

MODEL PENGERINGAN LAPISAN TIPIS CENGKEH
(Syzgium aromaticum)

OLEH

ISHAK

G411 09 274



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

MODEL PENGERINGAN LAPISAN TIPIS CENGKEH
(Syzigium aromaticum)

OLEH :

ISHAK

G 411 09 274

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 : Model Pengeringan Lapisan Tipis Cengkeh
(*Syzigium aromaticum*)
Nama : ISHAK
Stambuk : G 411 09 274
Program Studi : Keteknikan Pertanian
Jurusan : Teknologi Pertanian

**Disetujui Oleh
Dosen Pembimbing**

Pembimbing I

Pembimbing II

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

Inge Scorpi Tulliza, STP.M. Si
NIP. 19771105 200501 2 001

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: Mei 2013

ISHAK (G41109274). “Model Pengeringan Lapisan Tipis Cengkeh (*Syzygium Aromaticum*)”. Dibawah Bimbingan Dr. Ir. Junaedi Muhidong, M.Sc dan Inge Scorpi Tulliza, STP.M.Si

ABSTRAK

Perbedaan pola penurunan kadar air Pada pengeringan lapisan tipis cengkeh terjadi akibat perbedaan Kecepatan Udara. Penelitian lapisan tipis ini menggunakan bahan cengkeh Merah dan cengkeh hijau yang diperoleh dari desa Palangka kabupaten Sinjai Sulawesi selatan. Dengan alat pengering *tray dryer*, cengkeh dikeringkan Dengan menggunakan variasi Kecepatan Udara (0.5 m/s, 1.0 m/s, dan 1.5 m/s Untuk pengeringan lapisan tipis). Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin tinggi Kecepatan Udara pengeringan, maka semakin cepat laju pengeringan baik Pada Sampel Merah maupun Sampel hijau. Sampel Dengan Kecepatan Udara 0.5 m/s membutuhkan waktu pengeringan yang lebih lama (mencapai sekitar 72 jam) Untuk mencapai kadar air kesetimbangan dibandingkan Dengan Sampel Dengan Kecepatan Udara 1.0 m/s dan 1.5 m/s. Ada tiga jenis model pengeringan yang diuji Untuk mendeteksi perilaku MR. Ketiga model yang dimaksud adalah model Newton, model Henderson dan Pabis, dan model page. Persamaan model page Untuk tiga level Kecepatan Udara dan dua Sampel yang berbeda menunjukkan nilai R^2 yang lebih besar dibandingkan Dengan dua persamaan model lainnya yaitu model Newton dan model Henderson-Pabis. Hal ini menunjukkan bahwa model Page adalah model terbaik Untuk merepresentasikan karena memiliki nilai kesesuaian yang besar terhadap karakteristik pengeringan lapisan tipis cengkeh.

Kata Kunci : Cengkeh, Model Page, Kadar air, Pengeringan Lapisan Tipis

RIWAYAT HIDUP



ISHAK lahir di Kabupaten Sinjai Pada tanggal 13 Mei 1991, merupakan anak kedua dari lima bersaudara, pasangan bapak Ismain Hasmad Dengan ibu Misyati.

Pendidikan Formal yang pernah dilalui adalah:

1. Menempuh pendidikan dasar SDN No 44 Kab. Sinjai Pada tahun 1997 sampai tahun 2003.
2. Melanjutkan pendidikan di jenjang sekolah menengah pertama di SMP Negeri 1 Sinjai-Selatan Kab. Sinjai Pada tahun 2003 sampai tahun 2006.
3. Melanjutkan pendidikan di jenjang menengah atas, pendidikan ditempuh di SMA Negeri 1 Sinjai-Selatan Kab. Sinjai Pada tahun 2006 sampai tahun 2009.
4. 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 berbagai organisasi seperti HIMATEPA UH, DPA TP UH, dan HMI Komisariat Pertanian Unhas, dan juga sebagai asisten Pada laboratorium Instrumentasi Teknik.

