i X_i + \sum_{i<j} a_{ij} X_i X_j + \sum_{i=j}^2 a_{ij} X_i^2$$

Keterangan: Y = respons dari masing-masing perlakuan; a<sub>o</sub>, a<sub>i</sub>, a<sub>ij</sub> = parameter regresi; X<sub>i</sub> = pengaruh linier faktor utama; X<sub>i</sub>X<sub>j</sub> = pengaruh linier dua faktor; X<sub>i</sub><sup>2</sup> = pengaruh kuadrat faktor utama.

Nilai hasil interaksi antarfaktor reaksi untuk permukaan respons kemudian dianalisis untuk mendapatkan kondisi optimal pada suhu dan waktu pengeringan manisan cabai merah. Alat bantu analisis statistik yang digunakan adalah *software minitab* 16. Nilai rendah (-1) dan nilai tinggi (+1) rancangan percobaan yang dilakukan dapat dilihat pada Tabel 1. Kombinasi kode atau matriks rancangan faktorial dari masing-masing faktor dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 1. Nilai tinggi dan rendah perlakuan

No	Faktor	Kode	Nilai rendah (-1)	Nilai tinggi (+1)
1	Suhu pengeringan (°C)	X1	50	80
2	Waktu pengeringan (jam)	X2	2	5

Tabel 2. Matriks rancangan faktorial dari masing-masing faktor

Run	Kode (X1)	Kode (X2)	Suhu pengeringan °C (X1)	Waktu pengeringan Jam (X2)
1	-1	-1	50	2
2	-1	1	50	5
3	1	-1	80	2
4	1	1	80	5
5	0	0	65	3,5
6	0	0	65	3,5
7	-1,4	0	45	3,5
8	1,4	0	85	3,5
9	0	-1,4	65	1,4
10	0	1,4	65	5,6
11	0	0	65	3,5
12	0	0	65	3,5
13	0	0	65	3,5

### Analisis Sampel

Analisis sampel dilakukan untuk mengetahui pengaruh suhu dan waktu pengeringan yang

optimal pada proses pengeringan manisan cabai merah menggunakan mesin *tunnel dehydrator* terhadap mutu manisan kering cabai merah. Analisis yang dilakukan meliputi analisis kadar air (AOAC 1984), analisis kadar vitamin C (Jacobs 1985), pengukuran warna menggunakan metode *Hunter Scale*, dan kadar gula total (Apriyantono 1985).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Karakteristik Cabai Merah Segar

Cabai merah (*Capsicum annum* L.) yang digunakan pada penelitian ini adalah cabe merah besar kultivar TW. Cabai merah kultivar TW pada umumnya berukuran besar dengan panjang buah berkisar antara 10-15 cm. Bentuk buah sama seperti cabai merah besar pada umumnya dengan warna merah cerah dan mengkilap, kulit buah tebal, dan aroma cabai cukup tajam.

Cabai merah dianalisis terlebih dahulu sebelum diberikan perlakuan kondisi proses pengeringan untuk mengetahui kondisi awal kandungan gizi cabai merah. Analisis yang dilakukan meliputi analisis nilai warna (*chroma*), kadar vitamin C, dan kadar air. Hasil analisis awal terhadap bahan baku cabai merah segar dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil analisis bahan baku cabai merah segar

Parameter	Bahan	Standard	Keterangan
Warna	26,2	>20,0	Sanguansri <i>et al.</i> (1995)
Vitamin C	14,30 mg/ 100 g bahan	18,0 mg/ 100 g bahan	Direktorat Gizi Departemen Kesehatan RI (1981)
Kadar air	81,32%	90,9%	Direktorat Gizi Departemen Kesehatan RI (1981)

Tabel 3 menunjukkan hasil analisis awal dari bahan baku cabai merah segar yang digunakan sebagai bahan penelitian. Hasil analisis tersebut menunjukkan bahwa cabai merah besar segar yang digunakan untuk penelitian memiliki nilai *chroma* rata-rata sebesar 26,2. Menurut Sanguansri *et al.* (1995), nilai *chroma* rata-rata untuk cabai merah segar di atas 20,0. Dengan demikian, nilai *chroma* cabai merah yang

digunakan pada penelitian ini sudah sesuai dengan standard yang digunakan oleh Sanguansri *et al.* (1995).

Kadar vitamin C rata-rata yang didapatkan dari analisis awal adalah sebesar 14,30 mg/100 g bahan. Hasil analisis kadar vitamin C tersebut lebih rendah dibandingkan vitamin C cabai merah besar segar pada umumnya. Kadar vitamin C cabai merah besar segar menurut Direktorat Gizi Departemen Kesehatan RI (1981) adalah sebesar 18 mg/100 g bahan. Akan tetapi, hasil tersebut lebih tinggi jika dibandingkan dengan hasil penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Yuhanna (2013) yaitu sebesar 13,86 mg/100 g bahan. Kandungan gizi cabai merah besar segar tiap 100 gram bahan menurut Direktorat Gizi Departemen Kesehatan RI (1981) adalah seperti yang tertera pada Tabel 4.

Tabel 4. Kandungan gizi cabai merah besar segar tiap 100 gram bahan

Kandungan gizi	Nilai
kadar air	90,9 %
kalori	31,0 kal
protein	1,0 gram
lemak	0,3 gram
karbohidrat	7,3 gram
kalsium	29,0 mg
fosfor	24,0 mg
besi	0,5 mg
vitamin A	470 SI
vitamin C	18 mg
vitamin B1	0,05 mg
berat yang dapat dimakan	85 %

Sumber: Depkes RI (1981)

Cabai merah yang digunakan untuk penelitian ini memiliki kadar air rata-rata sebesar 81,32%. Analisis kadar air pada penelitian ini menunjukkan hasil yang lebih rendah dibanding kadar air cabai merah menurut Departemen Kesehatan RI yang dapat mencapai 90,9%. Hal tersebut dapat disebabkan oleh adanya proses respirasi kandungan air dalam bahan sejak cabai merah dipanen, selama pengangkutan sampai dilakukan analisis.

Hasil analisis bahan baku cabai merah segar kemudian diuji keseragamannya menggunakan uji homogenitas. Berdasarkan uji homogenitas diketahui bahwa cabai merah segar yang digunakan untuk penelitian memiliki nilai *chroma*, kadar vitamin C, dan kadar air yang seragam.

## Manisan Cabai Merah

Manisan merupakan satu jenis makanan ringan yang biasanya menggunakan gula pasir sebagai pemanisnya (Arifin 1999). Adapun menurut Dewi (2006), manisan adalah salah satu produk olahan pangan yang diawetkan menggunakan gula. Pemberian gula dalam konsentrasi tinggi bertujuan untuk memberikan rasa manis dan mencegah pertumbuhan mikroba.

Pembuatan manisan cabai merah besar dimulai dengan proses pemilihan bahan baku, pencucian, pembelahan, pemisahan daging buah dengan biji dan plasenta, perendaman dalam larutan garam, perendaman dalam larutan kapur, perendaman dalam larutan gula, dan diakhiri dengan proses pengeringan menggunakan alat pengering *tunnel dehydrator*. Cabai merah besar yang akan dibuat menjadi manisan kering ini diberikan beberapa kombinasi faktor untuk mengetahui seberapa besar pengaruh kombinasi faktor tersebut terhadap produk akhir manisan kering cabai merah dan untuk mengetahui hasil optimal dari kombinasi faktor yang diberikan.

