

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Pengertian Pengeringan**

Pengeringan adalah suatu cara untuk mengeluarkan atau menghilangkan sebagian air dari bahan pangan dengan bantuan energi panas. Tujuan pengeringan adalah mengurangi kadar air bahan sampa

i batas dimana perkembangan mikroorganismenya dan kegiatan enzim yang dapat menyebabkan pembusukan terhambat atau terhenti. Dengan demikian bahan yang dikeringkan dapat mempunyai waktu simpan yang lebih lama. Keuntungan pengeringan adalah bahan pangan menjadi lebih awet dan volume bahan pangan menjadi lebih kecil, sehingga memudahkan dan menghemat biaya pengangkutan, pengemasan dan penyimpanan.

Bahan pangan yang dihasilkan dari produk-produk pertanian pada umumnya mengandung kadar air. Kadar air tersebut apabila masih tersimpan dan tidak dihilangkan, maka akan dapat mempengaruhi kondisi fisik bahan pangan. Contohnya, akan terjadi pembusukan dan penurunan kualitas akibat masih adanya kadar air yang terkandung dalam bahan tersebut. Pembusukan terjadi akibat dari penyerapan enzim yang terdapat dalam bahan pangan oleh jasad renik yang tumbuh dan berkembang biak dengan bantuan media kadar air dalam bahan pangan tersebut. Untuk mengatasi hal tersebut, diperlukan adanya suatu proses penghilangan atau pengurangan kadar air yang terdapat dalam bahan pangan sehingga terhindar dari pembusukan ataupun penurunan kualitas bahan pangan. Tipe dan jenis pengering yang digunakan untuk pengeringan bahan pangan bermacam-macam. Pada umumnya pemilihan tipe pengering ditentukan oleh jenis komoditas yang akan dikeringkan, bentuk akhir produk yang dikehendaki, faktor ekonomis dan kondisi jenis alat.

Dasar proses pengeringan adalah terjadinya penguapan air dari bahan ke udara karena perbedaan kandungan uap air antara udara dengan bahan yang dikeringkan. Dalam hal ini udara mengandung uap air atau kelembaban nisbi yang lebih rendah sehingga terjadi penguapan.

Pengeringan menyangkut perpindahan massa (uap) dari bahan dan energi panas ke bahan secara simultan. Proses perpindahan panas yang terjadi dari lingkungan akan menguapkan air di permukaan bahan. Air dapat dipindahkan ke permukaan produk dan kemudian diuapkan, atau secara internal pada sebuah interfasa uap dan cair, kemudian dibawa sebagai uap ke permukaan.

Proses pindah panas pada pengeringan tergantung suhu, kelembaban udara, laju aliran udara, permukaan bahan yang langsung berhubungan dengan udara serta tekanan. Laju perpindahan uap air dari bahan ke udara tergantung pada sifat fisik bahan yang terdiri dari suhu, komposisi dan kadar air awal. Alat-alat pengering biasanya menggunakan proses konduksi, konveksi ataupun radiasi pada proses pindah panas dari sumber panas ke bahan yang dikeringkan.

Faktor-faktor yang mempengaruhi kecepatan pengeringan:

#### A. Luas permukaan

Bahan pangan yang akan dikeringkan dipotong – potong untuk mempercepat pengeringan. Hal ini dapat terjadi karena: (1) pemotongan atau pengirisan tersebut akan memperluas permukaan bahan dan permukaan yang luas dapat memberikan lebih banyak permukaan yang dapat berhubungan dengan medium pemanas serta lebih banyak permukaan dari pada air dapat keluar (2) potongan-potongan kecil atau lapisan yang tipis mengurangi jarak dimana panas harus bergerak sampai bahan pangan dan mengurangi jarak melalui massa air dan pusat bahan harus keluar ke permukaan bahan dan kemudian keluar dari bahan.

#### B. Suhu

Umumnya makin besar perbedaan suhu antara medium pemanas dengan bahan pangan, makin cepat perpindahan panas ke dalam bahan dan makin cepat pula penghilangan air dan bahan. Apabila udara merupakan medium panas, maka suhu hanya merupakan faktor penting kedua. Karena air yang keluar dari bahan pangan berupa uap air, maka uap air tersebut harus di keluarkan dari udara tersebut, sebab bila tidak uap air tersebut akan memenuhi atmosfer di sekeliling permukaan bahan sehingga akan memperlambat penyerapan selanjutnya. Makin tinggi suhu udara makin banyak uap air yang dapat ditampung sebelum terjadi kejenuhan, jadi udara

yang bersuhu tinggi yang digunakan dalam pengeringan bahan pangan akan mengambil lebih banyak uap air dari bahan dibanding dengan udara dingin.

#### C. Kecepatan udara

Tidak hanya udara yang di panaskan mengambil lebih banyak uap air dari pada udara dingin, tetapi udara yang bergerak akan lebih efektif. Udara yang bergerak yaitu yang mempunyai kecepatan gerak yang tinggi selain dapat mengambil uap air juga akan menghilangkan dari permukaan bahan pangan, sehingga akan mencegah terjadinya atmosfer jenuh yang akan memperlambat penghilangan air.

#### D. Kelembaban udara

Apabila udara digunakan sebagai medium pengering atau bila bahan pangan dikeringkan di udara makin kering udara tersebut makin tinggi kecepatan pengeringnya. Udara kering dapat mengabsorpsi dan menahan uap air. Sebaliknya, udara lembab berarti mendekati kejenuhan uap air, sehingga hanya dapat mengabsorpsi dan menahan lebih sedikit uap air dari pada udara kering.

Kekeringan atau kelembaban udara juga menentukan sampai kadar air berapa bahan pangan dapat dikeringkan. Bahan pangan kering bersifat higroskopis. Tiap bahan pangan mempunyai keseimbangan kelembaban nisbi masing-masing, yaitu kelembaban pada suhu tertentu dimana bahan pangan tidak akan kehilangan kadar air pindah ke atmosfer atau tidak akan mengambil uap air dari atmosfer. Pada kelembaban nisbi udara lebih kecil dari keseimbangan kelembaban nisbi, bahan pangan dapat dikeringkan lagi, tetapi pada kelembaban nisbi udara yang lebih tinggi dari keseimbangan, bahan pangan akan menarik uap air dari udara.

