

**KARAKTERISTIK PENGERINGAN DAN
PERUBAHAN WARNA CABAI KATOKKON**
(capsicum annum L. var. sinensis)

OLEH

RUSMIATI RUSTAM

G411 09 260



**PROGRAM STUDI KETEKNIKAN PERTANIAN
JURUSAN TEKNOLOGI PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2013**

**KARAKTERISTIK PENGERINGAN DAN
PERUBAHAN WARNA CABAI KATOKKON**
(capsicum annum L. var. sinensis)

OLEH :
RUSMIATI RUSTAM

G 411 09 260

Skripsi Sebagai Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana

Teknologi Pertanian

Pada

Program Studi Keteknikan Pertanian

Jurusan Teknologi Pertanian

Fakultas Pertanian

Universitas Hasanuddin

PROGRAM STUDI KETEKNIKAN PERTANIAN

JURUSAN TEKNOLOGI PERTANIAN

FAKULTAS PERTANIAN

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2013

HALAMAN PENGESAHAN

Judul : Karakteristik Pengeringan dan Perubahan Warna
Cabai Katokkon (*Capsicum annum L. var. sinensis*)
Nama : RUSMIATI RUSTAM
Stambuk : G 411 09 260
Program Studi : Keteknikan Pertanian
Jurusan : Teknologi Pertanian

**Disetujui Oleh
Dosen Pembimbing**

Pembimbing I

Pembimbing II

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

Dr.Ir. Junaedi Muhidong, M. Sc
NIP. 19600101 198503 1 014

Mengetahui

**Ketua Jurusan
Teknologi Pertanian**

**Ketua Panitia
Ujian Sarjana**

Prof. Dr. Ir. Mulyati M. Tahir, MS
NIP. 19570923 198312 2 001

Dr. Iqbal,STP, M.Si
NIP. 19781225 200212 1 001

Tanggal Pengesahan: November 2013

RUSMIATI RUSTAM (G41109260. “Karakteristik Pengeringan dan Perubahan Warna Cabai katokkon (*capsicum annuum L. var. sinensis*)”.
Dibawah Bimbingan Prof. Dr. Ir. Salengke, M.Sc dan Dr. Ir. Junaedi
Muhidong, M.Sc

ABSTRAK

Cabai Katokkon merupakan salah satu cabai local yang memiliki prospek yang baik untuk dikembangkan. Akan tetapi, belum ada penelitian yang telah dilakukan menyangkut aspek pasca panen, khususnya pengeringan, dari komoditas ini. Oleh karena itu, penelitian ini difokuskan pada studi tentang laju pengeringan dan perubahan warna cabai Katokkon selama pengeringan.

Penelitian ini menggunakan dua perlakuan yaitu suhu pengeringan (40°C, 50°C, 60°C), lama *blanching* (15 menit, 30 menit, 45 menit). Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin tinggi suhu pengeringan maka semakin cepat laju pengeringan dan kadar air basis basah semakin cepat menyusut. Tiga model pengeringan (model Newton, model Henderson dan Pabis, dan model Page) menghasilkan nilai MR yang cukup dekat dengan nilai MR observasi. Namun demikian, model Page menghasilkan nilai prediksi yang terbaik dan menunjukkan nilai R^2 yang lebih besar dibandingkan dengan Newton dan Henderson-Pabis. Hal ini menunjukkan bahwa model Page adalah model terbaik untuk merepresentasikan model pengeringan karena memiliki nilai kesesuaian yang besar terhadap karakteristik pengeringan cabai Katokkon. Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa semakin lama pengeringan maka semakin menurun tingkat kecerahan warna cabai Katokkon dan semakin tinggi suhu pengeringan maka semakin cepat perubahan warna menjadi lebih gelap.

Kata Kunci : *Cabai Katokkon, Model Page, Kadar Air Basis Basah, Kadar Air Basis Kering, warna*

RIWAYAT HIDUP



RUSMIATI RUSTAM lahir di Kabupaten MAROS Pada tanggal 25 Oktober 1991, merupakan anak keempat dari enam bersaudara, pasangan bapak Rustam dengan ibu Ilawiah. Pendidikan Formal yang pernah dilalui adalah:

1. Menempuh pendidikan dasar SD 34 Impres Tumalia Kab. Sinjai Pada tahun 1997 sampai tahun 2003.
2. Melanjutkan pendidikan di jenjang sekolah menengah pertama di SMP Negeri 2 Maros Kab. Maros Pada tahun 2003 sampai tahun 2006.
2. Melanjutkan pendidikan di jenjang menengah atas, pendidikan ditempuh di SMA Negeri 1 Maros Kab. Maros Pada tahun 2006 sampai tahun 2009.
3. Melanjutkan pendidikan di Universitas Hasanuddin, jurusan Teknologi Pertanian Program Studi Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin, Makassar Pada tahun 2009 sampai tahun 2013.

Setelah lulus melalui jalur SNMPTN tahun 2009 penulis diterima sebagai mahasiswa Jurusan Teknologi Pertanian Program Studi Keteknikan Pertanian Universitas Hasanuddin Makassar. Selama kuliah, penulis aktif di organisasi HIMATEPA UH, dan sebagai asisten Pada laboratorium Hidrologi.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT berkat limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan seluruh rangkaian tugas akhir yang merupakan syarat Untuk memperoleh gelar sarjana di Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin, Makassar.