Faktor yang diberikan pada pembuatan manisan kering cabai merah adalah suhu dan waktu pengeringan. Respons yang akan didapatkan yaitu nilai warna (nilai *chroma*), kadar vitamin C, kadar air, dan kadar gula total. Semua nilai parameter yang dihasilkan diharapkan akan sesuai dengan standar mutu manisan kering buah-buahan (SII 0718-83).

## Warna

Warna produk khususnya produk pangan merupakan salah satu faktor yang penting dalam menarik minat seseorang untuk mencoba suatu produk sehingga nilai warna menjadi salah satu parameter yang perlu dianalisis dalam penelitian ini. Manisan kering cabai merah dianalisis warnanya menggunakan *colour reader* CR-10 Konica Minolta dengan keluaran hasil berupa nilai L, a, dan b. Pomeranz dan Meloan (1978) mengatakan bahwa nilai L menunjukkan tingkat kecerahan mulai dari 0 untuk warna hitam atau gelap sampai dengan 100 untuk warna putih atau cerah. Nilai a menunjukkan parameter pengukuran warna campuran merah-hijau dengan nilai +a menunjukkan warna merah dan nilai -a menunjukkan warna hijau. Nilai b menunjukkan parameter pengukuran warna campuran kuning-biru dengan nilai +b menunjukkan warna kuning dan nilai -b menunjukkan warna biru.

Tingkatan warna dapat diukur dengan menghitung nilai *chroma* (Unadi *et al.* 1996).

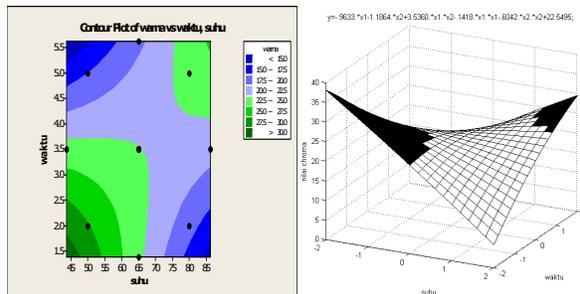
Nilai *c* (*chroma*) merupakan akar dari jumlah kuadrat nilai *a* dan *b*. Sanguansri *et al.* (1993) menyatakan bahwa *chroma* merupakan ukuran yang paling penting untuk mengetahui tingkatan warna buah-buahan dan sayuran.

Nilai *chroma* manisan kering cabai merah yang dihasilkan bervariasi mulai dari 17,11 sampai dengan 25,40 dengan rata-rata sebesar 22,09. Berdasarkan Sanguansri *et al.* (1995), nilai-nilai tersebut termasuk ke dalam kelas mutu baik sekali sampai dengan sangat baik sekali seperti yang tertera pada Tabel 5.

Tabel 5. Klasifikasi mutu berdasarkan nilai *chroma*

Kelas Mutu	Nilai <i>Chroma</i>	Kategori Warna
1	>20	Sangat baik sekali
2	17-20	Baik sekali
3	14-17	Baik
4	<14	Kurang baik

Sanguansri *et al.* (1995)



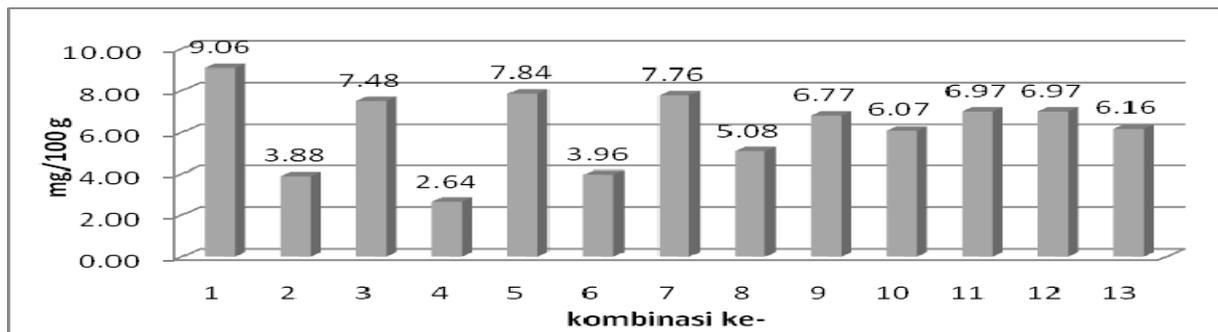
Gambar 2. *Contour plot* dan *surface plot* warna manisan kering cabai merah

Gambar 2 menunjukkan *contour plot* dan

*surface plot* nilai warna manisan kering cabai merah. Gambar tersebut membentuk model sadel (*saddle point*) dengan fungsi  $Y = 22,5495 - 0,9633x_1 - 1,1864x_2 - 0,1418x_1^2 - 0,6042x_2^2 + 3,5360x_1x_2$ . *Saddle point* menunjukkan bahwa pada data nilai *chroma* manisan kering cabai merah yang didapatkan tidak diperoleh kondisi optimal.

Warna manisan cabai merah yang menjadi lebih gelap setelah pengeringan dapat disebabkan oleh adanya proses pencokelatan. Semakin tinggi suhu pengeringan maka warna yang dihasilkan pada manisan akan cenderung mendekati warna cokelat pekat atau gelap. Hal tersebut dapat terjadi karena pada saat pengeringan terjadi proses pencokelatan atau reaksi *Maillard* (Wati 2011). Deman (1997) menyatakan bahwa reaksi *Maillard* dapat dipicu oleh proses pengolahan seperti pengeringan. Semakin tinggi suhu pengeringan maka reaksi *Maillard* akan terjadi semakin cepat.

Reaksi *Maillard* berlangsung dalam beberapa tahap, yaitu tahap kondensasi, tahap penyusunan kembali (*Amadori rearrangement*), dan tahap polimerisasi (Deman 1997). Tahap kondensasi merupakan tahap awal yang melibatkan reaksi antara gula aldosa atau ketosa dengan gugus amin. Reaksi ini berlangsung secara reversibel karena pembentukan *N-substituted glycosylamin* akan dipengaruhi oleh keberadaan air. Kondisi air yang banyak ( $a_w$  bahan tinggi) menyebabkan jumlah  $H_2O$  yang banyak cenderung akan menggeser reaksi ke sebelah kiri yang berarti pembentukan *N-substituted glycosylamin* terhambat.



