

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Kelapa dan Manfaatnya**

Kelapa merupakan salah satu produk tanaman tropis yang unik karena komponen dari daging buahnya dapat langsung dikonsumsi, dan juga komponen air buahnya dapat langsung diminum tanpa melalui proses pengolahan, sehingga produk ini sangat digemari oleh anak-anak maupun orang dewasa (Rindengan B, 2007). Buah kelapa yang menjadi bahan baku minyak disebut "Kopra", Dimana kandungan minyaknya berkisar antara 60 – 65 %. Sedangkan daging buah segar yang masih muda kandungan minyaknya sekitar 43 %. Minyak kelapa terdiri dari gliserida, yaitu senyawa antara gliserin dengan asam lemak. Kandungan asam lemak dari minyak kelapa adalah asam lemak jenuh yang diperkirakan 91 % terdiri dari Caproic, Caprylic, Capric, Lauric, Myristic, Palmatic, Stearic, dan Arachidic, dan asam lemak tak jenuh sekitar 9 % yang terdiri dari Oleic dan Linoleic (Warisno, 2003).



**Gambar 2.1** Buah Kelapa

Sumber : ( *Egi, 2015*)

Buah kelapa merupakan bagian paling penting, karena tanaman kelapa mempunyai nilai ekonomis dan gizi yang tinggi. Buah kelapa terdiri dari empat komponen utama, yaitu 35 % sabut, 12 % tempurung, 28 % daging buah, dan 25 % air kelapa (Palungkun,2004). Buah kelapa tua mengandung kalori yang tinggi

sebesar 359 kal per 100 gram, sera daging kelapa setengah tua mengandung kalori 180 kal per 100 gram.

Daging buah kelapa selain nikmat disantap langsung, terutama kelapa muda karena mengandung kalori sebesar 68 kal per 100 gram. Pada umumnya produk pertanian memiliki sifat yang mudah rusak, maka produk pertanian harus segera dipasarkan dalam bentuk segar atau dapat diolah menjadi bahan pangan tahan simpan (Shantybio, 2006).

Komposisi gizi yang baik dari buah kelapa menyebabkan air kelapa dapat digunakan sebagai media untuk pertumbuhan suatu mikroba, misalnya untuk produksi Nata De -coco diperlukan mikroba *Acetobacter xylinum*. Karena air kelapa hijau lebih banyak mengandung tanin (anti racun) yang paling tinggi dari pada jenis kelapa yang lainnya.

**Tabel 2.1** Komposisi kimia daging buah kelapa segar pada 3 tingkatan jenis

No	Komposisi bahan (per 100 gr)	Satuan	Umur buah		
			Muda	Setengah tua	Tua
1	Kalori	Kal	68,0	180,0	359,0
2	Protein	G	1,0	4,0	3,4
3	Lemak	G	0,9	15,0	34,7
4	Karbohidrat	G	14,0	10,0	14,0
5	Kalsium	Mg	7,0	8,0	21,0
6	Fosfor	Mg	30,0	55,0	98,0
7	Besi	Mg	1,0	1,3	2,0
8	Nilai Vitamin A	SI	0,0	10,0	0,0
9	Vitamin B1	Mg	0,06	0,1	0,1
10	Vitamin C	Mg	4,0	4,0	2,0
11	Air	G	83,0	70,0	46,9

Sumber : (Direktorat Gizi Depkes RI, 1981)

Beberapa dari peneliti dapat membuktikan bahwa protein kelapa mempunyai mutu yang cukup baik, jika dibandingkan dengan mutu protein dari sumber nabati yang lainnya. Dan dari hasil penelitian juga dapat membuktikan, bahwa protein kelapa mempunyai susunan asam amino yang relatif baik dan bernilai gizi tinggi (Lanchance dan Molina, 1974).

**Tabel 2.2** Komposisi asam amino essensial protein daging kelapa dibandingkan dengan pola FAO dalam gram per 16 gram N

No	Asam Amino	Daging Kelapa <sup>a)</sup>	Ampas Kelapa <sup>b)</sup>	Pola FAO <sup>c)</sup>
1.	Isoleusin <sup>a</sup>	2,5	3,4	4
2.	Leusin <sup>a</sup>	4,9	6,0	7
3.	Lisin <sup>a</sup>	2,7	3,80	5,5
4.	Fenilalanin <sup>a</sup>	2,9	3,50	Fenilalanin +
5.	Tirosin <sup>ab</sup>	1,7	1,60	tirosin
6.	Sistin/Sistein <sup>ab</sup>	Tdk terdeteksi	1,40	Sistin+
7.	Metionin <sup>b</sup>	1,5	1,50	Methionin
8.	Treonin <sup>a</sup>	2,3	3,40	4
9.	Triptofan <sup>b</sup>	0,6	0,70	1
10.	Valin <sup>b</sup>	3,8	4,90	5

Sumber : a) Lachance dan Molina (1974), b) Hagenmair (1980), c) FAO (1973)