Tugas akhir ini dapat terselesaikan berkat adanya arahan dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu patutlah kiranya jika Pada kesempatan ini penulis menyampaikann terima kasih kePada:

1. Prof.Dr.Ir. Salengke, M.Sc dan Dr.Ir. Junaedi Muhidong, M.Sc selaku dosen pembimbing yang telah membimbing dan memberikan arahan selama penyusunan laporan akhir ini.
2. Ir. Totok Prawitosari, MS dan Olly Sanny Hutabarat, STP, M.Si selaku dosen penguji yang telah memberikan arahan dalam menyelesaikan laporan akhir ini.
3. Orang tuaku, Ayahanda Rustam dan Ibunda Ilwiah saudara-saudariku serta seluruh keluarga atas segala dukungan yang tiada bosan-bosannya tertuju kePada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan studinya.
4. Teman-teman yang selalu memberikan semangat dalam penyusunan laporan ini Mega. Asti, Dewy, Juwita, Kiki. Teman seperjuangan yang tidak pernah terlupakan Widy dan Fani. Rekan-rekan mahasiswa khususnya angkatan 2009 terimakasih atas doa, bantuan dan dukungannya dalam penyusunan laporan akhir ini.

Akhirnya atas segala bantuan dan dorongan dari semua pihak tersebut diatas penulis memohon semoga Allah SWT senantiasa melimpahkan rahmat-Nya kePada mereka, Amin

Makassar, November 2013

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
ABSTRAK.....	iii
RIWAYAT HIDUP.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR LAMPIRAN	xi
I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan dan Kegunaan	2
II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Cabai	3
2.2 Varietas Cabai	3
2.3 <i>Blanching</i>	5
2.4 Kadar Air	5
2.5 Pengeringan	6
2.6 <i>Try Drayer</i>	8
2.7 Model Pengeringan	9
2.8 Warna	10
2.8.1 Analisis Warna	10
2.8.2 Model CIELAB.....	10
2.8.3 Analisis Perubahan Warna	12
III. METODE PENELITIAN	
3.1 Waktu dan Tempat	15
3.2 Alat dan Bahan	15
3.3 Perlakuan dan Parameter Pengamatan.....	15
3.4 Prosedur Penelitian	16

3.4.1 Persiapan Bahan.....	16
3.4.2 Proses Pengeringan	16
3.4.3 Proses Pengukuran Perubahan Warna	17
3.4.4 Pengolahan Data.....	19
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Kadar Air	22
4.2 Pola Laju Pengeringan.....	23
4.3 Model Pengeringan	24
4.3.1 Hubungan Antara MR Pengamatan dengan MR Prediksi	27
4.4 Perubahan Warna Selama Proses Pengeringan.....	28
4.4.1 Perubahan Nilai L*	29
4.4.2 Perubahan Nilai a*.....	31
4.4.3 Perubahan Nilai b*	34
4.4.4 Perubahan Nilai c*	36
4.4.5 Perubahan Nilai ΔE	38
4.4.6 Perubahan Nilai ΔH	41
V. PENUTUP	
5.1 Kesimpulan	44
5.2 Saran.....	44
DAFTAR PUSTAKA.....	45
LAMPIRAN	47

DAFTAR TABEL

No	Judul	Halaman
1.	Jenis Cabai dan Karakteristiknya	3
2.	Mode matematis yang digunakan dalam pengeringan	9
3.	Bentuk Matematis Dari Ketiga Model yang Diuji	24
4.	Hasil Analisa Model Persamaan Cabai Suhu Pengeringan 40°C	24
5.	Hasil Analisa Model Persamaan Cabai Suhu Pengeringan 50°C	25
6.	Hasil Analisa Model Persamaan Cabai Suhu Pengeringan 60°C	25

DAFTAR GAMBAR

No	Judul	Halaman
1.	Bagan Alir Prosedur Penelitian.....	21
2.	Pola penurunan kadar air basis basah selama proses pengeringan. (a) suhu pengeringan 40°C (b) suhu pengeringan 50°C (c) suhu pengeringan 60°C, dengan kecepatan udara 1,5 m/s.....	22
3.	Pola penurunan laju pengeringan terhadap kadar air basis basah. (a) suhu pengeringan 40°C (b) suhu pengeringan 50°C (c) suhu pengeringan 60°C, dengan kecepatan udara 1,5 m/s	23
4.	Hubungan model Page dengan data pengamatan untuk suhu pengeringan 40°C.(a) <i>Blanching</i> selama 15 menit (b) <i>Blanching</i> selama 30 menit (c) <i>Blanching</i> selama 45 menit, dengan kecepatan udara 1,5 m/s.....	26
5.	Hubungan model Page dengan data pengamatan untuk suhu pengeringan 50°C.(a) <i>Blanching</i> selama 15 menit (b) <i>Blanching</i> selama 30 menit (c) <i>Blanching</i> selama 45 menit, dengan kecepatan udara 1,5 m/s.....	27
6.	Hubungan model Page dengan data pengamatan untuk suhu pengeringan 60°C.(a) <i>Blanching</i> selama 15 menit (b) <i>Blanching</i> selama 30 menit (c) <i>Blanching</i> selama 45 menit, dengan kecepatan udara 1,5 m/s.....	28
7.	Hubungan grafik nilai L* terhadap kadar air basis basah suhu pengeringan (a.1) 40°C , (b.1) 50°C, (c.1) 60°C. grafik hubungan nilai L* terhadap waktu pengeringan dengan suhu pengeringan (a.1) 40°C , (b.1) 50°C, (c.1) 60°C dengan kecepatan udara 1,5 m/s	30
8.	Hubungan grafik nilai a* terhadap kadar air basis basah suhu pengeringan (a.1) 40°C , (b.1) 50°C, (c.1) 60°C. grafik hubungan nilai L* terhadap waktu pengeringan	