#### E. Tekanan atmosfer dan vakum

Pada tekanan atmosfer 760 mmHg (1 atmosfer) air akan mendidih pada suhu  $100^{\circ}\text{C}$ . Pada tekanan udara lebih rendah dari 1 atmosfer air akan mendidih pada suhu lebih rendah dari  $100^{\circ}\text{C}$ . Apabila kita bekerja pada suhu konstan, lalu kita mengurangi tekanan udara, maka air akan mendidih dengan kecepatan yang makin bertambah. Dengan kata lain apabila menaruh bahan pangan di dalam ruangan vakum, kita dapat menghilangkan air pada bahan pada suhu yang lebih rendah dari pada kalau kita bekerja tanpa vakum. Suhu rendah dan kecepatan pengeringan yang tinggi diperlukan untuk mengeringkan bahan pangan yang sensitif terhadap panas.

## F. Waktu dan suhu

Oleh karena semua hampir metode menggunakan panas dan bahan pangan sensitif terhadap pemanasan maka harus menetapkan ketetapan pengeringan yang maksimum dan mutu bahan pangan.

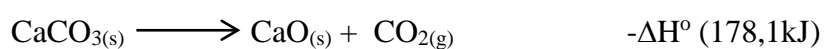
## 2.2 Kapur Api

Kapur (*lime*) merupakan bahan kimia paling tua yang dikenal manusia. Pada awalnya kapur dibuat dengan cara membakar batu kapur yang berasal dari gunung-gunung kapur. Penggunaan kapur sebagai bahan bangunan telah dilakukan sejak zaman Romawi hingga sekarang. Seiring dengan perkembangan zaman, penggunaan dan produksi kapur juga semakin meluas. Saat ini industri kapur merupakan salah satu industri kimia yang paling penting di beberapa Negara, seperti Indonesia, Malaysia dan Amerika Serikat.

### 2.2.1 Pengertian Kapur Api

Secara umum istilah kapur (*lime*) terdiri atas batu kapur (*limestone*), kapur api (*quicklime*) dan kapur sirih (*hydratedlime*). Ketiga istilah ini sering disebut dengan kapur (*lime*) saja, padahal dalam kenyataannya ketiganya merupakan bahan yang berbeda satu sama lain baik fisik maupun kimianya.

Kapur api (*quicklime*) adalah bahan yang berasal dari batu kapur (*limestone*) yang dipanaskan pada sebuah tanur dengan proses yang disebut kalsinasi (*calcination*). Batu kapur (*limestone*) adalah batuan sedimen yang sebagian besar terdiri atas  $\text{CaCO}_3$  dan merupakan batuan yang terbentuk dari rombakan batu kapur yang lebih tua, endapan larutan  $\text{CaCO}_3$  atau pelonggokan cangkang dan kerangka binatang. Kapur api ( $\text{CaO}$ ) terbentuk jika batu kapur ( $\text{CaCO}_3$ ) dipanaskan pada suhu diatas  $650^\circ\text{C}$ . Reaksi pembentukan  $\text{CaO}$  merupakan reaksi endoterm dan bersifat reversible. Jika  $\text{CO}_2$  yang terbentuk disingkirkan, maka  $\text{CaO}$  yang terbentuk akan semakin banyak. Reaksi yang terjadi adalah:



Suhu disosiasi magnesium dan kalsium karbonat pada pembuatan kapur api berturut – turut adalah  $760^\circ\text{C}$  dan  $899^\circ\text{C}$ , tetapi secara komersial suhu pembakaran

batu kapur di pabrik adalah 1093 – 1371°C dengan tujuan untuk mempercepat berlangsungnya proses kalsinasi (Kirk dan Othmer didalam Novelina, 2006).

### 2.2.2 Komposisi Kapur Api

Komposisi kapur api sangat bervariasi tergantung dari sumber batu kapur dan cara pembakarannya ( Mackenzie and Sharp didalam Siallagan, 2009) seperti terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi Kimia Kapur Api dari Kajaj dan Kamang Udik, Kabupaten, Pasaman, Sumatera Barat dan dari Pabrik Kapur Djaya, Ciampea.

Komposisi	Kapur dari Kajaj (Pasaman)*	Kapur dari Kamang Udik (Pasaman)*	Kapur dari Ciampea (Bogor)**
CaO	93,60	94,20	96,8
SiO	1,30	1,00	0,26
MgO	1,30	0,64	2,20
Gabungan Oksida ***	0,78	1,09	0,66
Hilang pada saat pembakaran	4,00	3,80	3,46

\*) Gaspary and Bucher, 1981

\*\*) Sucofindo, 1991

\*\*\*) Oksidasi yang terdiri dari Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, SO<sub>3</sub>, K<sub>2</sub>O, Na<sub>2</sub>O, TiO<sub>2</sub>, Mn<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dan P<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

Komponen utama dari kapur api adalah CaO dan bahan – bahan kimia seperti oksida – oksida silika, besi alumiium dan magnesium.

### 2.2.3 Sifat Fisik dan Kimia Kapur Api

Sifat-sifat fisik dan kimia kapur api (CaO), kapur sirih (*hydratedlime*) dan batu kapur (*limestone*) dapat dilihat pada Tabel 2. Kapur api (CaO) hanya dapat larut di dalam air jika sudah berubah menjadi Ca(OH)<sub>2</sub>. Kelarutan CaO dan Ca(OH)<sub>2</sub> di dalam air pada berbagai suhu dapat dilihat pada Tabel 3.

Porositas kapur api merupakan sifat fisik yang penting, karena secara langsung akan berpengaruh terhadap reaktivitas kimianya. Proses kalsinasi batu kapur (CaCO<sub>3</sub>) akan menyebabkan hilangnya CO<sub>2</sub> dan menghasilkan kapur api (CaO) dengan porositas dan reaktivitas yang lebih tinggi daripada CaCO<sub>3</sub>.

Tabel 2. Sifat Fisik dan Kimia Kapur Api, Kapur Sirih dan Batu Kapur Berdasarkan Komponen Kimia Murninya.