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. Orang tuaku, Ayahanda Ismain Hasmad dan Ibunda Misyati saUdara-saudariku serta seluruh keluarga atas segala dukungan yang tiada bosan-bosannya tertuju kePada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan studi Dengan baik.
2. Dr.Ir. Junaedi Muhidong, M,Sc dan Inge Scorpi Tuliza, STP, M.Si selaku dosen pembimbing yang telah membimbing dan memberikan arahan selama penyusunan laporan akhir ini.
3. Rekan-rekan mahasiswa khususnya angkatan 2009 dan teman-teman yang telah memberi semangat dan dukungan 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, Mei 2013

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
RIWAYAT HIDUP	iii
ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan dan Kegunaan	2
II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Tanaman cengkeh	3
2.2 Konsep dasar pengeringan	10
2.3 Kadar Air	15
III. METODE PENELITIAN	
3.1 Waktu dan Tempat	17
3.2 Alat dan Bahan	17
3.3 Parameter perlakuan	17
3.4 Prosedur Penelitian	19

a. Persiapan Bahan.....	19
b. Proses Pengeringan.....	19
c. Pengolahan data	21
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Pola Penurunan Kadar Air	23
4.2 Pola Penurunan Moisture Ratio.....	25
4.3 Model Pengeringan	26
4.4 Hubungan Antara Model Page Dengan Data Penelitian	26
V. KESIMPULAN.....	33
DAFTAR PUSTAKA.....	31
LAMPIRAN	34

DAFTAR TABEL

No	Judul	Halaman
1.	Model Matematis yang digunakan dalam Pengeringan	15
2.	Daftar Model Pengeringan Lapisan Tipis Yang Diuji	26
3.	Hasil Analisa Model Persamaan Sampel Merah.....	27
4.	Hasil Analisa Model Persamaan Sampel Hijau	27
5.	Konstanta Pengeringan Sampel Merah dan Sampel Hijau Model Page	28

DAFTAR GAMBAR

No	Judul	Halaman
1.	Tanaman Cengkeh (<i>Syzygium Aromaticum</i>)	3
2.	Pola Penurunan KA-bk Selama Pengeringan	23
3.	Pola Penurunan KA-bk Selama Pengeringan	24
4.	Pola MR Selama Proses Pengeringan	25
5.	Hubungan Model Page Dengan Data Pengamatan Untuk Sampel Merah Pada Kecepatan Udara 0.5 m/s.....	30
6.	Hubungan Model Page Dengan Data Pengamatan Untuk Sampel Hijau Pada Kecepatan Udara 0.5 m/s	30
7.	Hubungan Model Page Dengan Data Pengamatan Untuk Sampel Merah Pada Kecepatan Udara 1.0 m/s.....	31
8.	Hubungan Model Page Dengan Data Pengamatan Untuk Sampel Hijau Pada Kecepatan Udara 1.0 m/s	31
9.	Hubungan Model Page Dengan Data Pengamatan Untuk Sampel Merah Pada Kecepatan Udara 1.5 m/s.....	32
10.	Hubungan Model Page Dengan Data Pengamatan Untuk Sampel Hijau Pada Kecepatan Udara 1.5 m/s	32

DAFTAR LAMPIRAN

No	Judul	Halaman
1.	Hasil Pengukuran Perubahan Berat Sampel Pada Cengkeh Merah dan Cengkeh Hijau Pada Kecepatan Udara 0.5 m/s....	35
2.	Hasil Pengukuran Perubahan Berat Sampel Pada Cengkeh Merah dan Cengkeh Hijau Pada Kecepatan Udara 1.0 m/s....	36
3.	Hasil Pengukuran Perubahan Berat Sampel Pada Cengkeh Merah dan Cengkeh Hijau Pada Kecepatan Udara 1.5 m/s.....	38
4.	Nilai Kadar Air Basis Basis Basah (KABB), Kadar Air Basis Kering (KABK), Moisture Ratio (MR) untuk Sampel Cengkeh Merah dan Cengkeh Hijau Pada Kecepatan Udara 0.5 m/s	39
5.	Nilai Kadar Air Basis Basis Basah (KABB), Kadar Air Basis Kering (KABK), Moisture Ratio (MR) untuk Sampel Cengkeh Merah dan Cengkeh Hijau Pada Kecepatan Udara 1.0 m/s	41
6.	Nilai Kadar Air Basis Basis Basah (KABB), Kadar Air Basis Kering (KABK), Moisture Ratio (MR) untuk Sampel Cengkeh Merah dan Cengkeh Hijau Pada Kecepatan Udara 1.5 m/s	42
7.	Hasil Analisa Solver	43
8.	Foto Kegiatan Selama Penelitian	65

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Tanaman cengkeh (*Syzygium aromaticum*) merupakan tanaman perkebunan/industri berupa pohon dengan family *Myrtaceae*. Tanaman cengkeh berasal dari Indonesia, ada beberapa pendapat yang menyatakan bahwa pohon cengkeh berasal dari Maluku utara, kepulauan Maluku, Philipina atau Irian. Di daerah kepulauan Maluku ditemukan tanaman cengkeh tertua di dunia dan daerah ini merupakan satu-satunya produsen cengkeh di dunia.