	dengan suhu pengeringan (a.1) 40°C , (b.1) 50°C, (c.1) 60°C dengan kecepatan udara 1,5 m/s	32
9.	Hubungan grafik nilai b^* terhadap kadar air basis basah suhu pengeringan (a.1) 40°C , (b.1) 50°C, (c.1) 60°C. grafik hubungan nilai b^* terhadap waktu pengeringan dengan suhu pengeringan (a.1) 40°C , (b.1) 50°C, (c.1) 60°C dengan kecepatan udara 1,5 m/s	35
10.	Hubungan grafik nilai c^* terhadap kadar air basis basah suhu pengeringan (a.1) 40°C , (b.1) 50°C, (c.1) 60°C. grafik hubungan nilai c^* terhadap waktu pengeringan dengan suhu pengeringan (a.1) 40°C , (b.1) 50°C, (c.1) 60°C dengan kecepatan udara 1,5 m/s	37
11.	Hubungan grafik nilai ΔE^* terhadap kadar air basis basah suhu pengeringan (a.1) 40°C , (b.1) 50°C, (c.1) 60°C. grafik hubungan nilai ΔE^* terhadap waktu pengeringan dengan suhu pengeringan (a.1) 40°C , (b.1) 50°C, (c.1) 60°C dengan kecepatan udara 1,5 m/s	40
12.	Hubungan grafik nilai H^* terhadap kadar air basis basah suhu pengeringan (a.1) 40°C , (b.1) 50°C, (c.1) 60°C. grafik hubungan nilai ΔH^* terhadap waktu pengeringan dengan suhu pengeringan (a.1) 40°C , (b.1) 50°C, (c.1) 60°C dengan kecepatan udara 1,5 m/s	42

DAFTAR LAMPIRAN

No	Judul	Halaman
1.	Hasil pengukuran perubahan berat cabai Katokkon pada sampel dengan suhu pengeringan 40°C.....	47
2.	Hasil Hasil pengukuran perubahan berat cabai Katokkon pada sampel dengan suhu pengeringan 50°C	48
3.	Hasil pengukuran perubahan berat cabai Katokkon pada sampel dengan suhu pengeringan 60°C s.....	49
4	Nilai Kadar Air Basis Basah (KABB), dan Kadar Air Basis Kering (KABK) dengan suhu pengeringan 40°C	50
5	Nilai Kadar Air Basis Basah (KABB), dan Kadar Air Basis Kering (KABK) dengan suhu pengeringan 50°C	51
6	Nilai Kadar Air Basis Basah (KABB), dan Kadar Air Basis Kering (KABK) dengan suhu pengeringan 60°C	52
7	Nilai Laju Pengeringan (g H ₂ O/g padatan/menit) dengan suhu pengeringan 40°C	53
8	Nilai Laju Pengeringan (g H ₂ O/g padatan/menit) dengan suhu pengeringan 50°C.....	54
9	Nilai Laju Pengeringan (g H ₂ O/g padatan/menit) dengan suhu pengeringan 60°C	55
10.	Hasil Analisa Solver	56

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Cabai merupakan salah satu komoditas yang banyak mendapat perhatian karena memiliki nilai ekonomis yang cukup tinggi. Kebutuhan akan cabai terus meningkat setiap tahun sejalan dengan meningkatnya jumlah penduduk dan berkembangnya industri yang membutuhkan bahan baku cabai. Cabai Katokkon merupakan varietas khusus dari cabai Habanero, yang dikembangkan khusus agar mendapat cabai yang lebih pedas, besar dan berat, hingga dalam pengelolaannya lebih menguntungkan.

Cabai Katokkon merupakan cabai yang cukup digemari oleh masyarakat karena sifat karakteristiknya yang cukup menguntungkan, karena rasanya yang lebih pedas dibandingkan dengan cabai merah yang lainnya hingga beberapa masyarakat mulai membudidayakannya. Namun demikian, sifat cabai yang tidak tahan lama untuk disimpan serta mudah rusak karena memiliki kadar air yang tinggi menjadi salah satu faktor yang sangat berpengaruh dalam proses pendistribusiannya dan dapat merugikan para petani ataupun pedagang.