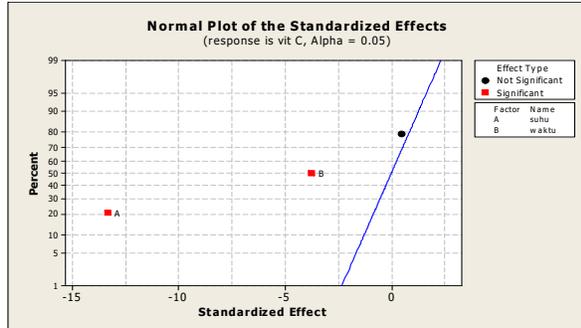
Gambar 3. Variasi kadar vitamin C manisan kering cabai merah

Keterangan: 1 = suhu 50 °C, waktu 2 jam; 2 = suhu 80 °C, waktu 2 jam; 3 = suhu 50 °C, waktu 5 jam; 4 = suhu 80 °C, waktu 5 jam; 5 = suhu 45 °C, waktu 3,5 jam; 6 = suhu 85 °C, waktu 3,5 jam; 7 = suhu 65 °C, waktu 1,4 jam; 8 = suhu 65 °C, waktu 5,6 jam; 9 = suhu 65 °C, waktu 3,5 jam; 10 = suhu 65 °C, waktu 3,5 jam; 11 = suhu 65 °C, waktu 3,5 jam; 12 = suhu 65 °C, waktu 3,5 jam; 13 = suhu 65 °C, waktu 3,5 jam.

Variasi nilai kadar vitamin C manisan kering cabai merah dapat dilihat pada Gambar 3.

Pengamatan terhadap vitamin C manisan kering cabai merah hasil penelitian menunjukkan hasil

yang bervariasi di antara 2,64 – 9,06 mg/100 g. Variasi nilai kadar vitamin C manisan kering cabai merah pada gambar tersebut menunjukkan bahwa faktor suhu dan waktu pengeringan memberikan pengaruh yang signifikan terhadap perubahan kadar vitamin C manisan kering cabai merah.



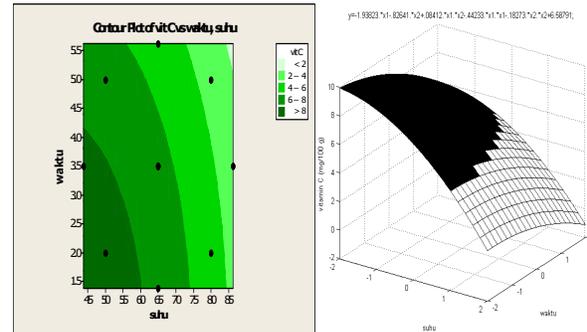
Gambar 4. Normal plot kadar vitamin C manisan kering cabai merah

Gambar normal plot kadar vitamin C manisan kering cabai merah dapat dilihat pada Gambar 4. Gambar tersebut menunjukkan bahwa faktor suhu pengeringan (A) dan waktu pengeringan (B) memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kadar vitamin C manisan kering cabai merah yang dihasilkan. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Lowe (1963) yang menyatakan bahwa faktor-faktor yang berpengaruh terhadap kadar vitamin C dalam bahan pangan diantaranya adalah suhu dan waktu pengeringan. Sementara itu, interaksi antara faktor suhu dan waktu pengeringan (AB) tidak memberikan pengaruh yang signifikan.

Vitamin C merupakan salah satu nilai gizi yang penting pada berbagai varietas buah-buahan dan sayuran. Vitamin C dapat menjadi rusak diakibatkan oleh proses pemanasan. Sherlat dan Luh (1976) menyatakan bahwa semakin tinggi suhu proses pemanasan maka kandungan vitamin C akan semakin rendah. Hal tersebut terjadi karena pada proses pemanasan dengan suhu yang tinggi akan terjadi oksidasi dan degradasi vitamin C pada bahan pangan.

Vitamin C dapat berbentuk sebagai asam L-askorbat dan asam L-dehidro askorbat. Keduanya memiliki keaktifan sebagai vitamin C (Winarno 1991). Miller (1992) menyatakan bahwa asam askorbat sangat mudah teroksidasi secara reversibel menjadi asam L-dehidro askorbat. Asam L-dehidro askorbat secara kimia sangat labil dan dapat mengalami perubahan lebih lanjut menjadi asam L-diketoglikonat yang tidak memiliki keaktifan sebagai vitamin C lagi.

Penggunaan larutan gula dengan konsentrasi yang terlalu tinggi juga akan menyebabkan kandungan vitamin C menjadi semakin rendah (Buntaran *et al.* 2011). Hal tersebut dapat terjadi akibat adanya perubahan struktur jaringan buah karena adanya penggunaan larutan gula yang sangat tinggi sehingga menyebabkan molekul air yang keluar dari bahan menjadi lebih banyak dan melarutkan vitamin C.



Gambar 5. Contour plot dan surface plot kadar vitamin C manisan kering cabai merah

Gambar 5 menunjukkan contour plot dan surface plot nilai kandungan vitamin C manisan kering cabai merah dengan fungsi  $Y = 6,58791 - 1,93823x_1 - 0,82641x_2 - 0,44233x_1^2 - 0,18273x_2^2 + 0,08412x_1x_2$ . Gambar di atas menunjukkan bahwa pada data vitamin C yang dihasilkan tidak diperoleh kondisi optimal. Bagian berwarna merah pada gambar di atas menunjukkan kadar vitamin C tertinggi yaitu sebesar 9,06 mg/100 g bahan.

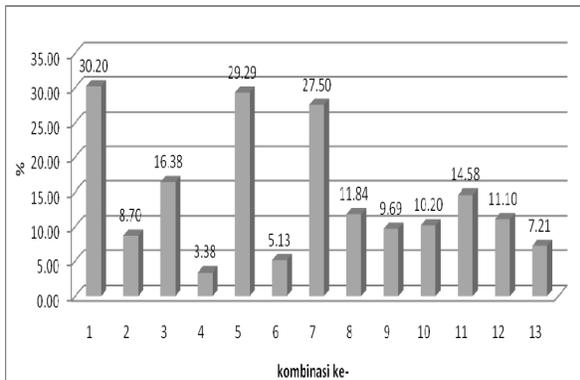
Grafik surface plot kadar vitamin C di atas menunjukkan bahwa semakin tinggi suhu pengeringan maka kandungan vitamin C dalam bahan akan semakin kecil. Semakin lama waktu pengeringan juga menyebabkan kandungan vitamin C akan semakin rendah. Paroke (1991) menyatakan bahwa penggunaan suhu pemanasan yang semakin tinggi akan menyebabkan semakin banyak terjadi kerusakan vitamin C.

Terdapat hubungan yang erat antara suhu pemanasan dengan oksidasi karena suhu yang tinggi dapat meningkatkan kecepatan oksidasi vitamin C sehingga jumlah vitamin C yang rusak karena oksidasi per satuan waktu akan lebih banyak (Wenck *et al.* 1980). Sebaliknya, suhu yang rendah akan memperlambat kecepatan proses oksidasi vitamin C.