Cengkeh merupakan salah satu komoditas perkebunan yang bersifat musiman yang mempunyai peranan penting dalam bidang pangan maupun non pangan. Produksi cengkeh sebagian besar digunakan pada industri rokok kretek, disamping sebagai bahan obat, kosmetik dan parfum. Oleh karena itu untuk mempertahankan mutu cengkeh tersebut dilakukan usaha pengeringan supaya tahan lama untuk disimpan dan memberikan nilai tambah. Pengeringan efek rumah kaca merupakan pilihan alternatif karena lebih murah, mudah mengoperasikannya, ramah lingkungan dan pembuatannya mudah.

Di Indonesia, cengkeh merupakan salah satu produk perkebunan yang menjadi unggulan. Hal ini cukup beralasan karena Indonesia cukup banyak memproduksi cengkeh selain harga cengkeh yang memang cukup tinggi. Namun dengan kondisi iklim di Indonesia yang sering terjadi mendung dan hujan terlebih ketika musim hujan tiba, maka pengeringan cengkeh akan sangat terganggu.

Penanganan pasca panen cengkeh ditingkat petani dilakukan secara tradisional, Perontokan bunga dilakukan dengan tangan sehingga memerlukan waktu yang lama. Untuk itu pengeringan harus segera dilakukan setelah pemanenan karena keterlambatan pengeringan dapat berakibat buruk terhadap mutunya. Dengan kondisi tersebut maka perlu dilakukan penelitian untuk mendapatkan sebuah model pengeringan yang mampu mempresentase perilaku cengkeh selama pengeringan.

1.2 Tujuan dan Kegunaan

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui model pengeringan yang sesuai dengan karakteristik cengkeh.

Kegunaan dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan dan referensi dasar pengeringan cengkeh.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman Cengkeh

Cengkeh (*Syzygium aromaticum*, syn. *Eugenia aromaticum*), dalam bahasa Inggris disebut *cloves*, adalah tangkai bunga kering beraroma dari suku *Myrtaceae*. Cengkeh adalah tanaman asli Indonesia, banyak digunakan sebagai bumbu masakan pedas di negara-negara Eropa, dan sebagai bahan utama rokok kretek khas Indonesia. Cengkeh juga digunakan sebagai bahan dupa di Tiongkok dan Jepang. Minyak cengkeh digunakan di aromaterapi dan juga mengobati sakit gigi. Cengkeh ditanam terutama di Indonesia (Kepulauan Banda) dan Madagaskar, juga tumbuh subur di Zanzibar, India, Sri Lanka (Anonim^a, 2013).



Gambar 1. Tanaman Cengkeh (*Syzygium aromaticum*, syn. *Eugenia aromaticum*)

Pohon cengkeh merupakan tanaman tahunan yang dapat tumbuh dengan tinggi mencapai 10-20 m, mempunyai daun berbentuk lonjong yang berbunga pada pucuk-pucuknya. Tangkai buah pada awalnya berwarna hijau, dan berwarna merah jika sudah mekar. Cengkeh akan dipanen jika sudah mencapai panjang 1,5-2 cm. Tumbuhan ini adalah flora identitas provinsi Maluku Utara, pohonnya dapat tumbuh tinggi mencapai 20-30 m dan dapat berumur lebih dari 100 tahun. Tajuk tanaman cengkeh umumnya berbentuk kerucut, piramid atau piramid ganda, dengan batang utama menjulang keatas. Cabang-cabangnya amat banyak dan rapat, pertumbuhannya agak mendatar dengan ukuran relatif kecil jika dibandingkan batang utama. Daunnya kaku berwarna hijau atau hijau kemerahan dan berbentuk elips dengan kedua ujung runcing. Daun-daun ini biasa keluar setiap periode dalam satu periode ujung ranting akan mengeluarkan satu set daun yang terdiri dari dua daun yang terletak saling berhadapan ranting daun secara keseluruhan akan membentuk suatu tajuk yang indah (Soenardi, 1981).