Produk	Rumus Kimia	Berat Molekul	Titik Leleh	Titik Didih	Densitas (g/cm <sup>3</sup> )	Bentuk Kristal
Kapur api	CaO	56,08	2570 <sup>0</sup> C	2850 <sup>0</sup> C	3,4	Kubus
Kapur sirih	Ca(OH) <sub>2</sub>	40,32	-	-	2,34	Heksagonal
Batu kapur kalsium	CaCO <sub>3</sub> Ca	100,09 40,08	- 810 <sup>0</sup> C	- 1170 <sup>0</sup> C	- 1,55	Rombohedral Kubus

Sumber: Julianti, 2003.

Tabel 3. Kelarutan CaO dan Ca(OH)<sub>2</sub> di dalam Air

Kelarutan (gram/100 gram larutan)		
<sup>0</sup> C	CaO	Ca(OH) <sub>2</sub>
0	0,14	0,185
25	0,12	0,159
50	0,097	0,128
75	0,075	0,098
100	0,054	0,071

Sumber : Kirk and Othmer, 1952.

Dari Tabel 3 dapat dilihat bahwa kelarutan CaO dan Ca(OH)<sub>2</sub> dalam air akan semakin menurun dengan meningkatnya suhu. Faktor-faktor lain yang mempengaruhi kelarutan CaO dan Ca(OH)<sub>2</sub> di dalam air adalah ukuran partikel serta sodium dan kalium hidroksida. Kelarutan kapur api di dalam air akan menurun dengan adanya sodium hidroksida (NaOH) dan kalium hidroksida (KOH). Magnesium, silica serta kalsium karbonat dan magnesium karbonat tidak mempengaruhi kelarutan CaO dan Ca(OH)<sub>2</sub> di dalam air tetapi mempengaruhi laju kelarutannya. Kelarutan Ca(OH)<sub>2</sub> yang masih baru fresh slaked lime dengan ukuran partikel yang lebih kecil, 10% lebih besar dibandingkan Ca(OH)<sub>2</sub> yang sudah lama (*aged slaked lime*).

#### 2.2.4 Kegunaan Kapur Api

Kapur banyak digunakan dalam berbagai industri, seperti industri kimia, bahan konstruksi dan bahan kimia untuk industri logam maupun lingkungan. Industri kimia yang menggunakan kapur diantaranya adalah industri soda, karbid, kalsium

hipoklorit, asam sitrat, pertrokimia, penolat, stearat, naptan, nitrat, kasein, kalsium pospat, propilen, glikol dan gliserin. Saat ini kapur api juga digunakan untuk produksi *precepitated calcium carbonate (PCC)* yang digunakan dalam industri kertas, cat, tinta, plastik dan karet. Penggunaan lainnya dari kapur api adalah pada industri gula, kapur pertanian, pembuatan gelas dan penyamakan kulit.

Pada bidang konstruksi, kapur banyak digunakan dalam industri mortar dan plaster karena sifatnya yang sangat plastis. Kapur juga digunakan dalam industri baja dan logam seperti tembaga, aluminium, emas dan perak serta pada ekstraksi uranium. Pemanfaatan lainnya adalah sebagai bahan untuk pengolahan limbah baik limbah cair maupun padat serta dalam air minum dan udara.

### **2.2.5 Kapur Api sebagai Penyerap**

Kapur api merupakan bahan penyerap uap air (adsorben) yang mengandung CaO sebagai bahan aktif. Kapur api dengan rumus kimia CaO, yang memiliki berat molekul 56,08 gr/mol, titik leleh 2570 °C, titik didih 2850 °C dan densitas 3,40 g/cm<sup>3</sup> dengan bentuk kristal. CaO akan bereaksi secara kimia dengan uap air yang terdapat di dalam bahan yang dikeringkan sehingga kadar air bahan akan berkurang (Julianti, 2003). Sifat kapur api yang sangat reaktif dengan air dapat dimanfaatkan dalam proses pengeringan. Jika bahan yang basah diletakan didalam suatu ruang tertutup yang didalamnya terdapat kapur api, maka akan terjadi proses yaitu:

1. Uap air yang berada diruangan diserap dan bereaksi dengan CaO
2. Reaksi itu melepas energi panas dan menurunkan kelembaban udara relatif ruang pengering
3. Energi panas diserap bahan untuk menguapkan kandungan air dari bahan
4. Uap air dari bahan mengalir keruang pengering untuk kemudian diserap oleh CaO. Demikian seterusnya hingga mencapai keseimbangan (Soekarto, 2000).

Dari hasil penelitian diketahui bahwa kapur api tidak mempunyai isotermik adsorpsi air, karena pengikat air oleh CaO bukan secara adsorpsi tetapi melalui reaksi kimia sehingga proses pengeringan dengan menggunakan kapur api disebut sebagai pengeringan kemoreaksi (Julianti, 2003). Selain itu, kapur api merupakan bahan yang murah dan mudah diperoleh.

Komposisi kapur api sangat bervariasi tergantung dari sumber batu kapur dan cara pembakarannya. Komposisi kimia kapur api memiliki kandungan CaO sebesar 93,6 %, SiO 1,3 %, MgO 1,3 %, gabungan oksida 0,78 % dan hilang pada saat pembakaran 4,0 % ( Gaspary dan bucher didalam Siallagan, 2009). Reaksi CaO dengan air dapat ditulis sebagai berikut (Chang and Tikkanen, 1988) :



Berdasarkan persamaan reaksi antara CaO dengan H<sub>2</sub>O dapat dilihat bahwa reaksi antara CaO dan air merupakan reaksi eksoterm. Magnesium oksida (MgO) yang terdapat pada kapur api, juga dapat bereaksi dengan air, tetapi pada tekanan atmosfer laju reaksinya lebih kecil dibanding laju reaksi CaO dengan air (Siallagan, 2009).