### Kadar Air

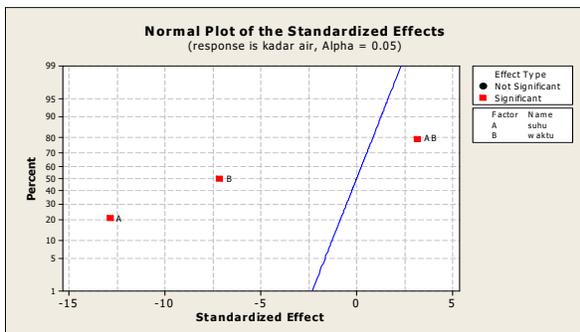
Kadar air merupakan salah satu parameter yang penting untuk dianalisis karena banyaknya air yang terkandung dalam suatu produk akan sangat menentukan umur simpan produk

tersebut. Pengamatan terhadap data kadar air hasil penelitian menunjukkan hasil bervariasi mulai dari 3,38% sampai dengan 30,20%. Taib *et al.* (1987) menyatakan bahwa kadar air suatu bahan berpengaruh terhadap banyaknya air yang diuapkan dan lamanya waktu pengeringan. Semakin tinggi kadar air dalam bahan maka semakin lama waktu yang dibutuhkan untuk mengeringkan bahan tersebut. Variasi nilai kadar air manisan kering cabai merah dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Variasi nilai kadar air manisan kering cabai merah

Keterangan: 1 = suhu 50 °C, waktu 2 jam; 2 = suhu 80 °C, waktu 2 jam; 3 = suhu 50 °C, waktu 5 jam; 4 = suhu 80 °C, waktu 5 jam; 5 = suhu 45 °C, waktu 3,5 jam; 6 = suhu 85 °C, waktu 3,5 jam; 7 = suhu 65 °C, waktu 1,4 jam; 8 = suhu 65 °C, waktu 5,6 jam; 9 = suhu 65 °C, waktu 3,5 jam; 10 = suhu 65 °C, waktu 3,5 jam; 11 = suhu 65 °C, waktu 3,5 jam; 12 = suhu 65 °C, waktu 3,5 jam; 13 = suhu 65 °C, waktu 3,5 jam.

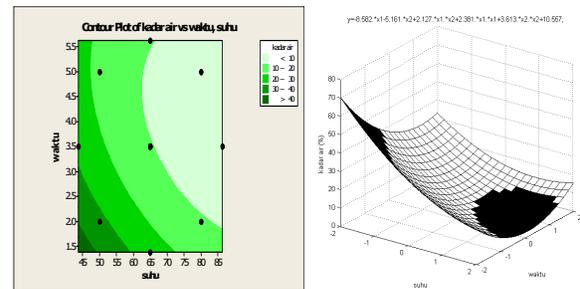


Gambar 7. Normal plot kadar air manisan kering cabai merah

Gambar *normal plot* hasil analisis ragam untuk kadar air manisan kering cabai merah dapat dilihat pada Gambar 7. Gambar di atas menunjukkan bahwa faktor suhu pengeringan (A) dan waktu pengeringan (B) memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kadar air manisan kering cabai merah yang dihasilkan. Interaksi antara faktor suhu dan waktu pengeringan (AB) juga memberikan pengaruh yang signifikan. Hal tersebut sesuai dengan

pernyataan Fitriani (2008) yang menyatakan bahwa suhu pengeringan, waktu pengeringan, dan interaksi antara suhu dan waktu berpengaruh terhadap kadar air manisan.

Semakin lama waktu pengeringan maka kadar air akan semakin rendah. Hal tersebut disebabkan oleh penguapan molekul air lebih banyak sehingga kadar air dalam bahan semakin kecil. Fitriani (2008) menyatakan bahwa penguapan tersebut juga disebabkan oleh terjadinya perbedaan tekanan uap antara air pada bahan dengan uap air di udara. Tekanan uap air bahan pada umumnya lebih besar daripada tekanan uap air di udara sehingga terjadi perpindahan massa air dari bahan ke udara.



Gambar 8. Contour plot dan surface plot analisis kadar air manisan kering cabai merah

Gambar 8 menunjukkan *contour plot* dan *surface plot* analisis kadar air manisan kering cabai merah dengan fungsi  $Y = 10,557 - 8,582x_1 - 5,161x_2 + 2,381x_1^2 + 3,613x_2^2 + 2,127x_1x_2$ . Persamaan di atas menunjukkan bahwa kadar air manisan kering cabai merah akan semakin menurun dengan semakin meningkatnya suhu dan waktu pengeringan. Menurunnya kadar air juga dipengaruhi oleh interaksi antara suhu dan waktu pengeringan. Sebagian besar nilai kadar air hasil analisis berada pada kisaran di bawah 10 %, ditunjukkan oleh area terbesar berwarna merah pada grafik *surface plot* di atas.

Semakin tinggi suhu pengeringan maka semakin besar energi panas yang dibawa udara sehingga semakin banyak jumlah massa cairan yang diuapkan dari permukaan bahan (Tarbiah 1999). Hal tersebut menyebabkan kadar air dalam bahan semakin rendah. Histifarina *et al.* (2004) menyatakan bahwa kemampuan bahan untuk melepaskan air dari permukaannya akan semakin besar dengan semakin meningkatnya suhu pengeringan yang digunakan dan semakin lama proses pengeringan sehingga kadar air yang dihasilkan akan semakin rendah.

Suhu pengeringan yang terlalu tinggi dapat menyebabkan terjadinya kerusakan pada bahan yang dikeringkan karena permukaan bahan akan lebih cepat kering. Kecepatan pengeringan pada

permukaan bahan tersebut tidak diimbangi dengan kecepatan gerakan air dari bahan menuju permukaan sehingga kadar air dalam bahan akan tetap tinggi (Tarbiah 1999). Suhu yang semakin tinggi menyebabkan grafik kadar air kembali meningkat.

Tinggi rendahnya kadar air suatu bahan sangat ditentukan oleh air terikat dan air bebas yang terdapat dalam bahan. Air terikat akan membutuhkan suhu yang lebih tinggi untuk menguapkannya dibandingkan dengan air bebas sehingga bahan pangan yang memiliki air terikat lebih banyak cenderung memiliki kadar air lebih tinggi (Syarif dan Halid 1993). Air bebas mudah diuapkan dan dapat dimanfaatkan untuk pertumbuhan mikroba dan media bagi reaksi-reaksi kimia.

Tabel 6. Syarat mutu manisan kering buah-buahan (SII 0718-83)

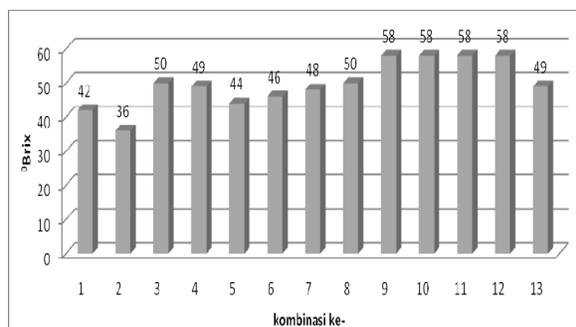
No.	Uraian	Persyaratan
1	Keadaan (kenampakan, bau, rasa, dan jamur)	Normal, tidak berjamur
2	Kadar air	Maksimal 25% (b/b)
3	Jumlah gula (dihitung sebagai sukrosa)	Minimal 40% (b/b)
4	Pemanis buatan	Tidak ada
5	Zat warna	Yang diizinkan untuk makanan
6	Benda asing (daun, tangkai, pasir, dll)	Tidak ada
7	Bahan pengawet sulfat	Maksimal 50 mg/kg. (dihitung sebagai SO <sub>2</sub> )
8	Cemaran logam:	
	- Tembaga (Cu)	Maksimal 50 mg/kg.
	- Timbal (Pb)	Maksimal 150 mg/kg.*)
	- Seng (Zn)	Maksimal 2,5 mg/kg.
9	Arsen	Maksimal 1 mg/kg.
10	Pemeriksaan mikrobiologi :	Sesuai dengan persyaratan
	- Bakteri gol bentuk koli yang berlaku (APM/ml).	Tidak ada
	- Bakteri <i>Escherichia coli</i>	