Standar mutu cengkeh yang umum berlaku di Indonesia adalah :
(Anonim^a, 2013)

- Ukuran : Sama rata
- Warna : Coklat kehitaman
- Bau : Tidak apek
- Bahan asing maksimum : 0,5-1,0%
- Gagang maksimum : 1,0-5,0%
- Cengkeh rusak maksimum : 0 %
- Kadar air maksimum : 14,0%

Tanaman cengkeh mulai berbunga pada umur 4.5 sampai 8 tahun tergantung dari jenis dan lingkungannya. Bunga ini merupakan bunga tunggal, berukuran kecil panjang 1-2 cm dan tersusun dalam satu tandan yang keluar dari ujung-ujung ranting, setiap tandan terdiri dari 2-3 cabang. Bakal bunga biasanya keluar setelah pasangan daun kelima dari satu set daun termuda telah dewasa atau mencapai ukuran normal fase ini disebut fase mepet tua, bakal bunga ini kadang-kadang keluar setelah daun pertama, kedua, atau ketiga tidak lagi membentuk bakal daun, tetapi langsung membentuk bakal bunga fase ini disebut fase mepet muda, bakal bunga ini bisa dibedakan dari bakal daun yaitu bakal bunga berwarna hijau, berujung tumpul, dan ruas dibawahnya sedikit membengkak sedangkan bakal daun berwarna merah dan berujung lancip (Agus, 2004).

Bakal bunga keluar pada musim hujan (Oktober-Desember) bila bakal bunga mulai keluar dan kekurangan sinar matahari mendung terus menerus atau terjadi penurunan suhu malam sampai di bawah 17 °C, maka bakal bunga akan berubah menjadi bakal daun sehingga ranting tersebut gagal menghasilkan bunga. Hal semacam ini bisa terjadi pada saat bakal bunga mulai berbentuk cabang. Apabila lingkungannya baik bakal bunga akan berkembang membentuk cabang-cabangnya dalam waktu 1-2 bulan, bila cabang-cabang telah terbentuk dari ujung cabang terakhir akan keluar kuncup-kuncup bunga yang disebut ukuran kecil, fase ini disebut dengan sebutan mata yuyu, selanjutnya dalam waktu 5-6 bulan setelah itu (April-Juli), bunga telah matang dan siap untuk dipetik (Soenardi, 1981).

Bunga cengkeh yang tidak dipetik pada saat matang dalam waktu beberapa hari akan mekar biasanya pada pagi atau sore hari beberapa saat sebelum atau setelah mekar bunga akan segera mengadakan penyerbukan sendiri atau silang melalui bantuan angin atau serangga (Danarti dan Najiyati, 1991).

2.1.1 Tipe-tipe Cengkeh

Di Indonesia banyak sekali ditemukan tipe-tipe cengkeh yang satu sama lain sulit sekali dibedakan, misalnya tipe ambon, raja, sakit, indari, dokiri, afo dan tauro. Perkawinan antara berbagai tipe ini membentuk tipe-tipe baru sehingga tipe-tipe cengkeh di Indonesia sangat sulit digolongkan. Cengkeh di Indonesia dapat digolongkan menjadi 4 yaitu: si putih, sikotak, Zanzibar dan ambon. Dengan pertimbangan bahwa tipe sikotak mirip dengan Zanzibar dan siputih mirip dengan tipe ambon, maka pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Industri saat ini hanya memusatkan perhatian pada tipe Zanzibar dan tipe ambon, sifat masing-masing tipe cengkeh itu adalah sebagai berikut:

Cengkeh si putih

Daun cengkeh si putih berwarna hijau muda (kekuningan) dengan helaian daun relatif lebih besar. Cabang-cabang utama yang pertama mati sehingga percabangan seolah baru dimulai pada ketinggian 1.5 -2 m dari permukaan tanah, cabang dan daun jarang sehingga kelihatan kurang rindang mahkota berbentuk bulat dan agak bulat, relatif lebih besar dari sikotak dengan jumlah pertandan kurang dari 15 kuntum (Soenardi, 1981) .