**Gambar 2.2** Turunan Buah Kelapa

Sumber : (Laskar Teknik, 2018)

**Tabel 2.3** Luas Areal dan Produksi Perkebunan Tanaman Kelapa Wilayah Sumatera

Provinsi	Luas Areal (Ha)			Produksi (Ton)
	Belum Dewasa	Dewasa	Rusak	
Aceh	11,389	74,9	101,641	62,956
Sumatera Utara	7,959	91,141	109,153	96,812
Sumatera Barat	7,04	64,514	86,458	69,622
Riau	20,294	315,335	409,973	376,675
Kepulauan Riau	3,75	19,014	32,65	12,526
Jambi	11,647	89,18	119,01	110,767
Sumatera Selatan	3,544	52,456	65,672	60,163
Kep. Bangka Belitung	1,67	6,062	8,869	4,432
Bengkulu	1,538	7,441	9,481	7,429
Lampung	8,215	82,093	98,548	92,664
<b>Total</b>	<b>77,09</b>	<b>802,136</b>	<b>1.041,45</b>	<b>894,045</b>

Sumber : ( *Direktorat Jendral Perkebunan, 2019*)

## 2.2 Konsep dasar Pengeringan

Pengeringan sudah dikenal sejak dulu sebagai salah satu metode pengawetan produk pertanian. Pada proses pengeringan ini dipengaruhi oleh kondisi eksternal yaitu suhu, kelembaban, kecepatan dan tekanan udara panas. Pada kondisi internal seperti kadar air, bentuk atau geometri, luas permukaan dan keadaan fisik bahan. Setiap kondisi yang berpengaruh diatas dapat menjadi faktor pembatas laju pengeringan (Booker dkk, 1981).

Pengeringan adalah proses pengambilan atau penurunan kadar air sampai batas tertentu sehingga memperlambat laju kerusakan bahan pertanian akibat aktivitas biologis dan kimia sebelum bahan diolah atau dimanfaatkan (Hall, 1957 dan Broker, 1974). Pengeringan pun dapat diartikan sebagai cara pengawetan. Panas

akan dihantarkan pada air dalam bahan pangan yang hendak dikeringkan dan air akan menguap dan dipindahkan keluar dari pengeringan (Leni, 2002).

Prinsip pengeringan adalah penguapan air karena perbedaan tekanan udara antara udara dan bahan yang dikeringkan. Menurut Earle (1982) menyatakan bahwa proses pengeringan terbagi menjadi 3 (tiga) kategori, yaitu :

1. Pengeringan udara dan pengeringan yang berhubungan langsung di bawah tekanan atmosfer. Pada pengeringan ini panas dipindahkan menembus bahan, baik dari udara maupun dari permukaan yang dipanaskan.
2. Pengeringan hampa udara, yaitu panas dipindahkan secara konduksi dan terjadi lebih cepat pada tekanan rendah.
3. Pengeringan beku Uap disublimasikan keluar dari bahan pangan beku. Struktur bahan pangan tetap dipertahankan, suhu dan tekanan yang sesuai harus dipersiapkan dalam mesin pengering untuk menjamin terjadinya proses sublimasi.

Tujuan pengeringan adalah mengurangi kadar air bahan sampai batas di mana perkembangan mikroorganisma dan kegiatan enzim yang dapat menyebabkan pembusukan terhambat atau terhenti. Dengan demikian bahan yang dikeringkan dapat mempunyai waktu simpan yang lama.

Di Industri kimia proses pengeringan adalah salah satu proses yang penting. Proses pengeringan ini dilakukan biasanya sebagai tahap akhir sebelum dilakukan pengepakan suatu produk ataupun proses pendahuluan agar proses selanjutnya lebih mudah, mengurangi biaya pengemasan dan transportasi suatu produk dan dapat menambah nilai guna dari suatu bahan.

### **2.2.1 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Proses Pengeringan**

Pada proses pengeringan selalu diinginkan kecepatan pengeringan yang maksimal. Oleh karena itu perlu dilakukan usaha-usaha untuk mempercepat pindah panas dan pindah massa (pindah massa dalam hal ini adalah perpindahan air keluar dari bahan yang dikeringkan dalam proses pengeringan tersebut). Ada beberapa faktor yang perlu diperhatikan untuk memperoleh kecepatan pengeringan maksimum, yaitu :

a. Luas Permukaan

Semakin luas permukaan bahan maka akan semakin cepat bahan menjadi kering. Biasanya bahan yang akan dikeringkan dipotong untuk mempercepat pengeringan, karena perlakuan tersebut dapat menyebabkan permukaan bahan semakin luas, dimana permukaan yang luas dapat memberikan lebih banyak permukaan yang dapat berhubungan dengan medium pemanas serta lebih banyak permukaan tempat air keluar

b. Suhu

Semakin besar perbedaan suhu (antara medium pemanas dengan bahan pangan) maka akan semakin cepat proses pindah panas berlangsung sehingga mengakibatkan proses penguapan semakin cepat pula. Atau semakin tinggi suhu udara pengering maka akan semakin besar energi panas yang dibawa ke udara yang akan menyebabkan proses pindah panas semakin cepat sehingga pindah massa akan berlangsung juga dengan cepat.