\*) produk yang dikalengkan, Standar Industri Indonesia (1983)

Kadar air yang dihasilkan diharapkan sesuai dengan standar mutu manisan kering buah-buahan yang berlaku (Tabel 6). Nilai kadar air yang disyaratkan Standar Industri Indonesia (SII) untuk manisan kering buah-buahan adalah maksimal 25%. Hasil analisis kadar air menunjukkan bahwa dari semua kombinasi faktor yang dianalisis, terdapat 3 kombinasi faktor yang menghasilkan kadar air di atas 25% dan tidak memenuhi standar yang disyaratkan SII yaitu kombinasi faktor suhu 50°C waktu 2 jam, suhu 45°C waktu 3,5 jam, dan suhu 65°C waktu 1,4 jam dengan kadar air rata-rata masing-masing sebesar 30,20%, 29,29%, dan 27,50%.

### Kadar Gula Total

Kadar gula total merupakan jumlah gula yang terkandung dalam bahan dihitung sebagai padatan terlarut. Padatan yang ditambahkan pada proses pembuatan manisan kering cabai merah salah satunya adalah gula pasir. Kadar gula total dinyatakan dalam satuan °Brix. Mukaromah *et al.* (2010) menyatakan bahwa Brix adalah zat padat kering yang terlarut dalam suatu larutan (gram per 100 ml larutan) yang dihitung sebagai sukrosa. Variasi nilai kadar gula total manisan kering cabai merah dapat dilihat pada Gambar 9.

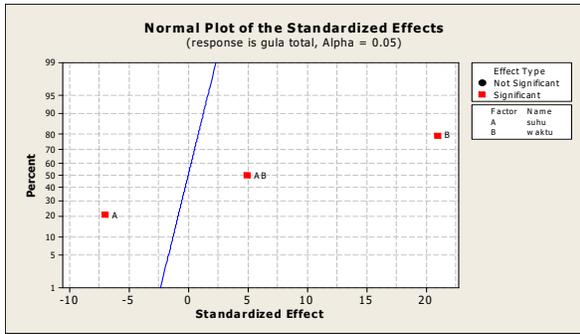


Gambar 9. Variasi nilai kadar gula total manisan kering cabai merah

Keterangan: 1 = suhu 50 °C, waktu 2 jam; 2 = suhu 80 °C, waktu 2 jam; 3 = suhu 50 °C, waktu 5 jam; 4 = suhu 80 °C, waktu 5 jam; 5 = suhu 45 °C, waktu 3,5 jam; 6 = suhu 85 °C, waktu 3,5 jam; 7 = suhu 65 °C, waktu 1,4 jam; 8 = suhu 65 °C, waktu 5,6 jam; 9 = suhu 65 °C, waktu 3,5 jam; 10 = suhu 65 °C, waktu 3,5 jam; 11 = suhu 65 °C, waktu 3,5 jam; 12 = suhu 65 °C, waktu 3,5 jam; 13 = suhu 65 °C, waktu 3,5 jam.

Gambar *normal plot* di atas menunjukkan bahwa faktor suhu pengeringan (A), waktu pengeringan (B), dan interaksi antara suhu dan waktu pengeringan (AB) berpengaruh secara signifikan terhadap kadar gula total manisan kering cabai merah. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Desroiser (1988) yang menyatakan

bahwa suhu dan waktu pengeringan berpengaruh terhadap kadar gula total.

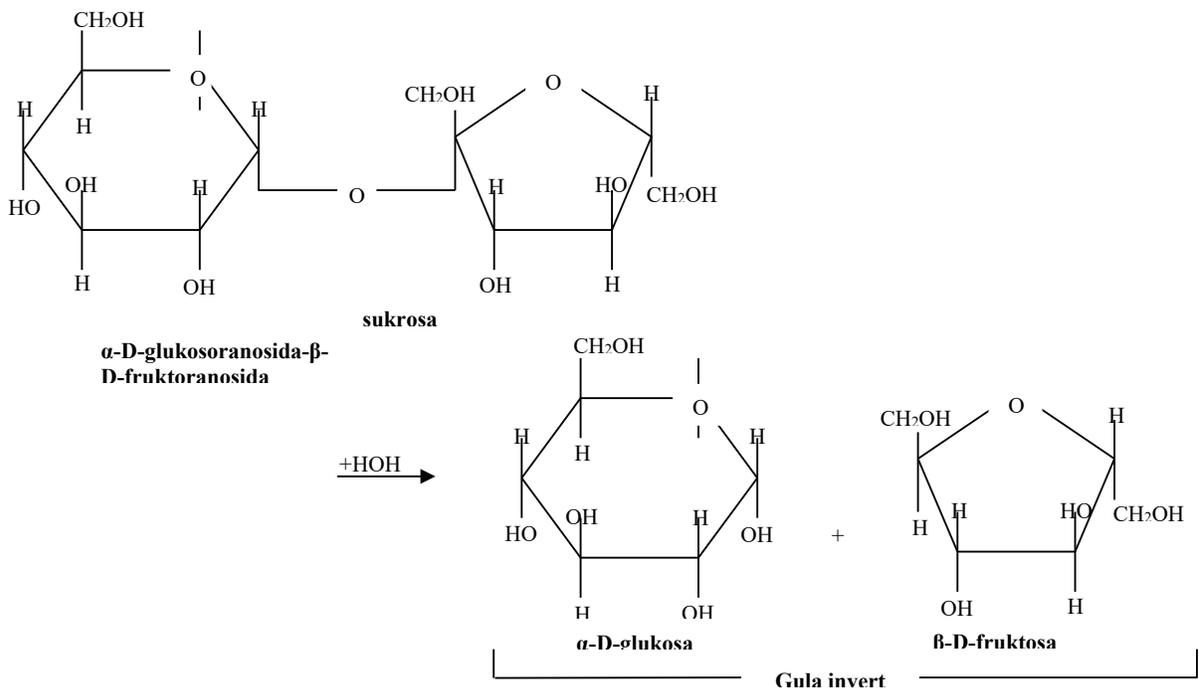


Gambar 10. Normal plot kadar gula total manisan kering cabai merah

Contour plot dan surface plot kadar gula total dengan fungsi  $Y = 56,2000 - 0,5214x_1 + 2,9786x_2 - 6,2875x_1^2 - 4,2875x_2^2 + 1,2500x_1x_2$ . Gambar 10 tersebut menunjukkan bahwa dari data kadar gula total dapat ditentukan kondisi optimal.