Menurut Soekarto, didalam Siallagan, 2009, pengeringan kemoreaksi dengan kapur api memiliki beberapa keunggulan, yaitu:

1. Kapur api mudah di dapat dan harganya murah
2. Daya pengeringannya kuat
3. Cocok untuk pengeringan bahan yang peka terhadap suhu tinggi
4. Dapat mencegah kehilangan zat volatil selama pengeringan
5. Tidak memerlukan bahan bakar yang dapat mencemari lingkungan
6. Hasil sampingnya berupa bahan kapur (Ca(OH)<sub>2</sub>) yang banyak manfaatnya
7. Laju pengeringannya dapat dikendalikan

### 2.2.6 Kapur Api sebagai Sumber Panas

Berdasarkan persamaan reaksi antara CaO dan H<sub>2</sub>O, dapat dilihat bahwa reaksi antara CaO dan air merupakan reaksi eksoterm. Magnesium oksida (MgO) yang terdapat pada kapur api, juga dapat bereaksi dengan air, tetapi pada tekanan atmosfer laju reaksinya lebih kecil dibanding laju reaksi CaO dan air. Pada suhu 25°C, panas yang dilepaskan pada reaksi antara CaO dan MgO dengan air berturut – turut adalah 15.200 dan 8.000 – 10.000 kalori/gram-mol.

Energi panas yang dikeluarkan dari reaksi kapur api dan air ini dapat digunakan untuk menguapkan air dari bahan dalam proses pengeringan kemoreaksi, karena



reaksi penguapan air ini merupakan reaksi endotermis (Brady, didalam Novelina, 2006) dan dapat ditulis sebagai berikut :



Berdasarkan persamaan reaksi diatas, diketahui bahwa untuk menguapkan satu mol air dibutuhkan energi sebesar 44 kJ, sedangkan perubahan satu mol CaO menjadi satu mol Ca(OH)<sub>2</sub> melepaskan energi sebesar 64,8 kJ. Energi yang dilepaskan pada reaksi pembentukan Ca(OH)<sub>2</sub> ini dapat dimanfaatkan untuk menguapkan air yang terdapat di dalam bahan yang dikeringkan.

## 2.3 Pengeringan Kemoreaksi

### 2.3.1 Pengertian Pengeringan Kemoreaksi

Pengeringan kemoreaksi berbeda dengan pengeringan adsorpsi. Pengeringan kemoreaksi adalah pengeringan dengan menggunakan bahan yang dapat menyerap uap air (adsorben), tetapi melalui mekanisme reaksi kimia antara uap air dari bahan yang dikeringkan dengan adsorben yang disebabkan karena reaktivitas adsorben yang tinggi terhadap air. Kapur api merupakan bahan penyerap uap air yang mengandung CaO sebagai bahan aktif. CaO akan bereaksi secara kimia dengan uap air yang terdapat di dalam bahan yang dikeringkan sehingga kadar air bahan berkurang (Julianti, 2003).

Pengeringan adsorpsi adalah proses pengeringan di mana air dalam bahan diserap oleh suatu material penghisap yang disebut adsorben yang bersifat sangat higroskopis. Mekanisme yang terjadi adalah proses penarikan air oleh adsorben dari dalam bahan pangan dengan prinsip penyerapan uap air dari bahan tersebut. Air yang terhisap adsorben tidak hanya pada bagian permukaan adsorben tersebut, tetapi terdistribusi secara merata keseluruhan bagian adsorben.

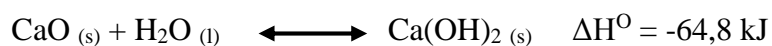
Adsorben merupakan bahan yang banyak digunakan secara meluas dalam aplikasi komersial untuk mengurangi kadar air dari gas, cairan atau bahan padat. Mekanisme pengurangan kadar air dengan adsorben didasarkan pada : 1) reaksi kimia yang menyebabkan adsorpsi atau pelepasan uap air dan 2) adsorpsi atau desorpsi fisik.

### 2.3.3 Mekanisme Pengeringan Kemoreaksi

Mekanisme pengeringan kemoreaksi adalah terjadinya reaksi antara kalsium oksida (CaO) dengan uap air dari bahan, sehingga kapur menjadi panas. Panas yang dihasilkan menyebabkan udara disekeliling bahan menjadi kering sehingga penguapan air dari bahan akan lebih cepat. Selama reaksi antara CaO dan uap air berlangsung, maka air dari bahan basah akan terus menguap sampai terjadi kesetimbangan antara kadar air bahan dengan RH (kelembaban relatif) ruang pengering. Pada saat ini bahan menjadi kering dan air dari bahan tidak dapat diuapkan lagi (Novelina, 2006).

Jika kapur api di letakan pada ruang tertutup, maka akan terjadi penurunan kandungan uap air di dalam ruangan tersebut. Selain itu, pada awal proses juga akan terjadi peningkatan suhu, karena pada awal proses pengeringan kandungan CaO masih cukup banyak untuk bereaksi dengan air dan menimbulkan energi panas. Kecepatan penurunan kandungan uap air di dalam ruangan tertutup di pengaruhi oleh luas permukaan yang langsung bersinggungan dengan udara, di mana semakin besar luas permukaan maka penyerapan uap air di udara oleh CaO berlangsung lebih banyak sehingga lebih cepat terjadi penurunan kandungan uap air di udara (Fuadi, 1999).

Reaksi CaO dengan air dapat ditulis sebagai berikut (Chang and Tikkanen, didalam Siallagan, 2009):



Berdasarkan persamaan reaksi antara CaO dengan H<sub>2</sub>O dapat dilihat bahwa reaksi antara CaO dan air merupakan reaksi eksoterm. Magnesium oksida (MgO) yang terdapat pada kapur api, juga dapat bereaksi dengan air, tetapi pada tekanan atmosfer laju reaksinya lebih kecil dibanding laju reaksi CaO dengan air (Siallagan, 2009).

### 2.3.3 Proses Pengeringan Kemoreaksi

Sifat kapur api yang sangat reaktif dengan air dapat dimanfaatkan dalam proses pengeringan. Jika bahan yang basah diletakan dalam suatu ruangan tertutup yang di dalamnya terdapat kapur api (CaO), maka akan terjadi proses pengeringan dengan

ruang tertutup sebagai ruang pengering. Proses pengeringan itu berlangsung melalui berbagai proses yaitu :

1. Uap air di dalam ruangan diserap dan bereaksi dengan CaO
2. Reaksi itu melepaskan energi panas dan menurunkan kelembaban udara relatif (*Relative Humidity*/ RH) ruang pengering
3. Energi panas diserap bahan untuk menguapkan kandungan air dari bahan
4. Uap air dari bahan mengalir ke ruang pengering untuk kemudian diserap oleh CaO. Demikian seterusnya hingga tercapai keseimbangan (Soekarto, 2000).