c. Kecepatan udara

Udara yang bergerak adalah udara yang mempunyai kecepatan gerak yang tinggi yang berguna untuk mengambil uap air dan menghilangkan uap air dari permukaan bahan yang dikeringkan, sehingga dapat mencegah terjadinya udara jenuh yang dapat memperlambat penghilangan air.

d. Kelembaban udara

Semakin lembab udara di dalam ruang pengering dan sekitarnya maka akan semakin lama proses pengeringan berlangsung kering, begitu juga sebaliknya. Karena udara kering dapat mengabsorpsi dan menahan uap air.

e. Tekanan atm & vakum

Pada tekanan udara atmosfer 760 Hg (= 1 atm), air akan mendidih pada suhu 100°C. Pada tekanan udara lebih rendah dari 1 atmosfer air akan mendidih pada suhu lebih rendah dari 100°C.

f. Waktu

Semakin lama waktu (batas tertentu) pengeringan maka akan semakin cepat proses pengeringan selesai. Dalam pengeringan diterapkan konsep HTST (High Temperature Short Time), short time dapat menekan biaya pengeringan.

### **2.3 Vacuum Freeze Drying sebagai Pembekuan dan Pengeringan**

Pengeringan beku vakum merupakan metode pengeringan yang mempunyai keunggulan dalam mempertahankan mutu hasil pengeringan, khususnya untuk produk-produk yang sensitif terhadap panas. Menurut Kutovoy (2004), keunggulan produk hasil pengeringan beku antara lain adalah dapat mempertahankan stabilitas produk, dapat mempertahankan stabilitas struktur bahan, dapat meningkatkan daya rehidrasi. Pengeringan beku sangat dikenal pada proses liofilisasi (lyophilization) produk.bahan

Vakum berasal dari bahasa latin, *vacuus*, artinya kosong. Jadi vakum artinya menghampakan suatu ruangan atau suatu kemutlakan dibawah nol tekanan. Sitem ruang hampa dikepung oleh atmosfir bumi. Untuk meciptakan ruang hampa diperlukan pompa untuk mengeluarkan udara keluar dari system. Kebutuhan ini merupakan arti pekerjaan dasar dari vakum.

Tahapan yang terjadi pada alat Vacuum Freeze Drying :

a. Pembekuan

Produk yang akan dikeringkan, sebelumnya dibekukan terlebih dahulu.

b. Vakum

Setelah beku, produk ini akan ditempatkan dibawah vakum. Hal ini memungkinkan pelarut beku dalam produk untuk menguakan tanpa melalui fase cair, proses yang dikenal sebagai “Sublimasi”.

c. Panas

Panas diterapkan pada produk beku untuk mempercepat sublimasi

d. Kondensasi

Kondensor dengan suhu rendah akan menghapus pelarut yang menguap di ruang vakum dengan mengubahnya kembali ke padat.

Proses pengeringan beku bekerja dengan pembekuan bahan dan kemudian mengurangi tekanan disekitarnya serta menambahkan panas yang cukup untuk mensublimasikan air yang membeku dari fase padat ke gas. Operasi pengeringan

beku terdiri dari tiga tahapan, yaitu tahap pembekuan produk, tahap pengeringan primer atau tahap sublimasi es dari bahan beku yang dilakukan pada ruang bertekanan rendah, dan tahap pengeringan sekunder atau proses pemindahan uap air dari lapisan kering ke luar bahan yang berlangsung setelah seluruh es menyublim.

#### A. Tahap Pembekuan Produk

Pembekuan adalah proses penurunan suhu dari suatu bahan hingga mencapai suhu dibawah titik bekunya. Proses pembekuan bertujuan untuk menurunkan temperatur agar dapat memperlambat laju aktivitas mikroorganisme yang ada sehingga mutu produk dapat dipertahankan.

#### B. Tahap Pengeringan Primer

Pengeringan primer adalah proses menghilangkan air dari larutan beku yang terkandung dalam produk yang akan dikeringkan melalui proses sublimasi. Tahap pengeringan primer bertujuan untuk menyublimkan semua lapisan beku yang terdapat pada bahan. Kecepatan proses sublimasi dan distribusi zat/bahan selama sublimasi selain ditentukan suhu, tekanan, dan struktur bahan itu sendiri (Sinaga, 2001).