Bagian berwarna merah pada gambar tersebut menunjukkan kadar gula total tertinggi yang dihasilkan yaitu sebesar 58 °Brix.

Ketika proses pengeringan berlangsung, larutan gula akan mengalami *inverse* yaitu proses pemecahan sukrosa menjadi glukosa dan fruktosa. Proses pemecahan ini akan menyebabkan terjadinya peningkatan kelarutan gula dalam bahan (Achyadi 2004). Meningkatnya kelarutan gula menyebabkan kadar sukrosa dalam bahan akan berkurang. Desroiser (1988) menyatakan bahwa sukrosa yang mengalami hidrolisis akan terurai menjadi gula pereduksi yaitu glukosa dan fruktosa. Gula pereduksi yang terbentuk akan meresap masuk ke dalam bahan. Kecepatan proses *inverse* dipengaruhi oleh suhu dan waktu pengeringan.



Gambar 11. Reaksi hidrolisis sukrosa (*Inverse*)

Kadar gula total yang dihasilkan diharapkan sesuai dengan standar mutu manisan kering buah-buahan yang berlaku (SII 0718-83). Nilai kadar gula total yang disyaratkan SII untuk manisan kering buah-buahan adalah minimal 40 °Brix. Hasil analisis kadar gula total menunjukkan bahwa dari semua kombinasi faktor yang dianalisis, terdapat satu kombinasi faktor yang menghasilkan kadar gula total di bawah 40 °Brix dan tidak memenuhi standar yang disyaratkan SII yaitu kombinasi suhu 80°C dan waktu 2 jam yaitu sebesar 36 °Brix.

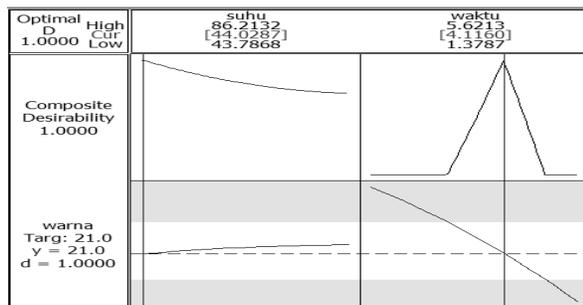
### Penentuan Kondisi Optimal dari Kombinasi Faktor yang Diteliti

Faktor suhu dan waktu pengeringan memberikan pengaruh terhadap respons yang diteliti yaitu nilai warna (*chroma*), kadar vitamin C, kadar air, dan kadar gula total. Faktor suhu dan waktu pengeringan tersebut selanjutnya digunakan untuk mengetahui kondisi optimal dari kombinasi keduanya melalui analisis permukaan respon. Metode yang digunakan untuk mendapatkan kondisi optimal tersebut adalah

Metode Permukaan Respons (*Response Surface Methodology*).

## Warna

Analisis yang dilakukan untuk mengukur nilai warna adalah menggunakan metode *hunter scale* dengan skala *chroma*. Analisis skala *chroma* terhadap warna menunjukkan model sadel (*saddle point*). Hal tersebut menunjukkan bahwa pada analisis nilai warna tidak diperoleh kondisi optimal. Kondisi terbaik atau terpilih yang didapatkan dari hasil analisis nilai warna manisan kering cabai merah akan dicapai pada suhu pengeringan 44,03 °C dan waktu pengeringan 4,12 jam dengan nilai warna (*chroma*) sebesar 21,0. Hasil analisis permukaan respons kombinasi faktor suhu dan waktu pengeringan terhadap nilai warna dapat dilihat pada Gambar 11.



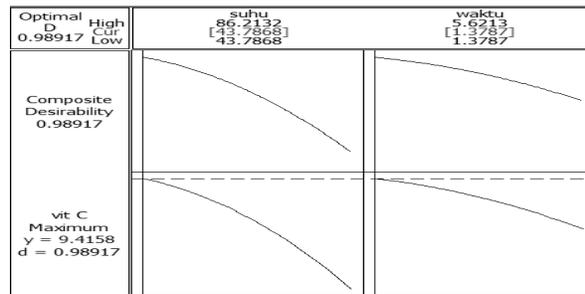
Gambar 11. Grafik analisis permukaan respons kombinasi faktor suhu dan waktu pengeringan terhadap nilai warna

Gambar 11 menunjukkan bahwa jika suhu pengeringan yang digunakan lebih tinggi dari 44,03 °C maka nilai *chroma* akan semakin rendah. Sementara itu, jika waktu pengeringan yang digunakan lebih lama dari 4,12 jam maka nilai *chroma* yang didapatkan akan mengalami penurunan yang signifikan. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Unadi *et al.* (1996) yang menyatakan bahwa nilai *chroma* akan semakin rendah dengan semakin meningkatnya suhu dan waktu pengeringan.

## Vitamin C

Analisis yang dilakukan untuk mengukur kadar vitamin C dalam manisan kering cabai merah adalah menggunakan metode titrasi. Data analisis kadar vitamin C yang diperoleh tidak menghasilkan kondisi optimal. Kondisi terbaik atau terpilih yang didapatkan dari hasil analisis kadar vitamin C manisan kering cabai merah akan dicapai pada suhu pengeringan 43,79 °C dan waktu pengeringan 1,38 jam dengan nilai kadar vitamin C sebesar 9,42 mg/100 g. Hasil analisis

permukaan respons kombinasi faktor suhu dan waktu pengeringan terhadap kadar vitamin C dapat dilihat pada Gambar 12.

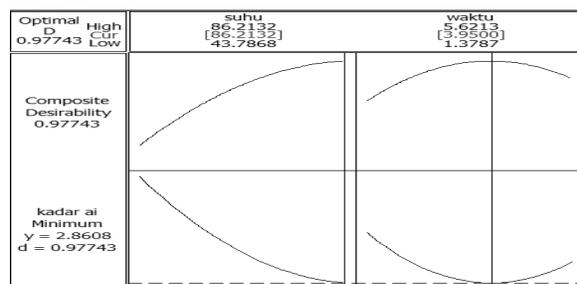


Gambar 12. Grafik analisis permukaan respons kombinasi faktor suhu dan waktu pengeringan terhadap kadar vitamin C

Vitamin C merupakan vitamin yang paling mudah rusak, sangat mudah larut dalam air dan mudah sekali mengalami oksidasi. Penghambatan oksidasi pada vitamin C dapat dilakukan dengan penggunaan suhu pengeringan yang rendah (Winarno 1991). Grafik analisis permukaan respons di atas sesuai dengan pernyataan Winarno (1991) yang menyatakan bahwa penggunaan suhu pengeringan yang rendah dapat menghambat terjadinya oksidasi vitamin C.

## Kadar Air

Analisis yang dilakukan untuk mengukur kadar air adalah menggunakan metode oven. Data analisis kadar air yang diperoleh tidak menghasilkan kondisi optimal. Kondisi terbaik atau terpilih yang didapatkan dari hasil analisis kadar air manisan kering cabai merah dicapai pada suhu pengeringan 86,21°C dan waktu pengeringan yaitu 3,95 jam dengan nilai kadar air sebesar 2,86%. Hasil analisis permukaan respons kombinasi faktor suhu dan waktu pengeringan terhadap nilai kadar air dapat dilihat pada Gambar 13.