Kadar air yang terdapat pada cabai sangat tinggi yaitu sekitar 90%. Kandungan air yang sangat tinggi ini merupakan faktor penyebab terjadinya kerusakan pada saat musim panen raya. Hal ini dikarenakan hasil panen yang melimpah sedangkan proses penanganan hasil tidak dapat berlangsung secara serentak, sehingga menyebabkan pembusukan.

Salah satu alternatif yang dapat dilakukan untuk memperpanjang masa simpan adalah pengeringan. Proses pengeringan dapat dilakukan dengan penjemuran ataupun dengan pengeringan mekanis. Penjemuran merupakan metode pengeringan yang memanfaatkan energi cahaya matahari. Pengeringan secara mekanis merupakan pengeringan yang memanfaatkan udara yang dipanaskan sebagai media pengeringan.

Pengeringan mekanis merupakan proses pengeringan yang menggunakan alat. Dengan pengeringan mekanis, laju pengeringan sesuai dengan sifat-sifat

bahan yang dikeringakan sehingga. Sehingga mutu produk kering yang dihasilkan dapat dipertahankan.

Pengeringan cabai katokkon belum banyak dilakukan oleh masyarakat. Penelitian tentang pengeringan cabai jenis ini juga belum pernah dilaporkan dalam literatur. Oleh karena itu, untuk mengetahui karakteristik pengeringan dan perubahan warna dalam pengeringan, perlu dilakukan penelitian yang dapat memberi informasi mengenai karakteristik dan laju pengeringan cabai Katokkon serta perubahan warna yang terjadi selama pengeringan. Selain itu, studi tentang model pengeringan yang sesuai dengan karakteristik pengeringan cabai Katokkon juga perlu dilakukan.

1.2 Tujuan dan Kegunaan

Tujuan Penelitian ini adalah untuk mendapatkan model pengeringan yang sesuai dengan karakteristik pengeringan cabai Katokkon dan mengetahui perubahan warna yang terjadi selama pengeringan.

Kegunaan dari penelitian ini adalah menjadi dasar permodelan pengeringan cabai Katokkon, dan diharapkan dapat menjadi bahan informasi dan pertimbangan bagi petani dan industri pengolahan.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Cabai

Cabai tergolong sebagai tanaman sayuran atau hortikultural. Cabai atau cabai merah atau lombok (bahasa Jawa) adalah buah dan tumbuhan anggota genus *Capsicum*. Buahnya dapat digolongkan sebagai sayuran maupun bumbu, tergantung bagaimana digunakan (Sayuti A. 2006).

Cabai merupakan salah satu komoditas sayuran yang banyak dibudidayakan oleh petani di Indonesia karena memiliki harga jual yang tinggi dan memiliki beberapa manfaat kesehatan yang salah satunya adalah zat capsaicin yang berfungsi dalam mengendalikan penyakit kanker. Selain itu kandungan vitamin C yang cukup tinggi pada cabai dapat memenuhi kebutuhan harian setiap orang (Sayuti A. 2006).

2.2 Varietas Cabai

Saat ini telah banyak benih cabai hibrida yang beredar di pasaran dengan nama varietas yang beranekaragam dengan berbagai keunggulan yang dimiliki, genus *Capsicum* terdiri dari 30 spesies. Berdasarkan Budi Hartono, 2012) terdapat beberapa yang paling sering berada dipasaran dan dibudidayakan

Tabel 1. Jenis Cabai Dan Karakteristiknya

Jenis Cabai	Karakteristik
Cabai Besar	Bunga putih , permukaan buah rata dan halus, diameter sedang – besar , kulit daging buah terbal, berumur genjah dan dapat tumbuh di berbagai ketinggian
Cabai Keriting	Bunga putih atau ungu, buah muda hijau atau ungu, permukaan buah bergelombang, kulit daging buah tipis, umur lebih dalam, buah lebih tahan simpan dapat tumbuh pada

	berbagai ketinggian.
Cabai Paprika	Buah muda memiliki warna bervariasi kuning, hijau muda, hijau dan ungu, buah kotakatau lonjong, permukaan rata, kulit daging buah tebal , tidak pedas dan cocok untuk datarang tinggi.
Cabai rawit	Bunga berwarna putih kehijaan, buah muda berwarna putih, kuning atau hijau, daging buah lunak, rasa buah pedas.

Cabai katokkon merupakan cabai yang banyak memberikan keuntungan namun belum begitu dikenal oleh beberapa masyarakat hingga budidaya cabai Katokkon masih relatif dikembangkan dari tana asalnya yaitu Tana Toraja (Rusdi, 2012).

Cabai Katokkon tergolong ke dalam cabai besar (*Capsicum annum L*), bentuk buahnya pendek, gemuk dan tumpul, ukuran normalnya sepanjang 3-4 cm dan penampangnya selebar 2 – 3,5 cm mirip cabai paprika hanya ukurannya lebih kecil. Memiliki aroma yang khas dan rasa yang spesifik karena rasa pedasnya sangat terasa. Buah yang muda berwarna hijau muda sedangkan buah yang masak berwarna merah terang. kulit buahnya tebal dan bijinya tidak sebanyak biji cabai merah. Berdasarkan data yang ada cabai ini hanya tumbuh baik di dataran tinggi dan banyak di budidayakan di perbatasan Toraja yakni Enrekang. Harga cabai ini relatif stabil dan tidak terpengaruh dengan harga cabai lain sehingga baik diusahakan dalam skala agribisnis karena dapat memberi keuntungan yang relatif baik (Rusdi, 2012).