Dari hasil penelitian diketahui bahwa kapur api (CaO) tidak mempunyai isotermin sorpsi air, karena pengikatan air oleh CaO bukan secara adsorpsi tetapi melalui reaksi kimia sehingga proses pengeringan dengan menggunakan kapur api disebut pengeringan kemoreaksi (Julianti et al., 2005). Kapur api sudah digunakan untuk pengeringan lada (Wulandari, 2002), brem padat (Hersasi, 1996), filet ikan (Asikin, 1998; Mursalin, 2002), benih cabai (Julianti et al., 2003), pengeringan kultur *Saccharomyces cerevisiae* (Novelina, 2006), dan kajian proses pengeringan kemoreaksi jahe dengan kapur api CaO (Siallagan, 2009).

### **2.3.4 Keuntungan Pengeringan Kemoreaksi**

Beberapa peneliti sebelumnya telah menggunakan teknik pengeringan dengan CaO dari kapur api untuk mengeringkan berbagai produk, dan hasilnya ternyata cukup menguntungkan. Diantaranya oleh Halim (1996) untuk pengeringan biji lada, dimana penggunaan kapur api sebagai bahan pengering, dapat menekan penguapan minyak atsiri dari lada segar menjadi 2,8 % - 3,1 %. Dibandingkan dengan menggunakan pengering dengan sinar matahari penurunan kadar minyak atsiri adalah sebanyak 10,65 % dan pengeringan dengan oven penurunan minyak atsiri sebanyak 17,80 %.

Wulandari (2002) juga menggunakan kapur api untuk pengeringan lada pada suhu ruang 29°C. Selama pengeringan penurunan kadar minyak atsiri lada relatif kecil yaitu ,74% - 4,87%. Sedangkan pengeringan dengan metode oven dan penjemuran, penurunan kadar minyak atsiri berturut – turut adalah 17,8 % (metode oven) dan 10,65% (penjemuran).

## 2.4 Jahe (*Zingiber officinale* Rosc.)

Klasifikasi ilmiah tanaman jahe

Kerajaan	: Tumbuhan
Filum	: Spermatophyta
Kelas	: Monocotyledoneae
Ordo	: Zingiberales
Famili	: Zingibeaceae
Genus	: Zingiber
Spesies	: Zingiber officinale

Jahe (*Zingiber officinale* Rosc), adalah tanaman rimpang yang sangat populer sebagai rempah-rempah dan bahan obat. Rimpangnya berbentuk jemari yang menggebung di ruas-ruas tengah. Jahe termasuk suku Zingiberaceae (temu-temuan). Nama ilmiah jahe diberikan oleh William Roxburgh dari kata Yunani *zingiberi*, dari Bahasa Sanskerta, *singaberi*.

Sampai sekarang belum dapat dipastikan, dari mana asal tanaman jahe (*Zingiber officinale* Rosc). Ada yang mengatakan, bahwa tanaman jahe mulai tersebar di daratan Asia Tropik, yang mencakup India sampai ke negeri Cina. Oleh karena itu, diduga kedua bangsa tersebutlah yang pertama kali memanfaatkan jahe. Ada pula yang mengatakan, bahwa tanaman jahe berasal dari daerah India di Amerika Selatan (Santoso,1988).

Tanaman jahe merupakan terna tahunan, berbatang semu dengan tinggi antara 30 cm – 75 cm. Berdaun sempit memanjang menyerupai pita, dengan panjang 15 cm – 23 cm, lebar lebih kurang 2,5 cm, tersusun teratur dua baris berseling. Tanaman jahe hidup merumpun, beranak pinak, menghasilkan rimpang, dan berbunga. Rimpang jahe memiliki bentuk yang bervariasi, mulai dari agak pipih sampai gemuk, dengan warna putih kekuning kuning hingga kuning kemerah – merahan (Rukmana, 2000).

Jahe dibedakan menjadi 3 jenis berdasarkan ukuran, bentuk dan warna rimpangnya. Umumnya dikenal 3 varietas jahe, yaitu:

1. Jahe putih / jahe gajah

Rimpangnya lebih besar dan gemuk, ruas rimpangnya lebih mengembung dari kedua varietas lainnya.

2. Jahe putih / jahe emprit

Rimpangnya kecil, agak rata sampai agak sedikit mengembung. Kandungan minyak atsirinya lebih besar dari pada jahe gajah, sehingga rasanya lebih pedas.

3. Jahe merah

Rimpangnya berwarna merah dan lebih kecil dari pada jahe putih. Rasanya pedas, dan kandungan minyak atsirinya sama dengan jahe emprit.

Rimpang jahe banyak digunakan sebagai bumbu bermacam – macam masakan. Dalam industri minuman rimpang jahe dapat diolah menjadi bir jahe (*ginger beer*), anggur jahe (*ginger wine*). Di samping itu jahe dapat diolah menjadi berbagai macam produk perdagangan, misalnya jahe kering (*dried ginger*), minyak jahe (*ginger oil*), bubuk jahe, oleoresin jahe, dan asinan jahe (*salted ginger*).

Rimpang jahe kering mengandung nutrisi yang cukup tinggi. Rimpang jahe kering, mengandung pati sekitar 58%, protein 8%, oleoresin 3 % - 5 %, dan minyak atsiri 1 % - 3 % (Rukmana, 2000). Sementara kandungan nutrisi dalam setiap 100g rimpang jahe segar dapat dilihat pada Tabel 4.

Panen jahe dapat dilakukan pada tanaman berumur 5 – 10 bulan. Untuk bumbu atau keperluan kepanangan dapat dipanen pada saat umur 5 bulan. Untuk penjualan komersial, seperti untuk simplisia atau bahan industri jamu, jahe dapat dipanen pada umur 9 – 10 bulan (Muslisah, 1999).