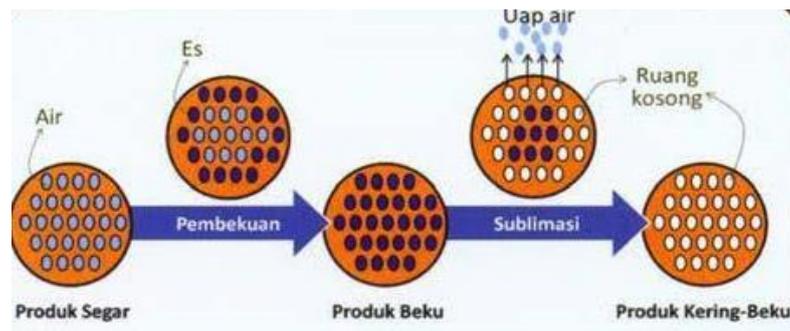
Dalam proses pengeringan primer, panas yang dibutuhkan untuk sublimasi dipindahkan dari permukaan bahan ke permukaan sublimasi secara konduksi melalui lapisan yang sudah kering dan uap air yang dihasilkan akan dilewatkan melalui pori-pori lapisan kering ke bagian luar dari produk

#### C. Tahap Pengeringan Sekunder

Proses pengeringan sekunder adalah proses pengeluaran air terikat atau terserap, yaitu air tidak membeku pada saat pembekuan dan pengeluaran air yang masih tersisa pada rongga bahan. Tahap pengeringan sekunder dimulai setelah proses sublimasi (tahap pengeringan primer) selesai dan berakhir pada saat suhu pusat bahan mendekati suhu permukaan. Pada fase ini, suhu dinaikkan lebih tinggi dari suhu pada pengeringan primer untuk memutuskan interaksi psikokimia yang terbentuk antara molekul air dan bahan beku (Sinaga, 2001).

### **2.3.1 Mekanisme Pengeringan Beku dan Pengeringan Biasa**

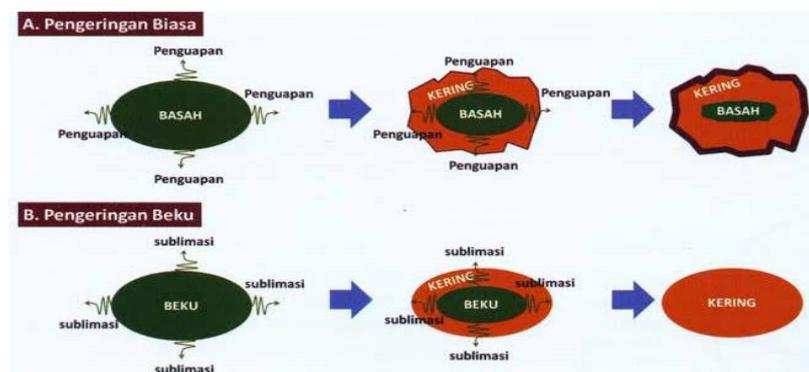
Prinsip teknologi pengeringan beku ini dimulai dengan proses pembekuan pangan, dan dilanjutkan dengan pengeringan yaitu, mengeluarkan/memisahkan hampir sebagian besar air dalam bahan yang terjadi melalui mekanisme sublimasi. Jika kondisi ini dipertahankan, maka air (es) dalam bahan pangan secara kontinyu akan berkurang melalui proses sublimasi. Mekanisme ini berbeda dengan proses pengeringan biasa, dimana pengeringan biasa terjadi melalui mekanisme penguapan (evaporasi) yang biasanya terjadi pada suhu tinggi.



**Gambar 2.3** Skema ilustratif mekanisme pengeringan beku

Sumber : (*Freeze Drying Technology*, 2014 )

Proses pengeringan beku terjadi melalui mekanisme sublimasi yang terjadi pada suhu dingin. Karena itu, proses gelatinisasi, karamelisasi, dan denaturasi tidak terjadi, sehingga pada bagian pangan yang kering tidak terjadi perubahan pembentukan kerak. Dengan demikian, uap air bisa berdifusi dengan baik dari bagian basah ke udara lingkungan, sehingga bisa dihasilkan produk yang kering dengan baik.



**Gambar 2.4** Perbedaan mekanisme (a) pengeringan biasa dan (b) pengeringan beku

Sumber : (*Freeze Drying Technology, 2014* )

Proses pengeringan biasa terjadi melalui mekanisme penguapan pada suhu panas, sehingga bagian pangan yang kering akan terjadi perubahan kimia (gelatinisasi pati, karamelisasi gula, atau denaturasi protein) yang menyebabkan terbentuknya kerak (crust) di permukaan yang akan memberikan hambatan bagi difusi uap dari bagian basah ke udara lingkungan. Akibatnya, proses pengeringan akan terhambat dan terhenti, menghasilkan produk yang bagian luar sudah kering bahkan terlalu kering dan menjadi kerak tetapi bagian tengahnya masih basah. Kasus demikian sering disebut sebagai case-hardening.

