

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Proses Pengeringan**

Pengeringan (*drying*) berarti pemisahan sejumlah kecil air atau zat cair lain dari suatu bahan, sehingga mengurangi kandungan zat cair. Pengeringan biasanya merupakan langkah terakhir dari sederetan operasi dan hasil pengeringan biasanya lalu siap untuk dikemas. (Mc. Cabe, 2002)

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.

Dasar proses pengeringan adalah terjadi penguapan air ke udara karena perbedaan kandungan uap air antara udara dan bahan yang dikeringkan. Pengeringan secara mekanis dapat dilakukan dengan 2 metode yaitu :

##### *1. Continuous Drying*

Suatu pengeringan bahan dimana pemasukan dan pengeluaran bahan dilakukan terus menerus.

##### *2. Batch Drying*

Suatu pengeringan dimana bahan masuk ke alat pengering sampai pengeluaran hasil kering, kemudian baru dimasukkan bahan yang berikutnya.

Menurut sistem proses pengeringan dibedakan menjadi 2 yaitu :

1. *Direct Drying*

Pada sistem ini bahan dikeringkan dengan cara mengalirkan udara pengering melewati bahan sehingga panas yang diserap diperoleh dari sentuhan langsung antara bahan dengan udara pengering, biasanya disebut pengeringan konveksi.

2. *Indirect Drying*

Pada sistem ini panas pengeringan didapat dari dinding pemanas yang bersentuhan dengan bahan yang dikeringkan secara konduksi.

(Mc. Cabe, 2002)

## **2.2 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Pengeringan**

Faktor-faktor yang mempengaruhi pengeringan ada dua golongan yaitu faktor yang berhubungan dengan udara pengering dan faktor yang berhubungan dengan sifat bahan yang dikeringkan. Faktor-faktor yang termasuk golongan pertama adalah suhu, kecepatan volumetric, aliran udara pengering dan kelembaban udara. Faktor-faktor yang termasuk golongan kedua adalah ukuran bahan, kadar air awal dan tekanan parsial di dalam bahan.

Kelembaban udara berpengaruh terhadap proses pemindahan uap air. Apabila kelembaban udara tinggi, maka perbedaan tekanan uap air di dalam dan di luar bahan menjadi kecil sehingga menghambat pemindahan uap air dari dalam bahan ke luar. Pengontrolan suhu serta waktu pengeringan dilakukan dengan mengatur kotak alat pengering dengan alat pemanas, seperti udara panas yang dialirkan ataupun alat pemanas lainnya. Suhu pengeringan akan mempengaruhi

kelembaban udara di dalam alat pengering dan laju pengeringan untuk bahan tersebut. Pada kelembaban udara yang tinggi, laju penguapan air bahan akan lebih lambat dibandingkan dengan pengeringan pada kelembaban yang rendah. (Taufiq, 2004)

### **2.3 Konsep Dasar Sistem Pengeringan**

Proses pengeringan merupakan proses perpindahan panas dari sebuah permukaan benda sehingga kandungan air pada permukaan benda berkurang. Perpindahan panas dapat terjadi karena adanya perbedaan temperatur yang signifikan antara dua permukaan. Perbedaan temperatur ini ditimbulkan oleh adanya aliran udara panas diatas permukaan benda yang akan dikeringkan yang mempunyai temperatur lebih dingin.

### **2.4 Prinsip Perancangan Alat Pengeringan**

Pengeringan dapat meliputi semua jenis bahan dan peralatan yang ada. Variasi bentuk dan ukuran bahan, keseimbangan kebasahannya, mekanisme aliran bahan pembasah itu, serta metode pemberian kalor yang dibutuhkan untuk penguapan. Prinsip-prinsip yang perlu diperhatikan dalam pembuatan alat pengering antara lain :

1. Pola Suhu di dalam pengering.
2. Perpindahan kalor di dalam pengering.
3. Perhitungan beban kalor dan Satuan perpindahan kalor.
4. Perpindahan massa didalam pengering.

## 2.5 Macam-macam Alat Pengering

Berdasarkan bahan yang akan dipisahkan, *dryer* terdiri dari:

### 1. Pengering untuk Zat Padat dan Tapal

#### a. *Rotary Dryer* (Pengering Putar)

Pengering putar terdiri dari sebuah selongsong berbentuk silinder yang berputar, horisontal atau gerak miring ke bawah ke arah keluar. Umpan masuk dari satu ujung silinder, bahan kering keluar dari ujung yang satu lagi.