Mutu jahe ditentukan oleh berbagai sifat seperti ukuran rimpang, kesehatan rimpang, kebersihan rimpang dan kadar serta komposisi biokimia dari rimpang. Hasil komposisi kimia, aroma, flavor dan kepedasan jahe dipengaruhi oleh varietas, keadaan geografis, umur saat panen, jenis pelarut dan metode ekstraksi.

Tabel 4. Kandungan Nutrisi dalam Setiap 100g Rimpang Jahe Segar

Kandungan gizi	Proporsi
Kalori	51,00 kal
Protein	1,50 g
Lemak	1,00 g
Karbohidrat	10,10 g
Kalsium	21,00 mg
Fosfor	39,00 mg
Zat besi	1,60 mg
Vitamin A	30,00 SI
Vitamin B	0,02 mg
Vitamin C	4,00 mg
Air	86,20 g
Bagian yang dapat dimakan	97,00 %

Sumber: Direktorat Gizi, Depkes RI, 1981

## 2.5 Jahe Merah

Jahe merah atau jahe sunti (*Z. officinale* var. *amarum*) memiliki rimpang dengan bobot antara 0,5-0,7 kg per rumpun. Struktur rimpang jahe merah, kecil berlapis-lapis dan dagingnya berwarna jingga muda sampai merah. Diameter rimpangnya dapat mencapai 4 cm dan tingginya antara 5,26-10,40 cm. Panjang rimpang mencapai 12,5 cm.



Sumber: Paimin dan Muharnanto, 1991

Gambar 1. Jahe Merah

Akar yang keluar dari rimpang berbentuk bulat, berdiameter antara 2,49-5,71 cm dan panjangnya dapat mencapai 40 cm. Akar yang dikumpulkan dari satu rumpun jahe merah dapat mencapai 300 gram, jauh lebih banyak dari jahe gajah dan jahe emprit.

Letak daunnya sama seperti jahe lainnya, yaitu berselang-seling teratur. Daun memiliki bentuk lanset dan berwarna hijau muda hingga hijau tua. Panjang daun dapat mencapai 25 cm dengan lebar antara 27-31 cm.

Jahe merah mempunyai rimpang yang lebih kecil dibandingkan dengan jahe gajah, maupun jahe emprit. Seratnya agak kasar, aromanya tajam dan rasanya sangat pedas. Kandungan dalam rimpang jahe merah antara lain minyak atsiri 2,58 – 3,9 % , kadar pati 44,99 % dan kadar abu 7,46 %.

Disamping perbedaan klon jahe tersebut secara deskriptif sebenarnya masih terdapat perbedaan lainnya yang utama kandungan dan sifat kimianya, dan perbedaan tersebut akan memberikan fungsi penggunaan jahe yang berbeda pula. Misalnya jahe kecil dan jahe merah masing – masing mempunyai kandungan minyak atsiri sekitar 1,5 % - 3,5 % dan 2,8 % - 3,9 %. Jahe ini banyak digunakan sebagai rempah – rempah, penyedap makanan, minuman, dan bahan baku obat – obatan. Sedangkan jahe gajah yang mempunyai kandungan minyak atsiri sekitar 0,82 % - 1,66 % itu, banyak digunakan untuk masakan, minuman, permen, dan asinan jahe (Santoso,1994).

Tabel 5. Sifat Fisik dan Kimia Minyak Jahe dari Berbagai Klon

No	Spesifikasi	Jahe Gajah	Jahe Putih	Jahe Merah
1	Air (%)	82	50,2	81
2	Minyak (dry basis %)	1,18 - 1,68	3,3	2,58 - 2,72
3	Indeks bias 20°C	1,48 - 1,49	1,48 - 1,48	1,48 - 1,48
4	Bilangan asam	1,3 - 11,5	3,2 - 3,79	3,6 - 9,22

Sumber : Lembaga Penelitian Tanaman Industri dan Balai Penelitian Kimia, Bogor, 1978.

## 2.6 Kandungan Jahe

### 1. Oleoresin

Oleoresin adalah salah satu senyawa yang dikandung jahe yang bisa diambil. Bentuk olahan jahe yang berupa oleoresin ini memiliki banyak kelebihan. Sebagai

misal mampu mengatasi beberapa perubahan mutu saat jahe segar dan jahe kering di ekspor, mengurangi volume kemasan jahe, atau mencegah pemalsuan atau penambahan benda lain pada jahe.

Oleoresin merupakan penyebab rasa pedas dan pahit. Sifat pedas ini tergantung pada umur panen. Semakin tua semakin terasa pedas dan pahit. Selain itu jahe juga menentukan kandungan oleoresin. Jahe yang rasa pedasnya tinggi, seperti jahe emprit, kandungan oleoresinya tinggi. Sedangkan jenis badak rasa pedasnya kurang dan kandungan oleoresinnya sedikit.

Oleoresin termasuk minyak tak menguap sehingga cara mengekstraknya pun pada keadaan hampa udara. Komponen dalam oleoresin adalah zingerol, zingerone, shogol, resin, dan minyak atsiri (Paimin dan Muharnanto, 1991).

## 2. Minyak Atsiri

Minyak atsiri adalah kelompok besar minyak nabati yang berwujud cairan kental pada suhu ruang namun mudah menguap sehingga memberikan aroma yang khas. Minyak atsiri merupakan bahan dasar dari wangi – wangian atau minyak gosok.

Minyak atsiri biasa disebut minyak eteris, minyak menguap / terbang. Ciri minyak atsiri antara lain mudah menguap pada suhu kamar tanpa mengalami dekomposisi, mempunyai rasa getir, berbau wangi sesuai tanaman penghasilnya, dan umumnya larut dalam pelarut organik dan tidak larut dalam air.

Minyak atsiri dapat bersumber pada setiap bagian tanaman yaitu dari daun, bunga, buah dan biji, batang atau kulit dan akar.