Secara detail, perbedaan utama antara pengeringan beku dengan pengeringan biasa dapat diamati pada **Tabel 2.4** di bawah ini :

**Tabel 2.4** Perbedaan pengeringan biasa dan pengeringan beku

<b>Kriteria</b>	<b>Pengeringan Biasa</b>	<b>Pengeringan Beku</b>
<b>Suhu pengeringan</b>	37-39 °C (tergantung tekanan dan aliran udara)	Di bawah titik beku
<b>Mekanisme pengeringan</b>	Evaporasi	Sublimasi
<b>Tekanan</b>	Lambat dan tidak komplit	Cepat dan lebih komplit
<b>Mutu produk</b>	menghasilkan permukaan keriput, kurang porus, densitas tinggi, kurang dibasahkan kembali, warna kegelapan, mutu rasa dan nilai gizi berkurang	Tidak menyebabkan permukaan keriput, lebih porus, mudah disegarkan kembali, warna normal, mutu rasa dan nilai gizi dpat dipertahankan

Biaya	Lebih murah	Lebih mahal
-------	-------------	-------------

Lanjutan **Tabel 2.4** Perbedaan pengeringan biasa dan pengeringan beku

	cocok untuk sayuran dan biji-bijian, kurang cocok untuk daging dan produk daging	ekonomi cukup tinggi, produk instan, cocok untuk daging dan produk daging
--	--	---

#### 2.4 Pengaruh Suhu pada Proses Pengeringan

Laju penguapan air bahan dalam pengeringan sangat ditentukan oleh kenaikan suhu. Semakin besar perbedaan antara suhu media pemanas dengan bahan yang dikeringkan, semakin besar pula kecepatan pindah panas ke dalam bahan pangan, sehingga penguapan air dari bahan akan lebih banyak dan cepat. Proses pengeringan akan berlangsung cepat apabila suhu dan kecepatan aliran udara pengering semakin tinggi.

Semakin tinggi suhu udara pengering makin besar energi panas yang dibawa oleh udara sehingga semakin banyak jumlah massa cairan yang diuapkan dari permukaan bahan yang dikeringkan. Jika kecepatan aliran udara pengering semakin tinggi maka semakin cepat pula massa uap air yang dipindahkan dari bahan ke atmosfer. Semakin tinggi suhu yang digunakan untuk pengeringan, semakin tinggi energi yang disuplai maka semakin cepat laju pengeringan.

Namun pengeringan yang terlalu cepat pun kurang baik karena dapat merusak bahan, yakni permukaan bahan terlalu cepat kering, sehingga tidak sebanding dengan kecepatan pergerakan air bahan kepermukaan, hal ini menyebabkan pengerasan pada permukaan bahan.

## 2.5 Kadar air dalam bahan

Kadar air suatu bahan berpengaruh terhadap banyaknya air yang diuapkan dan lamanya proses pengeringan. (Heldman dan Singh,1981) menyatakan bahwa kadar air pangan terdiri dari dua bagian, yaitu kadar air basis kering dan kadar air basis basah. Kadar air basis basah adalah perbandingan berat air dalam bahan dengan berat bahan total. Dalam penentuan kadar air bahan hasil pertanian biasanya dilakukan berdasarkan bobot basah (*wet basis*). Dalam perhitungan ini berlaku rumus sebagai berikut:

$$KA_{w.b} = \frac{W_a}{W_b} \times 100 \% \dots\dots\dots (1)$$

Kadar air basis kering adalah perbandingan berat air dalam bahan dengan berat bahan keringnya. Untuk menentukan bobot kering (*dry basis*) suatu bahan, penimbangan dilakukan setelah bobot bahan tersebut tidak berubah lagi selama pengeringan berlangsung.

$$KA_{d.b} = \frac{W_a}{W_k} \times 100 \% \dots\dots\dots (2)$$

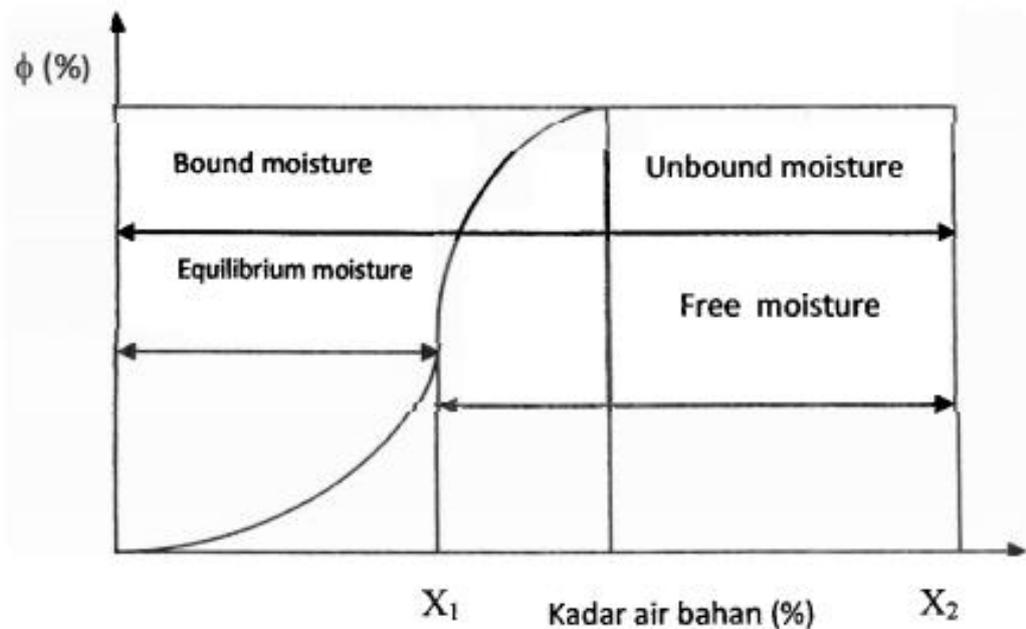
Dimana:

KA = kadar air basis bawah (%)

Wa = Masa uap air yang dikandung bahan (kg)

Wb = Massa bahan basah (kg)

Wk = Massa bahan kering (kg)



**Gambar 2.5** Tipe kadar air dalam bahan  
 Sumber : (Arwizet, 2012)

Pengeringan suatu bahan meliputi banyak faktor yang mempengaruhi, oleh sebab itu ada beberapa definsi yang harus diketahui mengenai kadar air bahan :

- a. *Equilibirum moisture* adalah kadar air dalam bahan dimana tekanan parsial uap air dalam bahan sama dengan tekanan parsial uap air udara lingkungan pada temperatur yang sama.
- b. *Bound moisture* adalah kadar bahan pada kondisi dimana tekanan uap air bahan lebih kecil dari tekanan air murni pada temperature yang sama.
- c. *Unbound moisture* adalah kadar air bahan pada kondisi dimana tekanan uap air bahan sama dengan tekanan murni pada temperatur yang sama.
- d. *Freemoisture* adalah kadar air yang menunjukkan kessimbangan dalam bahan yang dapat menguap tergantung pada kondisi udara lingkungan. **Gambar 2.5** memperlihatkan beberapa tipe kadar air bahan, yang memperlihatkan hubungan kadar air bahan terhadap kelembaban relatif udara lingkungan.

Dalam proses pengeringan suatu bahan kadar air memegang peranan penting karena sangat berpengaruh terhadap lamapengeringan, jalannya proses pengeringan, perubahan yang terjadi pada bahan dan alat pengering selama proses pengeringan berlangsung (Hall,1957 dan Richey et al.,1961).

Kecepatan pengeringan dai suatu bahan adalah banyaknya kandungan air yang dapat diindahkan atau diuapkan tiap satuan waktu pengeringan. (Richey et, all., 1961).

## 2.6 Laju pengeringan

Laju pengeringan dalam proses pengeringan suatu bahan menggambarkan bagaimana kecepatan pengeringan berlangsung. Laju pengeringan dinyatakan dengan berat air yang diuapkan per satuan berat kering per jam (Susanto, 2011).

Menurut Henderson dan Perry (1955), proses pengeringan mempunyai 2 (dua) periode utama yaitu periode pengeringan dengan laju pengeringan tetap dan periode dengan laju pengeringan menurun. Kedua periode utama ini dibatasi oleh kadar air kritis (critical moisture content) (Taib, G. et al., 1988).

Rumus laju pengeringan massa menurut (Aremu dkk, 2019) dinyatakan :

$$R = \frac{W_0 - W_t}{t} = \frac{\Delta W}{t} \dots\dots\dots (3)$$

Dimana :

R = laju pengeringan (gram/menit)

W<sub>0</sub> = berat bahan mula-mula (gr)

W<sub>t</sub> = berat bahan akhir (gr)

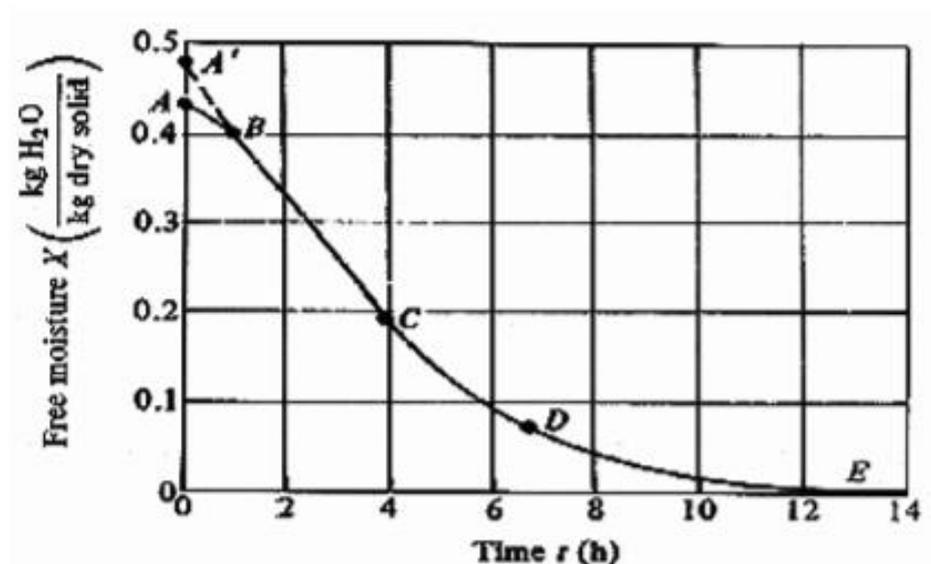
t = waktu (jam)