#### b. *Screen Conveyor Dryer*

Lapisan bahan yang akan dikeringkan diangkat perlahan-lahan di atas logam melalui kamar atau terowongan pengering yang mempunyai kipas dan pemanas udara.

#### c. *Tower Dryer* (Pengering Menara)

Pengering menara terdiri dari sederetan talem bundar yang dipasang bersusun keatas pada suatu poros tengah yang berputar. Zat padat itu menempuh jalan seperti melalui pengering, sampai keluar sebagian hasil yang kering dari dasar menara.

#### d. *Screw Conveyor Dryer* (Pengering Konveyor Sekrup)

Pengering konveyor sekrup adalah suatu pengering kontinyu kalor tak langsung, yang pada pokoknya terdiri dari sebuah konveyor sekrup horizontal (konveyor dayung) yang terletak di dalam selongsong bermantel berbentuk silinder.

## 2. Pengeringan Larutan dan Bubur

### a. *Spay Dyer* (Pengering Semprot)

Pada *Spay dryer*, bahan cair berpartikel kasar (*slurry*) dimasukkan lewat pipa saluran yang berputar dan disemprotkan ke dalam jalur yang berudara bersih, kering, dan panas dalam suatu tempat yang besar, kemudian produk yang telah kering dikumpulkan dalam filter kotak, dan siap untuk dikemas.

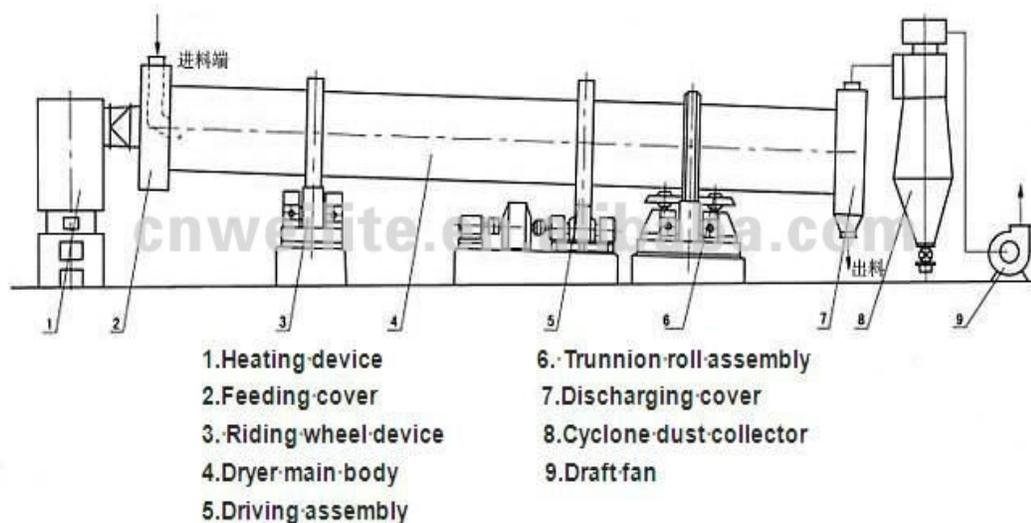
### b. *Thin Film Dryer* (Pengering Film Tipis)

Saingan *Spay dryer* dalam beberapa penerapan tertentu adalah pengering film tipis yang dapat menangani zat padat maupun bubuk dan menghasilkan hasil padat yang kering dan bebas mengalir. Efisiensi termal pengering film tipis biasanya tinggi dan kehilangan zat padatnya pun kecil. Alat ini relatif lebih mahal dan luas permukaan perpindahan kalornya terbatas.

## 2.6 ***Rotary Dryer* (Pengering Putar)**

*Rotary Dryer* merupakan suatu alat pengering yang berbentuk silinder dan bergerak secara berputar yang berfungsi untuk mengurangi kadar air dari bahan solid dengan cara mengontakkannya dengan udara kering. Bahan yang akan dikeringkan masuk ada ujung pengering yang tinggi, dengan adanya putaran dari pengering maka produk akan keluar secara perlahan lahan pada ujung yang lebih rendah.

Sumber panas untuk pengering berupa udara panas yang mengalir di dalam pengering disebut *direct-heated dryer*, panas tersebut dapat disuplai dari luar *shell dryer* disebut *indirect heated dryer*.