Bila bunganya masak tetap berwarna hijau muda atau putih dan tidak berubah menjadi kemerahan, tangkai bunganya relatif panjang, mulai berproduksi pada umur 6.5 sampai 8.5 tahun, produksi dan kualitas bunganya rendah (Soenardi, 1981) .

Cengkeh si kotak

Daun cengkeh si kotak mulanya berwarna hijau muda kekuningan kemudian berubah menjadi hijau tua dengan permukaan atas licin dan mengkilap, helaian daunnya agak langsing dengan ujung agak membulat, cabang utama yang pertama hidup, sehingga percabangan kelihatan rendah sampai permukaan tanah. Ruas daun dan cabang rapat merimbun, mahkota bunga berbentuk piramid atau silindris, bunganya relatif kecil dibanding dengan si putih bertangkai panjang antara 20-50 kuntum pertandan, mulai berbunga pada umur 6.5 sampai 8.5 tahun bunganya berwarna hijau ketika masih muda dan menjadi kuning saat matang dengan pangkal berwarna merah, adaptasi dan produksinya lebih baik dari pada si putih tetapi lebih rendah dari zanzibar dengan kualitas sedang (Danarti dan Najiyati, 1991).

Cengkeh tipe Zanzibar

Tipe ini merupakan tipe cengkeh terbaik sangat dianjurkan karena adanya adaptasi yang luas, produksi tinggi dan berkualitas baik, daun mulanya berwarna merah muda kemudian berubah menjadi hijau tua mengkilap pada permukaan atas dan hijau pucat memudar pada permukaan bawah, pangkal tangkai daun berwarna merah bentuk daunnya agak langsing dengan bagian terlebar tepat di tengah, ruas daun dan percabangan sangat rapat merimbun, cabang utama yang pertama hidup sehingga percabangannya rapat dengan

permukaan tanah dengan sudut-sudut cabang lancip (kurang dari 45 °C) sehingga mahkotanya berbentuk kerucut, tipe ini mulai berbunga pada umur 4.5 sampai 6.5 tahun sejak disemaikan, bunganya agak langsing bertangkai pendek ketika muda berwarna hijau dan menjadi kemerahan setelah matang petik percabangan bunganya banyak dengan jumlah bunga bisa lebih dari 50 kuntum pertandannya (Soenardi, 1981).

Cengkeh tipe Ambon

Tipe cengkeh ini tidak dianjurkan untuk ditanam karena produksi dan daya adaptasinya rendah kualitas hasil yang kurang baik, daun yang muda berwarna ros muda atau hijau muda (lebih muda dari Zanzibar), daun yang tua permukaan atasnya berwarna hijau tua dan kasar sedang permukaan bawah berwarna hijau keabu-abuan, daunnya agak lebar kira-kira 2/3 kali panjangnya, cabang dan daunnya jarang sehingga tampak kurang rimbun, mahkotanya agak bulat atau bulat bagian atas agak tumpul sedang bagian bawah agak meruncing, cabang-cabang utamanya mati sehingga seolah percabangannya mulai dari ketinggian 1.5 sampai 2 m tipe ini mulai berbunga pada umur 6.5 sampai 8.5 tahun sejak di semai bunganya agak gemuk dan bertangkai panjang berwarna hijau saat muda dan kuning saat matang petik, percabangan bunganya sedikit dengan jumlah bunga kurang dari 15 kuntum pertandan (Agus, 2004).

2.1.2 Pengeringan Bunga Cengkeh

Bunga cengkeh yang telah dirontokkan atau di petik dari tangkainya kemudian dikeringkan, pengeringan dapat dilakukan dengan penjemuran langsung dibawah sinar matahari atau dengan alat pengeringan buatan. Bunga

cengkeh yang akan dijemur dihamparkan pada alas tikar, anyaman bambu atau plastik, apabila bunga cengkeh yang akan dijemur jumlahnya banyak maka sebaiknya penjemuran dilakukan dilantai semen yang di atasnya diberi alas plastik, dengan cara penjemuran seperti ini maka bila hujan turun plastik tersebut dapat langsung di gulung dan bunga cengkeh ditutupi dengan plastik lainnya, selama proses pengeringan bunga cengkeh di bolak balik agar keringnya merata proses pengeringan dianggap selesai bila warna bunga telah berubah menjadi coklat kemerahan, mengkilat, mudah di patahkan dengan jari tangan dan kadar air telah mencapai kira-kira 12%, lamanya waktu penjemuran dibawah sinar matahari berlangsung selama 4-6 hari (Soenardi, 1981).