Periode pengeringan dengan laju tetap, bahan mengandung air yang cukup banyak, hal mana pada permukaan bahan berlangsung penguapan yang lajunya dapat disamakan dengan laju penguapan pada permukaan air bebas. Laju penguapan sebagian besar tergantung pada keadaan sekeliling bahan, sedangkan pengaruh bahannya sendiri relatif kecil. (Taib, G. et al., 1988).

Pada periode laju pengeringan menurun permukaan partikel bahan yang dikeringkan tidak lagi ditutupi oleh lapisan air. Selama periode laju pengeringan menurun, energi panas yang diperoleh bahan digunakan untuk menguapkan sisa air bebas yang sedikit sekali jumlahnya. Perubahan dari laju pengeringan tetap menjadi

laju pengeringan menurun untuk bahan yang berbeda akan terjadi pada kadar air yang berbeda pula.

Laju pengeringan menurun terjadi setelah laju pengeringan konstan dimana kadar air bahan lebih kecil daripada kadar air kritis **Gambar 2.6** Periode laju pengeringan menurun meliputi dua proses yaitu perpindahan dari dalam ke permukaan dan perpindahan uap air dari permukaan bahan ke udara sekitarnya.



**Gambar 2.6** Grafik Laju Pengeringan

Sumber : (Taufik, 2004)

Dimana :

A-B = periode pemanasan

B-C = periode laju pengeringan konstan

C = Titik kadar air kritis

C-E = periode laju pengeringan menurun pertama dan kedua

Keterangan :

1. Tahap A – B, tahap ini merupakan periode pemanasan (*warming up period*), terjadi selama kondisi permukaan bahan menuju keseimbangan dengan udara pengering. Pada periode ini tidak banyak terjadi perubahan kadar air dari bahan yang akan dikeringkan.

2. Tahap B – C, tahap ini dikenal sebagai periode laju pengeringan tetap (*constant rate period*). Selama periode ini permukaan bahan tetap jenuh dengan air karena pergerakan air dalam bahan menuju permukaan seimbang dengan penguapan air dari permukaan bahan.
3. Titik C adalah titik kadar air kritis (*critical moisture content*). Titik kadar air terendah di mana laju pergerakan air bebas dari dalam bahan ke permukaan bahan sama dengan laju penguapan air maksimum dari permukaan bahan.
4. Tahap C – E, tahap ini dikenal sebagai periode laju pengeringan menurun (*falling rate period*), periode ini terdiri dari dua bagian yaitu periode laju pengeringan menurun pertama (*first falling rate period*) dan periode laju pengeringan menurun kedua (*second falling rate period*). Di dalam periode laju pengeringan menurun terdapat dua proses yaitu pergerakan air dari dalam bahan ke permukaan bahan dan penguapan air dari permukaan bahan.

Waktu yang dibutuhkan oleh bahan untuk melewati keempat periode pengeringan ini berbeda-beda tergantung dari kadar air awal bahan dan kondisi pengeringan. Laju pengeringan yang terlalu cepat pada bahan pangan dengan laju pengeringan menurun menyebabkan kerusakan fisik dan kimia pada bahan pangan. Terjadinya *case hardening* dan *cracking* (patah) adalah bentuk kerusakan secara fisik akibat dari laju pengeringan yang kurang terkontrol. Hal ini terjadi akibat kecepatan difusi dalam bahan pangan menuju permukaan tidak dapat mengimbangi kecepatan penguapan air di permukaan bahan. Sedangkan permukaan bahan sudah tidak jenuh dengan air, bahan makin berkurang terus sehingga pada permukaan terjadi penguapan sampai menjadi tidak jenuh. Ini merupakan tahapan dari kecepatan menurun yang kedua (*second falling rate period*) dimana kecepatan aliran atau gerakan air dalam bahan menentukan kecepatan laju pengeringan (Susanto, 2011).

## 2.7 Tepung Ampas Kelapa

Tepung merupakan salah satu produk hasil pengolahan dengan menggunakan proses pengeringan sebelum dan sesudah bahan tersebut dihancurkan. Tepung mempunyai partikel padat yang berbentuk butiran halus atau sangat halus yang didapatkan dengan cara penggilingan atau penghancuran.

