

## **BAB II**

### **DASAR TEORI**

#### **2.1 Konsep Dasar Pengeringan**

Pengeringan merupakan aplikasi pemanasan melalui kondisi yang teratur, sehingga dapat menghilangkan sebagian besar air dalam suatu bahan dengan cara diuapkan. Dalam pengeringan, perlu adanya fluida yang mengalir berupa udara kering yang mampu menyerap air dari dalam material. Penghilangan air dalam suatu bahan dengan cara pengeringan mempunyai satuan operasi yang berbeda dengan dehidrasi. Dehidrasi akan menurunkan aktivitas air yang terkandung dalam bahan dengan cara mengeluarkan atau menghilangkan air dalam jumlah lebih banyak, sehingga umur simpan bahan pangan menjadi lebih panjang atau lebih lama.

(Muarif, 2013)

Pengeringan yang digunakan pada bahan pangan umumnya ada dua cara yaitu pengeringan dengan penjemuran dan pengeringan dengan alat pengering. Masing-masing dari proses pengeringan tersebut memiliki kelebihan dan kekurangan. Kekurangan dari penjemuran adalah waktu pengeringan yang lebih lama dan bergantung pada cuaca, sehingga jika cuaca kurang baik (mendung dan hujan) maka waktu pengeringan akan sangat lama. Selain itu, kontaminasi oleh zat pengotor dan debu akan lebih mudah terjadi dalam penjemuran sehingga dapat mengurangi mutu produk yang dikeringkan. Di sisi lain, pengeringan menggunakan alat pengering akan membutuhkan biaya operasional yang lebih mahal, namun memiliki kondisi produk akhir higienis yang lebih terkontrol.

#### **2.2 Mekanisme Pengeringan**

Udara yang terdapat dalam proses pengeringan mempunyai fungsi sebagai pemberi panas pada bahan, sehingga menyebabkan terjadinya penguapan air. Fungsi lain dari udara adalah untuk mengangkut uap air yang dikeluarkan oleh bahan yang dikeringkan. Kecepatan pengeringan akan naik apabila kecepatan udara ditingkatkan. Kadar air akhir apabila mulai mencapai kesetimbangannya, maka akan membuat waktu pengeringan juga ikut naik atau dengan kata lain lebih cepat.

(Muarif, 2013)

Pada pengeringan selalu diinginkan kecepatan pengeringan yang maksimal. Oleh karena itu, perlu dilakukan usaha-usaha untuk mempercepat perpindahan panas dan perpindahan massa dari bahan yang dikeringkan dalam proses pengeringan. Ada

beberapa faktor yang perlu diperhatikan untuk memperoleh kecepatan pengeringan maksimum, yaitu:

1. Luas permukaan.
2. Temperatur.
3. Kecepatan udara.
4. Kelembaban udara.
5. Waktu.

### 2.3 Jenis Alat Pengering

Pemilihan jenis pengeringan yang sesuai untuk suatu produk pangan ditentukan oleh kualitas produk akhir yang diinginkan, sifat bahan pangan yang dikeirngkan, dan biaya produksi atau pertimbangan ekonomi. Beberapa jenis pengeringan telah digunakan secara komersial, dan jenis pengeringan tertentu cocok untuk produk pangan yang lain. Berdasarkan bahan yang akan dipisahkan, dryer terdiri dari:

a. *Rotary Dryer* (Pengering Putar)

Alat pengering ini berbentuk silinder yang bergerak pada porosnya. Silinder ini dihubungkan dengan alat pemutar dan letaknya agak miring. Permukaan dalam silinder dilengkapi dengan penggerak bahan yang berfungsi untuk mengaduk bahan. Udara panas mengalir searah dan dapat pula berlawanan arah jatuhnya bahan kering pada alat pengering.

b. *Screen Conveyor Dryer*

Lapisan bahan yang akan dikeringkan diangkat perlahan-lahan diatas 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.

e. *Tray Dryer* (Alat Pengering Tipe Rak)