Pengeringan bunga cengkeh dapat dilakukan juga dengan menggunakan alat pengering tipe bak (*batch dryer*), bunga cengkeh diletakkan di atas bak yang terbuat dari logam yang berlubang udara panas kemudian di alirkan ke bawah bak dengan bantuan kipas, sumber panas diperoleh dengan cara membakar sekam padi, arang atau menggunakan minyak tanah, dengan menggunakan alat buatan ini dibutuhkan waktu pengeringan 2-3 hari (Agus, 2004).

Bunga cengkeh mengandung minyak atsiri, *fixed oil* (lemak), resin, tannin, protein, sellulosa, pentosan dan mineral, karbohidrat terdapat dalam jumlahnya bervariasi tergantung dari banyak faktor diantaranya jenis tanaman, tempat tumbuh dan cara pengolahan (Purseglove *et al.*, 1981).

Metode dalam penyimpanan cengkeh yaitu metode penyimpanan kering, disimpan dalam gudang dengan memperhatikan syarat penyimpanan. Penyimpanan kering ini dimaksudkan agar kadar air pada cengkeh tetap stabil antara 12-14% sehingga mikroorganisme sulit berkembang biak dan rusaknya cengkeh akibat kadar air rendah dapat dihindari. Penyimpanan cengkeh dapat dilakukan dengan cara dimasukkan ke dalam karung goni kecil berkapasitas 30-40 kg atau karung besar berkapasitas 50-60 kg kemudian dijahit zig-zag. Cengkeh yang akan diekspor dibungkus dengan karung rangkap. Sementara untuk penyimpanan dan yang akan digunakan untuk kebutuhan dalam negeri penyimpanan menggunakan karung goni tunggal. Cengkeh yang mempunyai mutu yang baik apabila disimpan lebih dari enam bulan dan beratnya tidak menyusut. Tetapi jika terlalu lama menyimpan juga dapat menyebabkan berkurangnya aroma cengkeh (anonim^b, 2013).

2.2 Konsep dasar pengeringan

Pengeringan adalah proses pemindahan panas dan uap air secara simultan, yang memerlukan energi panas untuk menguapkan kandungan air yang dipindahkan dari permukaan bahan, yang dikeringkan oleh media pengering yang biasanya berupa panas (Taib *et al.*, 1988).

Hall (1957) menyatakan proses pengeringan adalah proses pengambilan atau penurunan kadar air sampai batas tertentu sehingga dapat memperlambat laju kerusakan biji-bijian akibat aktivitas biologis dan kimia sebelum bahan diolah. Parameter-parameter yang mempengaruhi waktu pengeringan adalah suhu, kelembaban udara, laju aliran udara, kadar air awal dan kadar air bahan kering.

Dasar proses pengeringan adalah terjadinya penguapan air ke udara karena perbedaan kandungan uap air antara udara dengan bahan yang dikeringkan.

Dalam hal ini kandungan uap air udara lebih sedikit atau dengan kata lain udara mempunyai kelembaban nisbi yang rendah, sehingga terjadi penguapan (Taib *et al.*, 1988).

Kemampuan udara membawa uap air bertambah besar jika perbedaan antara kelembaban nisbi udara pengering dengan udara sekitar bahan semakin besar. Salah satu faktor yang mempercepat proses pengeringan adalah kecepatan angin atau udara yang mengalir. Bila udara tidak mengalir maka kandungan uap air disekitar bahan yang dikeringkan makin jenuh sehingga pengeringan makin lambat (Taib *et al.*, 1988).

Tujuan pengeringan adalah mengurangi kadar air bahan sampai batas dimana perkembangan mikroorganisme dan kegiatan enzim yang dapat menyebabkan pembusukan terhambat atau terhenti. Dengan demikian bahan yang dikeringkan dapat mempunyai waktu simpan yang lama (Taib *et al.*, 1988).