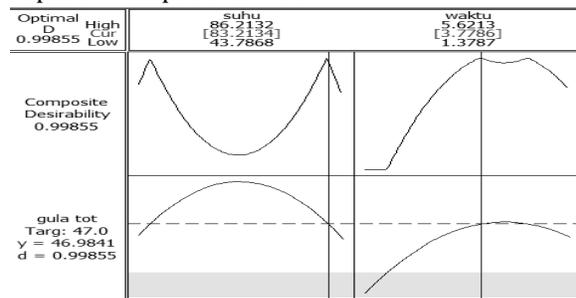
Gambar 13. Grafik analisis permukaan respons kombinasi faktor suhu dan waktu pengeringan terhadap kadar air

Kombinasi faktor suhu dan waktu pengeringan berpengaruh signifikan terhadap

kadar air manis kering cabai merah. Gambar di atas menunjukkan bahwa peningkatan suhu dan waktu pengeringan akan menyebabkan terjadinya penurunan kadar air produk. Kadar air yang rendah dapat menghambat pertumbuhan mikroorganisme sehingga dapat memperpanjang umur simpan produk.

**Kadar Gula Total**

Analisis yang dilakukan untuk mengukur kadar gula total adalah menggunakan *hand refractometer*. Data analisis kadar gula total yang diperoleh menghasilkan kondisi optimal. Kondisi optimal yang didapatkan dari hasil analisis kadar gula total manis kering cabai merah akan dicapai pada suhu pengeringan 83,21°C dan waktu pengeringan 3,78 jam dengan kadar gula total sebesar 46,98 °Brix. Hasil analisis permukaan respons kombinasi faktor suhu dan waktu pengeringan terhadap kadar gula total dapat dilihat pada Gambar 14.



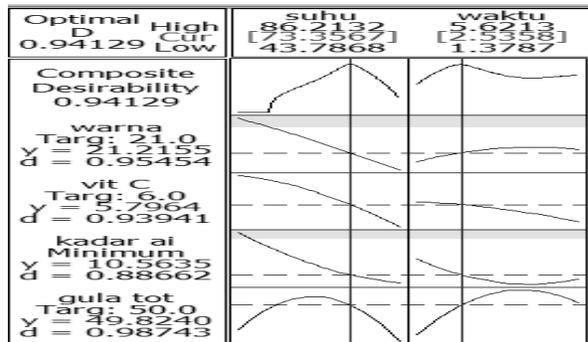
Gambar 14. Grafik analisis permukaan respons kombinasi faktor suhu dan waktu pengeringan terhadap kadar gula total

**Kondisi Optimal secara Global**

Kegiatan optimasi merupakan kegiatan untuk mencari titik yang dapat memaksimalkan nilai *desirability* (Hadi 2006). *Desirability* memiliki nilai mulai dari 0 sampai dengan 1. Nilai *desirability* yang didapatkan pada penelitian ini adalah sebesar 0,94. Angka tersebut mendekati nilai 1 yang artinya tingkat keakuratan kondisi optimal yang didapatkan mendekati nilai maksimal.

Faktor yang digunakan pada penelitian mengenai manis kering cabai merah ini adalah suhu pengeringan dan waktu pengeringan dengan parameter yang dianalisis, yaitu nilai warna (*chroma*), kadar vitamin C, kadar air, dan kadar gula total. Kombinasi dari faktor suhu dan waktu pengeringan akan menghasilkan kondisi optimal terhadap seluruh parameter yang dianalisis.

Hasil analisis terhadap parameter yang dioptimasi dengan menggunakan metode permukaan respons menunjukkan bahwa suhu optimal yang didapatkan adalah 73,36°C dan waktu pengeringan optimal adalah 2,54 jam. Parameter yang dihasilkan yaitu nilai warna (nilai *chroma*) sebesar 21,22, kadar vitamin C sebesar 5,8 mg/100 g, kadar air sebesar 10,56 %, dan kadar gula total sebesar 49,82 °Brix. Gambar kondisi optimal dari semua parameter tersebut dapat dilihat pada Gambar 15.



Gambar 15. Kondisi optimal seluruh parameter

Grafik kondisi optimal di atas menunjukkan bahwa produk manis kering cabai merah yang dibuat akan semakin baik kualitasnya jika suhu yang digunakan adalah sebesar 73,36°C dan waktu 2,54 jam. Selanjutnya, grafik mengalami penurunan yang menunjukkan bahwa kualitas produk akan mengalami penurunan jika suhu pengeringan yang digunakan melebihi 73,36°C dan waktu yang digunakan melebihi 2,54 jam.

**Validasi Kondisi Optimal**

Validasi merupakan suatu tindakan pembuktian dengan cara yang sesuai bahwa setiap bahan, prosedur, kegiatan, sistem, perlengkapan atau mekanisme yang digunakan dalam produksi dan pengawasan akan senantiasa mencapai hasil yang diinginkan (Depkes 2001). ASEAN GMP (*Association of South East Asian Nation Good Manufacturing Practice*) menyatakan bahwa validasi adalah kegiatan membuktikan dengan pasti bahwa material, proses, prosedur, aktivitas, sistem, peralatan atau mekanisme yang digunakan akan mencapai hasil yang diharapkan pada standar yang konsisten. Validasi dilakukan untuk menguji kebenaran data prediksi yang dihasilkan. Batas toleransi nilai validasi yang diberikan adalah maksimal 10% dari nilai prediksi. Nilai validasi yang didapatkan pada penelitian ini memiliki nilai toleransi rata-rata sebesar 5,43% mendekati nilai prediksi dari kondisi optimal yang dihasilkan yaitu di bawah 10% dengan kata lain kondisi optimal yang

didapatkan sesuai dengan nilai prediksi. Hasil validasi tersebut dapat dilihat pada Tabel 7. Tabel 7. Validasi kondisi optimal

Suhu (°C)	Waktu (jam)	Parameter	Nilai Prediksi	Nilai Validasi	Keakuratan (%)	Toleransi (%)
73,36	2,54	Warna	21,22	23,35	90,88	9,12
		vitamin C	5,80	6,04	96,04	3,96
		kadar air	10,56	11,05	95,60	4,40
		kadar gula total	49,82	52	95,77	4,23
		Rata-rata toleransi (%)				

## KESIMPULAN DAN IMPLIKASI

### Kesimpulan

Kondisi optimal pada proses pengeringan manisan cabai merah didapatkan pada suhu 73,36°C dan waktu pengeringan 2,54 jam dengan nilai *desirability* sebesar 0,94. Proses pengeringan dengan kondisi suhu dan waktu pengeringan optimal tersebut menghasilkan manisan kering cabai merah dengan nilai warna (*chroma*) sebesar 21,22, kadar vitamin C sebesar 5,80 mg/100 g, kadar air sebesar 10,56%, dan kadar gula total sebesar 49,82 °Brix.