Panen pertama cabai katokkon dilakukan setelah tanaman berumur 3 – 4 bulan setelah pindah tanam. Berdasarkan pengalaman jumlah buah cabai katokkon dapat mencapai 100 – 150 buah/pohon selama masa hidupnya, setara dengan 0,8 – 1,2 Kg cabai (Rusdi, 2012).

2.3 Blanching

Blanching merupakan salah satu tahapan operasi pra proses yang biasanya dilakukan dalam proses pengalengan, pembekuan, sayuran dan buah-buahan. Tujuan dari *blanching* diantaranya adalah untuk menginaktivkan enzim, untuk membunuh bakteri, untuk memperlunak jaringan, untuk memperbaiki tekstur dan warna serta kenampakan. Menurut Winarno (1980), *blanching* adalah pemanasan pendahuluan dalam pengolahan pangan.

Menurut Praptiningsih (1999) *blanching* bertujuan untuk inaktivasi enzim, pembersihan bahan-bahan mentah dan mengurangi kadar bakterinya, membuat jaringan berkerut sehingga membuat pengisian bahan mentah menjadi mudah, mempertahankan dan memperbaiki warna dan memperbaiki tekstur.

Tujuan dilakukanya *Blanching* adalah:

1. Menginaktivasi ataupun merusak enzim untuk menghindari terjadinya perubahan yang tidak diinginkan,
2. Mempertahankan maupun memperbaiki warna dan kenampakan,
3. Mengurangi kandungan mikroba,
4. Memperlunak jaringan sehingga mempermudah proses berikutnya,
5. Mengeluarkan gas-gas seluler dari jaringan sehingga mengurangi terjadinya korosi,
6. Memperbaiki tekstur, terutama untuk bahan yang dikeringkan.

2.4 Kadar Air

Bahan pangan yang dihasilkan dari produk-produk pertanian pada umumnya mengandung kadar air tinggi. Kadar air tersebut apabila masih tersimpan dan tidak dihilangkan, maka akan dapat mempengaruhi kondisi fisik bahan pangan). Kadar air merupakan banyaknya air yang terkandung dalam bahan yang dinyatakan dalam persen. Kadar air suatu bahan menunjukkan jumlah air yang dikandung dalam bahan tersebut, baik berupa air bebas maupun air terikat. Selama proses pengeringan, kadar air bahan mengalami penurunan, besarnya penurunan kadar air tersebut berbeda-beda

sesuai dengan banyaknya air yang diuapkan. Dengan demikian pada awal proses penurunan kadar air sangat besar dan semakin menurun sampai kadar air seimbang (Winarno, 1980).

Kadar air hasil pertanian yang tinggi sangat cocok bagi kehidupan dan perkembangan bakteri dan jamur. Jika kadar air diturunkan menjadi sekitar 25%, bakteri tidak dapat bertahan dan reaksi enzimatik dapat berkurang sangat nyata. Pada tingkat kadar air 15%, jamur akan sulit untuk hidup dan berkembang. Penurunan kadar air pada produk pertanian sangat penting dilakukan untuk memperoleh masa simpan produk yang lebih lama. Salah satu metode penurunan kadar air yaitu pengeringan. Kadar air suatu bahan berpengaruh terhadap banyaknya air yang harus diuapkan dan lamanya proses pengeringan. Kadar air bahan pangan dapat dinyatakan dalam kadar air basis kering dan kadar air basis basah (Rangga, 2009).

2.5 Pengeringan

Pengeringan merupakan suatu cara untuk mengeluarkan atau menghilangkan sebagian besar air dari suatu bahan dengan menggunakan energi panas. Tujuan dari pengeringan adalah mengurangi kadar air bahan sampai batas dimana perkembangan mikroorganisme dan kegiatan enzim yang dapat menyebabkan pembusukan terhambat atau terhenti, dengan keuntungannya adalah bahan menjadi lebih tahan lama disimpan dan volume bahan menjadi lebih kecil sehingga mempermudah dan menghemat ruang pengangkutan dan pengepakan (Muchtadi, 1989).

Umumnya proses pengeringan yang digunakan pada bahan pangan ada dua cara yaitu dengan penjemuran dan dengan alat pengering. Matahari (*Sun Drying*) atau penjemuran merupakan salah satu metode tradisional karena menggunakan panas langsung dari matahari dan pergerakan udara lingkungan, pada proses penjemuran mempunyai laju pengeringan yang lambat dan memerlukan perhatian lebih. Bahan harus dilindungi dari serangan serangga dan ditutupi pada malam hari. Selain itu matahari sangat rentan terhadap resiko kontaminasi lingkungan, sehingga sebaiknya jauh dari