*Tray dryer* atau alat pengering tipe rak, mempunyai bentuk persegi dan didalamnya berisi rak-rak, yang digunakan sebagai tempat bahan yang akan dikeringkan. Pada umumnya rak tidak dapat dikeluarkan. Beberapa alat pengering jenis ini rak-raknya mempunyai roda sehingga dapat dikeluarkan dari alat pengeringnya. Bahan diletakan di atas rak (*tray*) yang terbuat dari logam yang

---

---

berlubang. Kegunaan lubang-lubang tersebut untuk mengalirkan udara panas. Ukuran yang digunakan bermacam-macam, ada yang luasnya 200 cm<sup>2</sup> dan ada juga yang 400 cm<sup>2</sup>.

Luas rak dan besar lubang-lubang rak tergantung pada bahan yang dikeringkan. Apabila bahan yang akan dikeringkan berupa butiran halus, maka lubangnya berukuran kecil. Pada alat pengering ini bahan selain ditempatkan langsung pada rak-rak dapat juga ditebarkan pada wadah lainnya misalnya pada baki dan nampan. Kemudian pada baki dan nampan ini disusun diatas rak yang ada di dalam pengering. Selain alat pemanas udara, biasanya juga digunakan juga kipas (*fan*) untuk mengatur sirkulasi udara dalam alat pengering. Udara yang telah melewati kipas masuk ke dalam alat pemanas, pada alat ini udara dipanaskan lebih dulu kemudian dialurkan diantara rak-rak yang sudah berisi bahan. Arah aliran udara panas didalam alat pengering bisa dari atas ke bawah dan bisa juga dari bawah ke atas, sesuai dengan dengan ukuran bahan yang dikeringkan. Untuk menentukan arah aliran udara panas ini maka letak kipas juga harus disesuaikan.

(Taib, 2008)

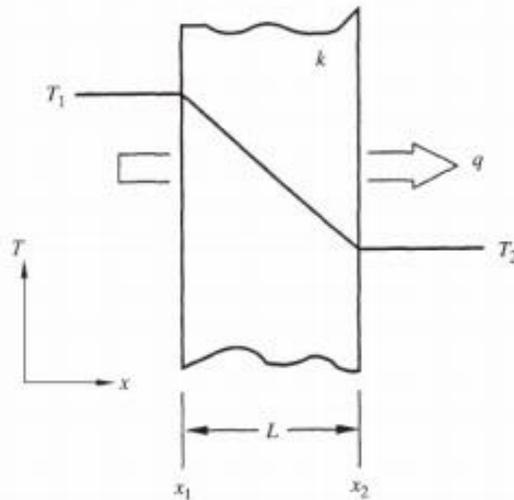
## 2.4 Perpindahan Panas

Perpindahan panas dapat terjadi dikarenakan adanya perbedaan temperatur. Berdasarkan hukum kedua termodinamika, panas secara alami akan mengalir dari temperatur tinggi ke temperatur yang lebih rendah. Panas merupakan suatu aliran energi yang disebabkan adanya perbedaan temperatur antara sistem yang lingkungan. Perpindahan panas ke dalam suatu medium dapat terjadi melalui beberapa cara, yaitu konduksi, konveksi, dan radiasi.

### 1. Konduksi

Konduksi merupakan perpindahan panas melalui media penghantar panas sebagai hasil interaksi antara partikel. Dalam konduksi, panas dapat dihantarkan melalui benda padat, cair, dan gas. Panas terjadi dengan adanya perpindahan energi dari gerakan antara molekul yang berdekatan. Dalam konduksi, energi juga dapat berpindah oleh elektron bebas yang sangat penting dalam padatan logam. Perpindahan panas secara konduksi terjadi tanpa diikuti perpindahan partikelnya.