Makin tinggi suhu dan kecepatan aliran udara pengering makin cepat pula proses pengeringan berlangsung. Makin tinggi suhu udara pengering makin besar energi panas yang dibawa udara sehingga makin banyak jumlah massa cairan yang diuapkan dari permukaan bahan yang dikeringkan. Jika kecepatan aliran udara pengering makin tinggi maka makin cepat pula massa uap air yang dipindahkan dari bahan ke atmosfer (Taib *et al.*, 1988).

2.2.1 Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Pengeringan

Kecepatan pengeringan maksimum dipengaruhi oleh percepatan pindah panas dan pindah massa selama proses pengeringan.

Faktor-faktor yang mempengaruhi kecepatan pindah panas dan massa tersebut adalah sebagai berikut (Estiasih, 2009) :

1. Luas permukaan

Pada pengeringan umumnya, bahan pangan yang akan dikeringkan mengalami pengecilan ukuran, baik dengan cara diiris, dipotong, atau digiling. Proses pengecilan ukuran akan mempercepat proses pengeringan. Hal ini disebabkan pengecilan ukuran akan memperluas permukaan bahan, air lebih mudah berdifusi, dan menyebabkan penurunan jarak yang harus ditempuh oleh panas.

2. Suhu

Semakin besar perbedaan suhu antara medium pemanas dengan bahan pangan semakin cepat pindah panas ke bahan pangan dan semakin cepat pula penguapan air dari bahan pangan. Apabila udara merupakan medium pemanas, maka faktor kecepatan pergerakan udara harus diperhatikan. Pada proses pengeringan, air dikeluarkan dari bahan pangan dapat berupa uap air. Uap air tersebut harus segera dikeluarkan dari atmosfer di sekitar bahan pangan yang dikeringkan. Jika tidak segera keluar, udara di sekitar bahan pangan akan menjadi jenuh oleh uap air sehingga memperlambat penguapan air dari bahan pangan yang memperlambat proses pengeringan.

Semakin tinggi suhu udara, semakin banyak uap air yang dapat ditampung oleh udara tersebut sebelum terjadi kejenuhan. Faktor lain yang mempengaruhi kecepatan pengeringan adalah volume udara.

3. Kecepatan pergerakan udara

Semakin cepat pergerakan atau sirkulasi udara maka proses pengeringan akan semakin cepat. Prinsip ini menyebabkan beberapa proses pengeringan menggunakan sirkulasi udara atau udara yang bergerak seperti pengering kabinet, dan *tunnel dryer*.

4. Kelembaban udara

Semakin kering udara (kelembaban semakin rendah) maka kecepatan pengeringan semakin tinggi. Kelembaban udara akan menentukan kadar air akhir bahan pangan setelah dikeringkan. Proses penyerapan akan terhenti sampai kesetimbangan kelembaban nisbi bahan pangan tercapai.

5. Tekanan atmosfer

Pengeringan pada kondisi vakum menyebabkan pengeringan lebih cepat atau suhu yang digunakan untuk suhu pengeringan dapat lebih rendah. Suhu rendah dan kecepatan pengeringan yang tinggi diperlukan untuk mengeringkan bahan pangan.

6. Penguapan air

Penguapan atau evaporasi merupakan penghilangan air dari bahan pangan yang dikeringkan sampai diperoleh produk kering yang stabil.

Penguapan yang terjadi selama proses pengeringan tidak menghilangkan semua air yang terdapat dalam bahan pangan.

7. Lama pengeringan

Pengeringan dengan suhu tinggi dalam waktu yang pendek dapat lebih menekan kerusakan bahan pangan dibandingkan waktu pengeringan yang lebih lama dan suhu lebih pendek.

2.2.1 Pengeringan lapisan tipis

Henderson dan Perry (1976) menyatakan bahwa pengeringan lapisan tipis adalah pengeringan dimana semua bahan yang terdapat dalam lapisan menerima secara langsung aliran udara dengan suhu dan kelembaban relatif yang konstan, dimana kadar air dan suhu bahan seragam. Pengeringan cengkeh menggunakan metode lapisan tipis karena semua permukaan bahan menerima langsung panas yang berasal dari udara pengering.