jalan raya atau udara yang kotor, waktu pengeringannya lebih lama dan lebih mudah terkontaminasi oleh kotoran atau debu sehingga dapat mengurangi mutu akhir produk yang dikeringkan. Di sisi lain, yang dilakukan dengan menggunakan alat pengering biayanya lebih mahal, tetapi mempunyai kelebihan yaitu kondisi sanitasi lebih terkontrol sehingga kontaminasi dari debu, serangga, burung dan tikus dapat dihindari. Selain itu pula dehidrasi dapat memperbaiki kualitas produk yang dihasilkan, pemilihan jenis alat dan kondisi pengering yang akan digunakan tergantung dari jenis bahan yang dikeringkan, mutu hasil akhir yang dikeringkan dan pertimbangan ekonomi. Jenis alat pengering lainnya yang dapat digunakan untuk bahan pangan adalah terowongan, pengering semprot, pengering *fluidized bed*, pengering beku dan lain-lain (Winarno, 1980).

Efisiensi *system* dan alat pengeringan merupakan salah satu faktor yang perlu dipertimbangkan dalam aplikasinya. Efisiensi operasi dapat dinyatakan sebagai perbandingan panas yang secara teoritis diperlukan untuk menguapkan air dengan penggunaan panas yang sebenarnya didalam alat pengering. Efisiensi tersebut berguna untuk mempelajari pendugaan atau konstruksi alat pengering dan studi perbandingan antar berbagai alat pengering yang digunakan untuk alternatif (Mujumdar 2000).

Pada proses pengeringan menggunakan alat pada bahan dimana udara panas dialirkan dapat dianggap sebagai salah satu proses adiabatik. Hal ini berarti panas yang diberikan untuk penguapan air dari bahan hanya disuplai oleh udara pengering secara konduksi atau radiasi tanpa tambahan energi dari luar. Proses perpindahan panas terjadi karena suhu bahan lebih rendah dari suhu udara yang dialirkan disekeliling bahan. Panas yang diberikan ini akan menaikkan suhu bahan dan akan menyebabkan tekanan uap air didalam bahan akan lebih tinggi dibandingkan tekanan uap air di udara sehingga terjadi perpindahan uap air dari bahan ke udara. Peristiwa perpindahan uap air ke udara ini disebut peristiwa pindah massa. Faktor-faktor yang mempengaruhi ada 2 golongan, yaitu: faktor yang berhubungan dengan udara pengering (suhu, kecepatan volumetrik aliran udara pengering, dan kelembaban udara),

dan faktor yang berhubungan dengan sifat bahan (ukuran bahan, dan kadar air awal) (Mujumdar 2000).

2.6 Tray Drayer

Alat mekanis (pengering buatan) akan mendapatkan hasil yang baik bila kondisi dapat ditentukan dengan tepat dan selama dikontrol dengan baik. Juga harus diperhitungkan hasil kering dari bahan yang diinginkan. Setiap bahan yang akan dikeringkan tidaklah sama kondisi pengeringannya, karena ikatan air dan jaringan ikatan tiap bahan akan berbeda. Setiap alat digunakan untuk jenis bahan tertentu, misalnya *tray dryer* untuk bahan padat atau lempengan yang dikeringkan dengan sistem *batch* (Rachmawan, 2001).

Tray dryer atau alat pengering berbentuk rak, mempunyai bentuk persegi dan di dalamnya berisi rak-rak, yang digunakan sebagai tempat bahan yang akan dikeringkan. Pada umumnya rak tidak dapat dikeluarkan. Beberapa alat pengering jenis ini rak-raknya mempunyai roda sehingga dapat dikeluarkan dari alat pengeringnya. Bahan diletakkan di atas rak (*tray*) yang terbuat dari logam dengan alas yang berlubang-lubang. Kegunaan dari lubang-lubang ini untuk mengalirkan udara panas dan uap air (Rachamawan, 2001).

Prinsip kerja alat pengering tipe rak adalah udara pengering dari ruang pemanas dengan bantuan kipas akan bergerak menuju dasar rak dan melalui lubang-lubang yang terdapat pada dasar rak tersebut akan mengalir melewati bahan yang dikeringkan dan melepaskan sebagian panasnya sehingga terjadi proses penguapan air dari bahan. Dengan demikian, semakin ke bagian atas rak suhu udara pengering semakin turun (Rachamawan, 2001).

Penurunan suhu ini harus diatur sedemikian rupa agar pada saat mencapai bagian atas bahan yang dikeringkan, udara pengering masih mempunyai suhu yang memungkinkan terjadinya penguapan air. Di samping itu kelembaban udara pengering pada saat mencapai bagian atas harus dipertahankan tetap tidak jenuh sehingga masih mampu menampung uap air yang dilepaskan. Di dalam penggunaan alat pengering ini perlu diperhatikan pengaturan suhu, kecepatan aliran udara pengering, dan tebal tumpukan

bahan yang dikeringkan sehingga hasil kering yang diharapkan dapat tercapai (Rachmawan, 2001).

2.7 Model Pengeringan

Model pengeringan telah dikembangkan dengan baik, dimana model pengeringan lapisan tipis mempunyai beberapa kelebihan yaitu penanganan kadar air dapat dilakukan sampai minimum, biji dengan kadar air maksimum dapat dipanen dan periode pengeringan dapat lebih pendek untuk kadar air yang sama (Brooker *et al.*, 1974).