Ampas kelapa merupakan hasil samping dari pembuatan santan. Dahulu ampas kelapa hanya dimanfaatkan sebagai pakan ternak, padahal dengan modal yang relatif kecil ampas kelapa dapat diolah menjadi produk lainnya seperti tepung. Seiring perkembangan teknologi, ampas kelapa tidak hanya dimanfaatkan sebagai pakan ternak melainkan sebagai bahan pangan manusia. Ampas kelapa kering atau bebas lemak mengandung 93% karbohidrat yang terdiri dari 61% galaktomanan, 26% manosa dan 13% selulosa (Balasubramanian, 1976).



**Gambar 2.7** Tepung Ampas Kelapa  
(Sumber: Rosa, 2020)

Tepung ampas kelapa dibuat secara langsung dari hasil samping ampas kelapa. Tepung ampas kelapa ini dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku dalam industri makanan seperti roti, biskuit, dan sereal. Roti merupakan makanan yang dapat diterima oleh semua lapisan masyarakat karena praktis, mudah didapatkan, mudah diolah, mudah disajikan dan memiliki harga yg relatif terjangkau.

Menurut Putri (2010) faktor yang mempengaruhi kualitas tepung ampas kelapa adalah sebagai berikut :

### 1. Derajat Keputihan (Tingkat Keputihan)

Pada derajat atau tingkat keputihan ini dipengaruhi dari penentuan atau pemilihan bahan baku, proses pembuatan, kualitas air (selama proses pembuatan), tingkat kebersihan pada saat proses produksi, serta pengemasan dan

penyimpanan (sebaiknya ditempatkan di tempat yang kedap udara dan bebas dari bau tak sedap atau bau menyengat lainnya).

## 2. Tingkat Kehalusan (Ukuran Mesh)

Proses pembuatan ampas kelapa secara manual mempunyai karakteristik tekstur yang agak kasar karena menggunakan ayakan ukuran yang kurang sesuai dibandingkan ayakan tepung pada umumnya, yaitu dibawah 40 mesh. Pada tingkat kehalusan tekstur tepung dapat ditentukan dari ukuran ayakan dengan satuan ukuran mesh.

## 3. Kadar Air Tersisa

Tepung ampas kelapa pada umumnya memiliki kadar air yang tersisa berkisar antar 7-15%. Pengeringan tepung pada sinar matahari menghasilkan tingkat kekeringan yang rendah dibandingkan dengan pengeringan dengan menggunakan mesin (oven).

**Tabel 2.5** Komposisi Gizi dan Hasil Samping Kelapa

No.	Komposisi Gizi	Skim Kelapa a	Ampas kelapa b	Tepung Kelapa c	Blondo d	Air kelapa e
1.	Kadar air	85,89	4,65	5,00	6,48	91,23
2.	Lemak (%bk)	2,00	15,89	14,00	10,23	0,15
3.	Protein (%bk)	35,00	4,11	7,60	21,6	0,29
4.	Abu (%bk)	9,00	0,66	2,10	1,65	1,6
5.	Karbohidrat (%bk)	55,00	79,34	71,00	17,02	-
6.	Gula reduksi (%bk)	2,20	-	-	32,40*	5,34*
7.	Serat kasar (%bk)	0,20	30,58	17,00	17,10	-

Sumber : a dan c, Hagenmaier (1980), b. Rindengan et al. (1977), d. Utari (1989),

e. Grimwood (1975) dan Thampan (1981)

bk = berat kering, \*gula total

Kebutuhan serat bisa didapatkan menggunakan upaya alternatif yaitu salah satunya dengan pemanfaatan ampas kelapa. Serat adalah zat non gizi, ada dua jenis serat yaitu serat kasar dan serat pangan Tensiska, (2008). Serat kasar ialah bagian dari bahan pangan yang tidak dapat dihidrolisis oleh bahan-bahan kimia tertentu, yaitu asam sulfat (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) dan NaOH. sedangkan serat pangan adalah bagian dari

bahan pangan yang tidak dapat dihidrolisis oleh enzim-enzim pencernaan (Muchtadi, 2001).

Menurut Joseph dan Gray (2006) berdasarkan sifat kelarutannya serat pangan dapat dibedakan menjadi dua golongan:

1. Serat pangan yang larut dalam air (Soluble Dietary Fiber/ SDF), seperti pektin, musilago dan gum. SDF diartikan sebagai serat pangan yang dapat larut dalam air hangat atau panas (90°C).
2. Serat pangan yang tidak larut di dalam air panas atau air dingin (Insoluble Dietary Fiber/ IDF) seperti selulosa, hemiselulosa dan lignin.

Dengan adanya serat, membantu mempercepat sisa-sisa makanan melalui saluran pencernaan untuk proses pembuangan. Tanpa bantuan serat, feses dengan kandungan air rendah akan lebih lama tinggal dalam saluran usus dan mengalami kesukaran melalui usus.

**Tabel 2.6** Kandungan Gizi Ampas Kelapa per 100 g

Parameter	Kandungan
Protein	4,12 %
Lemak	12,0 %
Serat Kasar	37,1 %
Kadar Air	0,33 %

Sumber : (Yulvianti, 2015)