Minyak atsiri merupakan pemberi aroma khas pada jahe. Komponen utama minyak jahe adalah zingiberen dan zingiberol. Zingiberen adalah senyawa paling utama dalam minyak jahe, sementara zingiberol merupakan senyawa alkohol ( $C_{15}H_{26}O$ ) yang menyebabkan aroma khas pada minyak jahe. Kegunaan minyak atsiri adalah sebagai bahan baku minuman ringan, industri farmasi, serta sebagai bahan penyedap. Kandungan minyak atsiri dalam rimpang jahe ditentukan oleh umur panen dan jenis jahe. Pada umur panen muda, kandungan minyak atsirinya tinggi. Sedangkan pada umur tua, kandungan minyak atsirinya makin menyusut walau baunya semakin menyengat (Paimin dan Muharnanto, 1991).



## 2.7 Jahe Kering

Proses pengeringan dapat mempengaruhi mutu produk yang dikeringkan. Pada Tabel 6 dapat dilihat bahwa pengeringan dapat merubah sifat – sifat kimiawi, fisik maupun nilai gizi bahan yang dikeringkan.

Tabel 6. Faktor – Faktor yang Mempengaruhi Mutu Produk Selama Pengeringan

Kimiawi	Fisik	Nilai Gizi
Reaksi Pencoklatan	Rehidrasi	Kehilangan Vitamin
Oksidasi Lemak	Kelarutan	Kehilangan Protein
Kehilangan Warna	Tekstur	Kerusakan Mikrobiologis
	Kehilangan Aroma	

Sumber : Okos, 1992

Pengaruh proses pengeringan terhadap mutu produk kering terutama oleh penggunaan suhu tinggi dan nilai aktivitas air ( $a_w$ ) dari produk yang dikeringkan. Kerusakan yang umum terjadi pada jahe kering dengan suhu tinggi adalah merusak minyak jahe dan oleoresin dalam jahe.

Penggunaan udara panas dengan suhu tinggi pada proses pengeringan juga dapat menyebabkan perubahan warna dan menurunkan nilai gizi dari produk yang dikeringkan, sehingga pengeringan jahe sangat cocok jika digunakan pengeringan dengan metode suhu dingin.

Bentuk olahan jahe kering dipersiapkan untuk ekstraksi minyak atsiri dan oleoresin. Akan tetapi tujuan utamanya bukan untuk itu saja, melainkan untuk menghindari kerusakan jahe sekecil mungkin (Paimin dan Muharnanto, 1991).

Ada empat jenis jahe kering yang diperdagangkan sebagai rempah – rempah :

1. *Scraped ginger* : jahe dikupas seluruhnya, diiris, lalu dikeringkan, mutu yang bagus dihasilkan oleh jamaika dan Chine.
2. *Coated ginger* : irisan jahe dikeringkan sampai kulitnya cokelat
3. *Bleached ginger* : jahe kering yang proses pembuatannya dengan pencelupan pada air kapur
4. *Black ginger* : jahe kering yang diperoleh dari pengeringan jahe segar yang dicelupkan pada air panas selama 10 – 15 menit.

Pengupasan kulit rimpang jahe merupakan tahap terpenting bila jahe akan diolah menjadi jahe kering. Jahe kering ada dua macam yaitu: *scraped ginger* dan *white ginger*. Perbedaannya *scraped ginger* merupakan jahe kering yang diiris, sedangkan

*white ginger* dalam bentuk utuh Kadar air yang baik untuk jahe kering adalah 7 – 12 %. Jahe kering diperdagangkan ke eropa untuk selanjutnya dibuat bubuk jahe (Syukur, 2001). Standar mutu jahe kering dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Standar Mutu Jahe Kering

No	Karakteristik	Syarat
1	Bau dan rasa	Khas
2	Kadar air maksimum	12,5%
3	Kadar minyak atsiri	1,5%
4	Kadar abu maksimum	8%
5	Kontaminasi jamur	Tidak ada
6	Benda asing	2%

Sumber: BPEN, Deperindag, 1993.

## 2.8 Kandungan Air

Air dalam bahan pangan mempunyai peranan yang besar sekali, yaitu sebagai media pelarut pigmen, vitamin dan mineral serta garam dan senyawa citarasa yang larut dalam air terutama pada buah – buahan dan sayur – sayuran. Peranan air dalam bahan pangan merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi aktivitas metabolisme seperti aktivitas enzim, mikroba dan kimiawi, yaitu terjadinya ketengikan dan reaksi – reaksi non enzimatis. Peranan air dalam bahan pangan biasanya dinyatakan dengan kadar air dan aktivitas air. Peranan air di udara biasanya dinyatakan sebagai kelembaban relatif (RH) dan kelembaban mutlak (H) (Syarif dan Halid, 1993).

## 2.9 Kadar Air

Kadar air adalah persentase kandungan air suatu bahan yang dapat dinyatakan berdasarkan berat basah (*wet basis*) atau berdasarkan berat kering (*dry basis*). Kadar air berat basah mempunyai batas maksimum teoritis sebesar 100%, sedangkan kadar air berdasarkan berat kering dapat lebih dari 100% (Syarif dan Halid, 1993).

Kadar air merupakan pemegang peranan penting, kecuali temperature maka aktivitas air mempunyai tempat tersendiri dalam proses pembusukan dan ketengikan. Kerusakan bahan makanan pada umumnya merupakan proses mikrobiologis,

kimiawi, enzimatis atau kombinasi antara ketiganya. Berlangsungnya ketiga proses tersebut memerlukan air dimana kini telah diketahui bahwa hanya air bebas dapat membantu berlangsungnya proses tersebut.

Kadar air suatu bahan biasanya dinyatakan dalam persentase berat bahan basah, misalnya dalam gram air untuk setiap 100gr bahan disebut kadar air berat basah. Berat bahan kering adalah berat bahan setelah mengalami pemanasan beberapa waktu tertentu sehingga beratnya tetap (konstan). Pada proses pengeringan air yang terkandung dalam bahan tidak dapat seluruhnya diuapkan.

Kadar air merupakan banyaknya air yang terkandung dalam bahan yang dinyatakan dalam persen.. kadar air juga salah satu karakteristik yang sangat penting pada bahan pangan. Kadar air dalam bahan pangan ikut menentukan kesegaran dan daya awet bahan pangan tersebut. Kadar air yang tinggi mengakibatkan mudahnya bakteri, kapang, dan khamir untuk berkembang biak, sehingga akan terjadi perubahan pada bahan pangan.