Secara umum pengeringan lapisan tipis mempunyai laju pengeringan yang konstan dan laju pengeringan menurun. Dalam pengembangan model pengeringan, maka periode laju pengeringan menurun yang mendapat perhatian yang lebih besar daripada periode laju pengeringan yang konstan. Model pengeringan yang telah dikembangkan baik secara teoritis, semi teoritis maupun empiris pada dasarnya bertitik tolak dari anggapan bahwa lapisan tipis tersebut sebagai satu kesatuan tidak sebagai individu biji dimana air merambat keluar secara fluktuasi mengikuti bentuk bahan tertentu (Thahir, 1986).

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

Tabel 1. Model Matematis yang digunakan dalam Pengeringan (Meisami, 2010)

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	$MR = a \exp(-kt) + (i - a) \exp(-kbt)$
10	Verma <i>et al.</i>	$MR = a \exp(-kt) + (i - a) \exp(-gt)$
12	Modified Hederson and Pabis	$MR = a \exp(-kt) + b \exp(-ct) + c \exp(-ht)$
13	Hii <i>et al.</i>	$MR = a \exp(-kt^n) + c \exp(-gt^n)$
14	Midilli <i>et al.</i>	$MR = a \exp(-kt^n) + bt$

Keterangan:

t = Interval Waktu Pengeringan

a, k, n, c, b, g, h = Konstanta

2.3 Kadar Air

Kadar air bahan menunjukkan banyaknya kandungan air persatuan bobot bahan. Dalam hal ini terdapat dua metode untuk menentukan kadar air bahan tersebut yaitu berdasarkan bobot kering (*dry basis*) dan berdasarkan bobot basah (*wet basis*) (Taib *et al.*, 1988).

Salah satu faktor yang mempengaruhi proses pengeringan adalah kadar air. Pengeringan bertujuan untuk mengurangi kadar air bahan untuk menghambat perkembangan organisme pembusuk. Kadar air suatu bahan berpengaruh terhadap banyaknya air yang diuapkan dan lamanya proses pengeringan (Taib *et al.*, 1988).

Struktur bahan secara umum dapat didasarkan pada kadar air yang biasanya ditunjukkan dalam persentase kadar air basis basah atau basis kering. Kadar air basis basah (M_{wb}) banyak digunakan dalam penentuan harga pasar sedangkan kadar air basis kering (M_{db}) digunakan dalam bidang teknik. Persamaan dalam penentuan kadar air adalah sebagai berikut : (Brooker *et al.*, 1974)

$$M_{db} = \frac{W_d}{W_t} \times 100 \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan : M_{db} = kadar air basis kering (%)
 W_t = berat total (gram)
 W_d = berat padatan (gram)

$$M_{wb} = \frac{W_t - W_d}{W_t} \times 100 \dots \dots \dots (2)$$

Keterangan : M_{wb} = kadar air basis basah (%)
 W_t = berat total (gram)
 W_d = berat padatan (gram)

Teknologi pengawetan bahan pangan pada dasarnya adalah berada dalam dua alternatif yaitu yang pertama menghambat enzim-enzim dan aktivitas/pertumbuhan mikroba dengan menurunkan suhunya hingga dibawah 0 °C dan yang kedua adalah menurunkan kandungan air

bahan pangan sehingga kurang/tidak memberi kesempatan untuk tumbuh /hidupnya mikroba dengan pengeringan/penguapan kandungan air yang ada di dalam maupun di permukaan bahan pangan, hingga mencapai kondisi tertentu (Suharto, 1991).

Salah satu metode yang digunakan untuk menetapkan kadar air pada suatu bahan adalah dengan menggunakan metode “Penetapan air dengan metode oven“, yaitu suatu metode yang dapat digunakan untuk seluruh produk makanan, kecuali produk tersebut mengandung komponen-komponen yang mudah menguap atau jika produk tersebut mengalami dekomposisi pada pemanasan 100 °C – 102 °C sampai diperoleh berat yang tetap (Apriyantono, 1989).

Berdasarkan kadar air (bobot basah dan bobot kering) dan bahan basah maupun bahan setelah dikeringkan, dapat ditentukan rasio pengeringan (*drying ratio*) dari bahan yang dikeringkan tersebut. Besarnya “*drying ratio*“ dapat dihitung sebagai bobot bahan sebelum pengeringan per bobot bahan sebelum pengeringan per bobot bahan setelah pengeringan. Dapat dihitung dengan rumus: $Drying\ ratio = \text{bobot bahan sebelum pengeringan} / \text{bobot bahan setelah pengeringan}$ (Winarno, 1984).