Gambar 1. *Rotary Dryer*

Pada alat *Rotary Dryer* panas diperoleh dari pembakaran bahan bakar atau memanaskan udara dengan steam. Pemanasan dilakukan dengan kontak langsung dengan udara panas yang mengalir secara berlawanan arah dengan aliran zat padat. *Rotary Dryer* tepat digunakan untuk proses pengeringan zat padat. Material yang ditangani harus berupa granular atau kristal, dalam keadaan awal sudah cukup kering, tidak bersifat lengket agar tidak menempel pada dinding serta pemindahannya secara biasa.

Umpan secara kontinyu dimasukkan pada salah satu ujung sedangkan udara pemanas dari ujung yang lain. Silinder ditempatkan memanjang dengan kemiringan tertentu sehingga umpan dapat bergerak melewati peralatan. Dalam silinder terdapat

*lifting flights* yang menempel pada dinding yang berfungsi untuk mengangkat umpan dan menebarkannya melewati udara panas. Pada *dryer*, gejala perubahan suhu didalamnya tergantung pada sifat bahan umpandan kandungan zat cairnya, suhu medium pemanas, waktu pengeringan, serta suhu akhir yang diperbolehkan dalam pengeringan zat padat itu.

Tabel 1. Kelebihan dan Kekurangan Rotary Dryer

No	Keunggulan	Kekurangan
1	Dapat mengeringkan baik lapisan luar ataupun dalam dari suatu padatan	Dapat menyebabkan reduksi ukuran karena erosi atau pemecahan
2	Proses pencampuran yang baik, memastikan bahwa terjadinya proses pengeringan bahan yang seragam/merata	Karakteristik produk kering yang inkonsisten
3	Operasi sinambung	Efisiensi energi rendah
4	Instalasi yang mudah	Perawatan alat yang susah
5	Menggunakan daya listrik yang sedikit	Tidak ada pemisahan debu yang jelas

*Rotary Dryer* banyak digunakan untuk mengeringkan garam, gula, dan segala macam biji bijian dan bahan kristal yang harus selalu bersih dan tidak boleh terkena langsung pada gas pembakaran yang sangat panas. (Herina,dkk.2005)

## 2.7 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 (Taib, G. et al., 1988).

Makin tinggi suhu dan kecepatan aliran udara pengering makin cepat pulaproses pengeringan berlangsung. Makin tinggi suhu udara pengering makin besarenergi panas yang dibawa udara sehingga makin banyak jumlah massa cairan yangdiuapkan dari permukaan bahan yang dikeringkan. Jika kecepatan aliran udarapengering makin tinggi maka makin cepat pula massa uap air yang dipindahkan daribahan ke atmosfer.

Semakin tinggi suhu yang digunakan untuk pengeringan, makin tinggi energy yang disuplai dan makin cepat laju pengeringan. Akan tetapi pengeringan yang terlalu cepat dapat merusak bahan, yakni permukaan bahan terlalu cepat kering, sehingga tidak sebanding dengan kecepatan pergerakan air bahan ke permukaan. Hal ini menyebabkan pengerasan permukaan bahan. Selanjutnya air dalam bahan tidak dapat lagi menguap karena terhalang. Disamping itu penggunaan suhu yang terlalu tinggi dapat merusak daya fisiologik biji-bijian/ benih (Taib, G. et al., 1988).

Pengeringan bahan hasil pertanian menggunakan aliran udara pengering yang baik adalah antara 45°C sampai 75°C. Pengeringan pada suhu dibawah 45°C mikroba dan jamur yang merusak produk masih hidup, sehingga daya awet dan mutu produk rendah. Namun pada suhu udarapengering di atas 75°C menyebabkan struktur kimiawi dan fisik produk rusak, karenaperpindahan panas dan massa air yang berdampak perubahan struktur sel (Setiyo, 2003).

## 2.8 Laju Pengeringan

Untuk mengetahui laju pengeringan perlu mengetahui waktu yang dibutuhkan untuk mengeringkan suatu bahan dari kadar air tertentu sampai kadar air yang diinginkan pada kondisi tertentu, maka bisa dilakukan dengan cara :

1. *Drying test* yaitu hubungan antara moisture content suatu bahan vs waktu pengering pada temperatur, *humidity*, dan kecepatan pengering tetap. Kandungan air dari suatu bahan akan menurun karena adanya pengeringan, sedangkan kandungan air yang hilang akan semakin meningkat seiring dengan penambahan waktu.
2. Kurva Laju Pengeringan menunjukkan hubungan antara laju pengeringan vs kandungan air, kurva ini terdiri dari 2 bagian yaitu periode kecepatan tetap dan pada kecepatan menurun.