Beberapa model teoritis yang sering digunakan dalam pengeringan lapisan tipis hasil-hasil pertanian, antara lain:

Tabel 2. Model matematis yang digunakan dalam pengeringan

NO	Nama Model	Model Matematika
1	Newton	$MR = \exp(-kt)$
2	Page	$MR = \exp(-kt^n)$
3	Modified page	$MR = \exp[-(kt)^n]$
4	Hederson and Pabis	$MR = a \exp(-kt)$
5	Logarithmic	$MR = a \exp(-kt) + c$
6	Two term	$MR = a \exp(-k_0t) + b \exp(-k_1t)$
7	Two term exponential	$MR = a \exp(-kt) = (i - a) \exp(kbt)$
8	Wang and Singh	$MR = M_0 + at + bt^2$
9	Approximation of diffusion	$MR = a \exp(-kt) + (i - a) \exp(-$
10	Verma <i>et al.</i>	$kbt)$
11	Modified Hederson and Pabis	$MR = a \exp(-kt) + (i - a) \exp(-gt)$
12	Hii <i>et al.</i>	$MR = a \exp(-kt) + b \exp(-$
13	Midilli <i>et al.</i>	$ht)$ $MR = a \exp(-kt^n) + c \exp(-gt^n)$ $MR = a \exp(-kt^n) + bt$
<p>Keterangan: t = Interval Waktu Pengeringan a, k, n, c, b, g, h = Konstanta</p>		

Sumber: Meisami 2010

2.8 Warna

Warna dalam mutu bahan pangan adalah sangat penting. Warna atau kenampakan visual tersebut dikaitkan dengan kualitas dari bahan pangan. Pengujian dan pengukuran pada warna bertujuan untuk menentukan pengaruh bumbu atau bahan aditif lainnya terhadap warna, mempertahankan warna pada bahan selama proses pada bahan itu sendiri (Estiasih dan Ahmadi, 2009).

Penentuan warna dalam industri makanan tidak hanya untuk alasan ekonomi, tetapi juga untuk kualitas merek dan standarisasi. Ketika bahan mengalami penyimpangan dalam proses pengolahannya, baik proses pemanasan, atau proses lainnya maka secara fisik selain terjadi perubahan tekstur, warna dari bahan juga akan mengalami perubahan. Selain sebagai faktor yang ikut menentukan mutu, warna juga dapat digunakan sebagai indikator kesegaran atau kematangan. Baik tidaknya cara pencampuran atau cara pengolahan dapat ditandai dengan adanya warna yang seragam atau merata (Winarno, 1980)

2.8.1 Analisis Warna

Dalam analisis warna dapat menggunakan instrument kamera digital. Hasil dari kamera digital dapat menggunakan model warna yang paling sering digunakan yaitu model RGB. Setiap sensor menangkap intensitas cahaya dalam merah (R), hijau (G) atau biru (B) spectrum masing-masing. Dalam menganalisis gambar digital dari suatu objek maka terlebih dahulu dilakukan analisis titik, meliputi sekelompok kecil pixel dengan tujuan mendeteksi karakteristik kecil dari objek dan selanjutnya dilakukan analisis (Leon, 2005).

2.8.2 Model CIELAB

CIELAB merupakan model warna yang dirancang untuk menyerupai persepsi penglihatan manusia dengan menggunakan tiga komponen yaitu L sebagai luminance (pencahayaan) dan a dan b sebagai dimensi warna yang

berlawanan. Perancangan sistem aplikasi ini menggunakan model warna CIELAB pada proses segmentasi dan proses *color moments*. *Color moments* merupakan metode yang cukup baik dalam pengenalan ciri warna. *Color moments* menghasilkan tiga moments level rendah dari sebuah objek dengan cukup baik. Model warna ini dipilih karena terbukti memberikan hasil yang lebih baik daripada model warna RGB dalam mengukur nilai kemiripan ciri warna terhadap objek. Model warna CIELAB juga dapat digunakan untuk membuat koreksi keseimbangan warna yang lebih akurat dan untuk mengatur kontras pencahayaan yang sulit dan tidak mungkin dilakukan oleh model warna RGB (Isa dan Yoga, 2008).

CIELAB juga merupakan ruang warna yang didefinisikan CIE pada tahun 1967. Dengan CIELAB kita mulai diberikan pandangan serta makna dari setiap dimensi yang dibentuk, yaitu besaran CIE_{L^*} untuk mendeskripsikan kecerahan warna, 0 untuk hitam dan 100 untuk putih. Dimensi CIE_{a^*} mendeskripsikan jenis warna hijau-merah, dimana angka negative a^* mengindikasikan warna hijau dan sebaliknya CIE_{a^*} positif mengindikasikan warna merah. Dimensi CIE_{b^*} untuk jenis warna biru-kuning, dimana angka negatif b^* mengindikasikan warna biru dan sebaliknya CIE_{b^*} positif mengindikasikan warna kuning (Anonim, 2008).