Validasi dilakukan untuk menguji kebenaran data prediksi yang dihasilkan. Hasil validasi kondisi optimal menunjukkan bahwa nilai *chroma* manisan kering cabai merah yang didapatkan adalah sebesar 23,35 dengan batas toleransi sebesar 9,12%. Kadar vitamin C yang didapatkan adalah sebesar 6,04 mg/100 g dengan batas toleransi sebesar 3,96%. Kadar air yang didapatkan adalah sebesar 11,05% dengan batas toleransi 4,40%. Kadar gula total yang didapatkan adalah sebesar 52 °Brix dengan batas toleransi 4,23%. Batas toleransi nilai validasi yang diberikan adalah maksimal 10% dari nilai prediksi, dengan demikian hasil validasi kondisi optimal yang didapatkan sesuai dengan hasil prediksi.

Penelitian lebih lanjut diperlukan untuk mengetahui umur simpan manisan kering cabai merah (*Capsicum annum L.*) dengan penggunaan suhu dan waktu pengeringan optimal yang dihasilkan pada penelitian ini.

### DAFTAR PUSTAKA

Achyadi NS dan A Hidayanti. 2004. Pengaruh konsentrasi bahan pengisi dan konsentrasi sukrosa terhadap karakteristik fruit leather campedak (*Artocarpus campeden L.*). diunduh

pada 23 Maret 2013 dari <http://www.unpas.ac.id>.

Apriyantono A. 1985. Panduan praktikum pembuatan manisan buah-buahan di dalam pendidikan dan pelatihan penyuluh lapangan spesialis industri kecil pengolahan pangan. Buku III Pengolahan dan Pengawetan Pangan. Kerja Sama Departemen Perindustrian dengan fakultas Teknologi. Pertanian Institut Pertanian Bogor, Bogor.

Arifin Z. 1999. Kajian proses pembuatan manisan kering anggur bali (*Alphonso lavallo*). Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Bogor.

Association of Official Analytical Chemist [AOAC]. 1984. Official method of analysis of the association of official analytical of chemist. The Association of Analytical Chemist, Inc, USA.

Buntaran W, OP Astirin, dan E Mahajoeno. 2011. Pengaruh konsentrasi larutan gula terhadap karakteristik manisan kering tomat (*Lycopersicum esculentum*). *Jurnal Bioteknologi* 8 (1) : 1-9 Mei 2011.

Dahlenburg AP. 1975. Fruit dehydration. department of agriculture. *Special bulletin* no. 6.75, South Australia.

Demam JM. 1997. Kimia makanan. Penerbit ITB Bandung, Bandung.

Desroiser NM. 1988. Teknologi pengawetan pangan. (Penerjemah: M Muljohardjo). UI Press, New York.

Dewi WR. 2006. Pengolahan manisan buah jambu biji bangkok dan mempelajari beberapa sifat fisik dan pHnya yang disimpan pada lemari pendingin. Skripsi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor, Bogor.

Direktorat Gizi Departemen Kesehatan RI. 1981. Daftar komposisi bahan makanan. Bharata Karya Aksara, Jakarta.

Fitriani S. 2008. Pengaruh suhu dan lama pengeringan terhadap beberapa mutu manisan belimbing wuluh (*Aveerrhoa bilimbi*

- L.) kering. *Jurnal Sagu* Vol. 7 No. 1 Tahun 2008: 32-37.
- Hadi S. 2006. Optimasi formulasi minuman isotonik madu. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Histifarina D, D Musaddaad, dan E Murtiningsih. 2004. Teknik pengeringan dalam oven untuk irisan wortel kering bermutu. Volume 14 (2) : 107-112.
- Jacobs M. 1985. The chemical analysis of foods and food products. D. Van Nostrand Company, Inc., New york.
- Lowe B. 1963. Experimental cookery. John Wiley and Sons, New York.
- Miller EV. 1992. Ascorbic acid and physiological breakdown in the fruits of the pineapple science. 2 (1) : 105-110.
- Muchtadi D dan B Anjarsari. 1995. Meningkatkan nilai tambah komoditas sayuran. Prosiding.
- Mukaromah U, SH Susetyorini, dan S Aminah. 2010. Kadar vitamin C, mutu fisik, pH dan mutu organoleptik sirup rosella (*Hibiscus sabdariffa* L.) berdasarkan cara ekstraksi. *Jurnal Pangan dan Gizi*. Volume 01 Nomor 01 Tahun 2010.
- Nurjanah N. 2002. Mempelajari pembuatan, daya terima dan daya simpan manisan wortel (*Daucus carota* L.) basah sebagai produk sumber  $\beta$ -karoten. Skripsi. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Paroke OH. 1991. Pengaruh proses pengolahan, penyimpanan dan pemanasan ulang terhadap kandungan vitamin C sayur daun singkong (*Manihot utilisima* Pohl.). Skripsi. Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Pomeranz Y dan CE Meloan. 1978. Food analyst, theory and practice. The AVI Publ. Co., Inc., Westport, Connecticut.
- Sanguansri L, M Foster, P Drew, N Guirguis, dan I Gould. 1993. Feasibility studies on processing tomato waste and dry tomato product. Report for The Australian Processing Tomato Research Council and The Horticultural Research and Development, Australian Food Industry Science Centre, Werribee, Victoria.
- Sembiring NN. 2009. Pengaruh jenis bahan pengemas terhadap kualitas produk cabai merah (*Capsicum annum* L.). Tesis. Pascasarjana Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Sherlat FBS dan Luh. 1976. Quality factors of tomato pastes mode at several break temperature. *J. Food Chen*. 24 (6) : 1155-1158.
- SII, 0718-83. Mutu manisan kering buah-buahan. Standar Industri Indonesia.
- Syarief dan Halid. 1993. Teknologi penyimpanan pangan. Area, Jakarta.
- Taib G, EG Said, and S Wiraatmaja. 1987. Operasi pengeringan pada pengolahan hasil pertanian. Mediyatama Sarana Perkasa, Jakarta.
- Tampubolon SDR. 2006. Pengaruh konsentrasi gula dan lama penyimpanan terhadap mutu manisan cabai basah. *Jurnal Penelitian Bidang Ilmu Pertanian*. Volume 4, Nomor 1, Tahun 2006:7-10 hlm 9.
- Tarbiah A. 1999. Kinerja alat pengering tipe rak pada pengeringan manisan pala. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Bogor
- Unadi A, RJ Fuller, and RH Macmillan. 1996. Review of tomato drying in Australia. Conference on Engineering in Agriculture and Food Processing, Gatton Collage, Queensland.
- Wati WE. 2011. Pengaruh konsentrasi larutan gula dan proses pengeringan pada pembuatan manisan kering belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi*). Skripsi. Universitas Djuanda, Bogor.
- Wenck DA, H Baren, and SP Dewan. 1980. Nutrition. Reston Publishing Company, Virginia.
- Winarno FG. 1991. Kimia pangan dan gizi. Gramedia, Jakarta.
- Yuhanna U. 2013. Optimasi kondisi proses pembuatan manisan kering cabai merah (*Capsicum Annuum* L.) dengan menggunakan response surface methodology (RSM). Skripsi. Fakultas Ilmu Pangan Halal, Universitas Djuanda, Bogor.