(Geankoplis, 1993)



**Gambar 2.1** Perpindahan Panas secara Konduksi

Perpindahan panas secara konduksi yang ditunjukkan pada gambar 2.1 dapat mengikuti persamaan dasar dan ditulis sebagai Hukum Fourier sebagai berikut:

$$\frac{q_x}{A} = -k \frac{dT}{dx} \quad (2.1)$$

Dimana:

- $q_x$  = laju perpindahan panas konduksi (W)
- $A$  = luas penampang perpindahan panas ( $m^2$ )
- $k$  = konduktivitas termal bahan (W/m.K)
- $T$  = temperatur (K)
- $x$  = jarak (m)
- $dT/dx$  = gradien temperatur dalam arah  $x$

Hukum Fourier dalam persamaan (2.1) dapat diintegrasikan untuk kasus *steady-state* melalui dinding datar dengan luas penampang  $A$  konstan, yaitu sebagai berikut:

$$\frac{q_x}{A} \int_{x_1}^{x_2} dx = -k \int_{T_1}^{T_2} dT \quad (2.2)$$

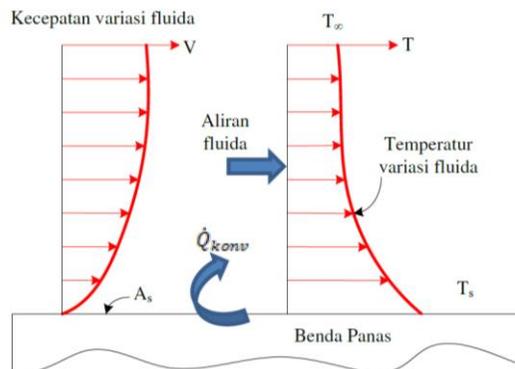
Mengintegrasikan persamaan (2.2) dengan asumsi bahwa  $k$  konstan dan tidak bervariasi dengan temperatur, sehingga diperoleh persamaan:

$$\frac{q}{A} = \frac{k}{x_2 - x_1} (T_1 - T_2) \quad (2.3)$$

(Geankoplis, 1993)

## 2. Konveksi

Perpindahan panas secara konveksi merupakan perpindahan panas yang terjadi antara permukaan padat yang berbatasan dengan fluida yang mengalir. Fasa dalam fluida bisa berupa cair maupun gas. Konveksi sangat penting sebagai mekanisme perpindahan energi antara permukaan benda padat dan cairan maupun gas. Perpindahan panas konveksi dipengaruhi oleh gerakan molekular secara acak dan gerakan makroskopik dari fluida di antar permukaan dan lapisan batas. Adapun mekanisme perpindahan panas secara konveksi dapat dilihat pada gambar 2.2.



**Gambar 2.2** Perpindahan Panas secara Konveksi

(Ambarita, 2011)

Secara matematis, laju perpindahan panas secara konveksi dapat dirumuskan dengan persamaan sebagai berikut:

$$\dot{q}_{konveksi} = hA_s(T_s - T_\infty) \quad (2.3)$$

Dimana:

- $\dot{q}_{konveksi}$  = laju perpindahan panas konveksi (W)
- $h$  = koefisien perpindahan panas konveksi (W/m<sup>2</sup>.K)
- $A_s$  = luas penampang perpindahan panas (m<sup>2</sup>)
- $T_s$  = temperatur permukaan benda (K)
- $T_\infty$  = temperatur fluida yang mengalir (K)

Berdasarkan proses terjadinya aliran fluida, perpindahan panas secara konveksi dapat dibedakan menjadi dua, yaitu:

### a. Konveksi Bebas atau Natural (*Natural Convection*)

Konveksi bebas atau konveksi natural terjadi karena aliran fluida yang mengalir dihasilkan oleh tarikan gaya buoyancy (gaya apung), dimana proses pemanasan (perbedaan temperatur antara dua tempat dalam suatu wadah) menyebabkan perubahan densitas pada fluida sehingga fluida dapat bergerak naik. Densitas fluida di sekitar permukaan perpindahan kalor berkurang sebagai akibat

proses pemanasan. Gaya bouyancy tidak akan terjadi jika fluida baik cair maupun gas tidak mengalami gaya dari luar yang dapat menghasilkan aliran konveksi bebas.

b. Konveksi Paksa (*Forced Convection*)

Konveksi paksa (*Forced Convection*) terjadi jika aliran fluida ditimbulkan oleh adanya peralatan bantu seperti *blower*, *fan exhaust*, kompresor, pompa, dll. Fluida yang mengalir pada konveksi paksa terdapat pada permukaan plat.