Model L^*a^*b adalah standar internasional untuk pengukuran warna yang dikembangkan oleh Komisi Internationale d'Eclairage (KIE) pada tahun 1976. Model warna L^*a^*b terdiri dari komponen *luminance*. Nilai L^* , mulai dari 0 sampai 100, komponen a^* (dari hijau hingga merah) dan komponen b^* (dari biru hingga kuning) (mulai dari) -120 hingga +120. L^*a^*b adalah perangkat independen yang memberikan warna yang konsisten terlepas dari masukan atau output seperti perangkat kamera digital, scanner, monitor, dan printer. Model warna L^*a^*b sering digunakan studi penelitian dalam makanan (Yam dan Papadakis, 2004).

Sudut antara sumbu lensa kamera dan sumbu pencahayaan sumber harus pada sekitar sekitar 45° , karena refleksi difusi warna terjadi pada 45° dari cahaya. Selain itu, intensitas cahaya di atas sampel makanan harus seragam.

Hal ini dapat dicapai melalui percobaan dengan pengaturan berbagai pencahayaan (seperti memvariasikan jarak antara sumber cahaya dan sampel makanan). (Yam dan Papadakis, 2004).

2.8.3 Analisis perubahan warna

Berdasarkan jurnal mengenai CIELab yang diterbitkan oleh *Hunterlab Association Laboratory*, 2008 perubahan-perubahan nilai L^* , a^* , b^* dapat dituliskan sebagai berikut:

a. Perubahan nilai a^* (Δa)

Parameter yang digunakan untuk menilai sejauh mana perubahan nilai a^* yang dihasilkan. Dimana nilai positif menandakan sampel lebih merah dari sebelumnya dan nilai negatif menandakan sampel lebih hijau dari sebelumnya.

$$\Delta a^* = a^*_0 - a^* \dots\dots\dots(1)$$

Dimana :

Δa^* = Perubahan nilai a^* selama waktu tertentu

a^*_0 = Nilai a^* untuk sampel pada kondisi awal

a^* = Nilai a^* untuk sampel selama waktu tertentu

b. Perubahan nilai b^* (Δb)

Parameter yang digunakan untuk menilai sejauh mana perubahan nilai b^* yang dihasilkan. Dimana nilai positif menandakan sampel lebih kuning dari sebelumnya dan nilai negatif menandakan sampel lebih biru dari sebelumnya.

$$\Delta b^* = b^*_0 - b^* \dots\dots\dots(2)$$

Dimana :

Δb^* = Perubahan nilai b^* selama waktu tertentu

b^*_0 = Nilai b^* untuk sampel pada kondisi awal

b^* = Nilai b^* untuk sampel selama waktu tertentu

c. Total perubahan nilai Lab^* (ΔE^*)

Parameter yang digunakan untuk menilai sejauh mana perubahan/perbedaan nilai Lab^* yang dihasilkan. Dimana semakin besar

nilai ΔE^* maka semakin besar pula perubahan/perbedaan nilai Lab^* yang terjadi. Dan begitu pula sebaliknya, semakin kecil nilai ΔE^* maka semakin kecil pula perubahan/perbedaan nilai Lab^* yang terjadi.

$$\Delta E^* = \sqrt{\Delta L^* + \Delta a^* + \Delta b^*} \dots\dots\dots (3)$$

Dimana :

ΔE^* = Perubahan nilai Lab^* selama waktu tertentu

ΔL^* = Perubahan nilai L^* selama waktu tertentu

Δa^* = Perubahan nilai a^* selama waktu tertentu

Δb^* = Perubahan nilai b^* selama waktu tertentu

d. Total perubahan tingkat saturasi warna (C^* dan ΔC^*)

Parameter yang digunakan untuk menilai sejauh mana tingkat saturasi warna yang dihasilkan. Dimana semakin tinggi nilai C^* , maka semakin tinggi pula saturasi warna yang dihasilkan. Dan begitu pula sebaliknya, semakin rendah nilai C^* , semakin rendah pula nilai saturasi yang dihasilkan.

$$C^* = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}} \dots\dots\dots (4)$$

$$\Delta C^* = C^*_0 - C^* \dots\dots\dots (5)$$

Dimana :

C^* = Nilai saturasi sampel selama waktu tertentu

a^* = Nilai a^* untuk sampel selama waktu tertentu

b^* = Nilai b^* untuk sampel selama waktu tertentu

ΔC^* = Perubahan nilai C^* selama waktu tertentu

C^*_0 = Nilai saturasi sampel pada kondisi awal

e. Perubahan warna/hue (ΔH^*)

Parameter yang digunakan untuk melihat perubahan warna yang dihasilkan. Dimana semakin besar nilai ΔH^* maka semakin besar pula perubahan warna yang terjadi. Dan begitu pula sebaliknya, semakin kecil nilai ΔH^* maka semakin kecil pula perubahan warna yang terjadi.

$$\Delta H^* = \sqrt{\Delta E^* - \Delta L^* - \Delta C^*} \dots\dots\dots (6)$$

Dimana :

ΔH^* = Perubahan warna selama waktu tertentu

ΔE^* = Perubahan nilai Lab* selama waktu tertentu

ΔL^* = Perubahan nilai L* selama waktu tertentu

ΔC^* = Perubahan nilai C* selama waktu tertentu