Air ada yang berbentuk bebas, ada pula yang berbentuk terikat baik didalam matriks bahan maupun didalam jaringannya. Air yang berbentuk bebas sangat mudah menguap karena biasanya terdapat pada permukaan bahan pangan. Air terikat meliputi (1) air yang teradsorpsi pada dinding sel dan komponen – komponen sel seperti protein, pati, selulosa dan lain – lain. (2) air yang terikat secara kimiawi pada senyawa – senyawa karbohidrat (antara lain glukosa, maltosa, dan laktosa), garam (air krista garam seperti K – tartrat), protein dan lain – lain. Kadar air perlu diukur untuk menentukan umur simpan suatu bahan pangan. Kadar air perlu diukur untuk menentukan umur simpan suatu bahan pangan. Dengan demikian, suatu produsen makanan olahan dapat langsung mengetahui umur simpan produknya tanpa harus menunggu sampai produknya busuk. Beberapa cara untuk menetapkan kadar air suatu bahan makanan misalnya dengan metode pemanasan langsung. Penentuan kadar air untuk berbagai bahan berbeda – beda metodenya tergantung pada sifat bahan. Misalnya:

1. Untuk bahan yang tidak tahan panas, berkadar gula tinggi berminyak penentuan kadar air dapat dilakukan dengan menggunakan oven vakum dengan suhu rendah.

2. Untuk bahan yang mempunyai kadar air tinggi dan mengandung senyawa volatil (mudah menguap) penentuan kadar air dilakukan dengan cara destilasi dengan pelarut tertentu yang berat jenisnya lebih rendah daripada berat jenis air. Untuk bahan cair yang berkadar gula tinggi, penentuan kadar air dapat dilakukan dengan menggunakan refraktometer.

Kandungan air dalam bahan ikut menentukan kesegaran dan daya tahan bahan itu sendiri. Sebagian besar dari perubahan – perubahan bahan makanan terjadi dalam media air yang ditambahkan atau berasal dari bahan itu sendiri. Menurut derajat keterikatan air dalam bahan makanan dibagi menjadi 4 tipe, antara lain:

1. Tipe I adalah tipe molekul air yang terikat pada molekul – molekul air melalui suatu ikatan *hydrogen* yang berenergi besar. Molekul air membentuk hidrat dengan molekul – molekul lain yang mengandung atom – atom O dan N seperti karbohidrat, protein atau garam.
2. Tipe II adalah tipe molekul – molekul air membentuk ikatan *hydrogen* dengan molekul air lain, terdapat dalam mikro kapiler dan sifatnya agak berbeda dari air murni.
3. Tipe III adalah tipe air yang secara fisik terikat dalam jaringan matriks bahan seperti membran, kapiler, serat, dan lain – lain. Air tipe ini sering disebut dengan air bebas.
4. Tipe IV adalah tipe air yang tidak terikat dalam jaringan suatu bahan atau air murni, dengan sifat – sifat air biasa.

Sifat – sifat kadar air keseimbangan atau *Equilibrium of Moisture Content* (EMC) adalah kadar air minimum yang dapat dicapai pada kondisi udara pengeringan yang tetap atau pada suhu dan kelembaban relatif yang tetap. Suatu bahan dalam keadaan seimbang apabila laju kehilangan air dari bahan ke udara sekelilingnya sama dengan laju penambahan air ke bahan dari udara di sekelilingnya. Kadar air pada keadaan seimbang disebut juga dengan kadar air keseimbangan atau keseimbangan higroskopis untuk menentukan kadar air keseimbangan.

Pengukuran kandungan air yang berada dalam bahan ataupun sediaan yang dilakukan dengan cara yang tepat diantaranya cara titrasi, desstilasi atau gravimetrik yang bertujuan memberikan batasan minimal atau rentang tentang besarnya

kansungan air dalam bahan, dimana nilai maksimal atau rentang yang diperbolehkan terkait dengan kemurnian dan kontaminasi.

## 2.10 Energi Pengeringan

Dalam proses pengeringan diperlukan energi untuk udara pengering dan energi untuk menguapkan air bahan. Energi untuk menguapkan air bahan pada pengeringan (Heldman dan Singh didalam Novelina, 2006) adalah :

$$q = w_a \times h_{fg}$$

nilai  $w_a$  (laju penguapan air bahan) dan  $h_{fg}$  (panas laten penguapan) akan berubah sesuai dengan tingkat kadar air bahan yang akan dikeringkan.

Pada pengeringan dengan menggunakan alat mekanis (pengering buatan), energi diperlukan untuk memanaskan alat pengering, mengimbangi radiasi panas yang keluar dari alat, memanaskan bahan, menguapkan air bahan serta menggerakkan udara (Brooker didalam Novelina, 2006).

Sumber energi panas yang umum digunakan pada proses pengeringan dapat berupa energi matahari (pada pengeringan alami), biomassa atau dari bahan bakar lain seperti minyak bumi dan batubara serta energi listrik. Energi matahari merupakan sumber energi yang paling murah dan mudah diaplikasikan untuk pengeringan dengan suhu rendah, tetapi penggunaan energi matahari sangat tergantung pada cuaca. Untuk mengurangi ketergantungan terhadap cuaca maka penggunaan energi matahari untuk pengeringan dapat dilakukan dengan membuat ruang pengumpul energi panas.

Biomassa merupakan energi alternatif untuk pengeringan hasil pertanian dengan suhu tinggi. Bahan biomassa yang dapat digunakan sebagai sumber energi adalah limbah hasil pertanian seperti jerami dan tongkol jagung.

Energi listrik yang berasal dari batubara atau bahan bakar selain minyak, juga merupakan sumber energi alternatif yang dapat dikembangkan. Untuk meningkatkan efisiensi penggunaan energi panas selama proses pengeringan maka dapat digunakan pompa panas ataupun microwave.

Energi panas lain yang dapat dimanfaatkan adalah energi panas yang berasal dari proses pembuatan kapur sirih ( $\text{Ca(OH)}_2$ ) dari kapur api ( $\text{CaO}$ ). Selama proses ini

dikeluarkan sejumlah energi panas yang biasanya terbuang begitu saja. Energi panas ini dapat digunakan menguapkan air yang terdapat dari bahan yang akan dikeringkan.