Jika mula-mula bahan sangatlah basah bila dikontakkan dengan udara yang relatif kering maka akan terjadi penguapan air yang ada pada permukaan bahan tersebut.

Rumus laju pengeringan massa menurut Treybal, 1995 dinyatakan:

$$N = \frac{-S_s dX}{A d\theta}$$

Keterangan:

N = laju pengeringan (Lb H<sub>2</sub>O yang diuapkan / jam ft<sup>2</sup>)

S<sub>s</sub> = berat bahan kering (lb)

A = Luas permukaan pengeringan (ft<sup>2</sup>)

$X$  = moisture content dry basis (lb H<sub>2</sub>O / lb bahan kering)

$\theta$  = waktu (jam)

Rumus laju pengeringan berdasarkan dengan perubahan suhu dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$R_c = \frac{h_y (T - T_i)}{\lambda_i} \quad h_y = 0,01 G^{0,8}$$

Keterangan :

$R_c$  : Laju Pengeringan (lb/jam ft<sup>2</sup>)

$h_y$  : koefisien transfer panas konveksi (btu/jam ft<sup>2</sup>°F)

$G$  : kecepatan massa udara pengeringan (lb/j ft<sup>2</sup>) untuk kecepatan udara 2 – 2,5 ft/s

$\lambda_i$  : Panas laten penguapan (btu/lb) pada suhu padatan

$T$  : suhu udara pengering (°F)

$T_i$  : suhu padatan (°F)

## 2.9 Kadar Air Bahan

Kadar air bahan menunjukkan banyaknya kandungan air persatuan bobot bahan. Dalam hal ini terdapat dua metode untuk menentukan kadar air bahan yaitu berdasarkan bobot kering (*dry basis*) dan berdasarkan bobot basah (*wet basis*). Dalam penentuan kadar air bahan hasil pertanian biasanya dilakukan berdasarkan bobot basah (*wet basis*). Dalam perhitungan ini berlaku rumus sebagai berikut :

$$MC_{w.b} = \frac{W_a}{W_b} \times 100\%$$

Untuk menentukan bobot kering suatu bahan penimbangan dilakukan setelah bobot bahan tersebut tidak berubah lagi selama pengeringan berlangsung. Untuk memperoleh kadar air basis kering dapat digunakan rumus:

$$\% \text{ berat air pada gabah awal} = \frac{\text{Berat basah} - \text{berat kering}}{\text{Berat basah}} \times 100 \%$$

(Taufiq, Muhamad.2004)

## 2.8 Kacang Hijau

Kacang hijau adalah sejenis tanaman budidaya dan palawijaya yang dikenal luas di daerah tropis. Tumbuhan yang termasuk suku polong-polongan ini memiliki banyak manfaat dalam kehidupan sehari-hari sebagai sumber bahan pangan berprotein nabati tinggi. Kacang hijau di Indonesia menempati urutan ketiga terpenting sebagai tanaman pangan legum, setelah kedelai dan kacang tanah.

Kacang hijau memiliki nama latin *Vigna radiata* dan termasuk ke dalam famili *Fabaceae*. Klasifikasi tanaman kacang hijau sebagai berikut :

Divisio : Magnoliophyta

Ordo : Fabales

Familia : Fabaceae

Genus : Vigna

Species : *V. radiata*

Kacang hijau mengandung banyak protein, vitamin B1, asam folat, mineral seperti kalsium dan fosfor, lemak serta asam lemak tak jenuh. Ada banyak manfaat yang dapat diambil dari kacang hijau. Diantaranya kandungan kalsium dan fosfor yang dimiliki kacang hijau dapat membantu memperkuat tulang. Asam lemak tak jenuhnya sangat baik untuk menjaga kesehatan jantung.

Vitamin B1 yang dikandungnya bermanfaat untuk membantu masa pertumbuhan. Multi proteinnya berfungsi untuk mengganti sel mati dan merangsang pertumbuhan sel baru.



Gambar 2. Kacang Hijau  
([http://id.wikipedia.org/wiki/kacang\\_hijau](http://id.wikipedia.org/wiki/kacang_hijau))