3. Radiasi

Perpindahan panas secara radiasi merupakan perpindahan panas yang terjadi tanpa membutuhkan medium perpindahan panas, yaitu panas dapat dipindahkan dengan memancarkan gelombang elektromagnetik. Laju perpindahan panas radiasi antara permukaan plat dengan lingkungan dapat ditulis secara sistematis dengan rumus sebagai berikut:

$$\dot{Q}_r = \varepsilon \sigma A (T_s^4 - T_\infty^4) \quad (2.4)$$

Dimana:

- $\dot{Q}_r$  = laju perpindahan panas radiasi (W)  
 $\varepsilon$  = emisivitas permukaan plat, nilainya 0 – 1  
 $\sigma$  = konstanta Boltzman ( $5,67 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{K}^4$ )  
 $A$  = luas penampang perpindahan panas ( $\text{m}^2$ )  
 $T_s$  = temperatur permukaan benda (K)  
 $T_\infty$  = temperatur lingkungan (K)

(Supu, dkk, 2016)

## 2.5 Perpindahan Massa

Perpindahan massa merupakan proses mengalirnya suatu fluida dari daerah yang berkonsentrasi lebih tinggi ke daerah yang berkonsentrasi lebih rendah. Secara garis besar mekanisme perpindahan massa dibagi menjadi dua:

1. Perpindahan massa secara konveksi, yaitu massa dapat berpindah dari suatu tempat ke tempat yang lain dalam suatu system.
2. Perpindahan massa secara difusi, yaitu diakibatkan adanya campuran antara suatu zat dengan gas yang terkurung, sehingga terjadi gradien konsentrasi dalam system.

Dalam proses pengeringan, suatu benda padat yang basah dialirkan gas secara kontinyu akan kehilangan kandungan air sampai tekanan uap air di dalam padatan akan sama dengan tekanan parsial dari uap air.

(Mufarida, 2016)

---

---

## 2.6 Cengkeh

Cengkeh (*Syzygium aromaticum*) adalah tanaman perkebunan yang dapat mencapai ketinggian hingga 20 meter. Daun mudanya berwarna merah muda terang, lalu berubah menjadi hijau kekuningan setelah tua dan menjadi keras. Bagian yang diambil dari tanaman cengkeh adalah bunga dan daunnya.

(Suwanto, 2014)

Bunga cengkeh berkelompok mulai tiga hingga sepuluh tangkai, di mana setiap tangkai berisi rata-rata tiga kuntum bunga. Cengkeh merupakan produk rempah yang dipergunakan sebagai salah satu bahan baku industri rokok kretek, farmasi, kosmetik, dan rempah-rempah. Klasifikasi cengkeh secara ilmiah adalah sebagai berikut:

|           |                              |
|-----------|------------------------------|
| Divisi    | : <i>Spermatophyta</i>       |
| Subdivisi | : <i>Angiospermae</i>        |
| Kelas     | : <i>Dicotyledoneae</i>      |
| Bangsa    | : <i>Myrtales</i>            |
| Famili    | : <i>Myrtaceae</i>           |
| Marga     | : <i>Syzygium</i>            |
| Spesies   | : <i>Syzygium aromaticum</i> |

(Suwanto, 2014)

Cengkeh dikenal dengan berbagai macam istilah di beberapa daerah seperti bunga rawan (Sulawesi), bungeu lawang (Sumatra) dan cengkeh (Jawa). Istilah lain dari cengkeh diantaranya sinke, cangke, cengke, gomode, sake, singke, sangke dan hungo lawa.

(Nuraini, 2014)

Cengkeh (*Syzygium aromaticum*) merupakan tanaman pohon dengan batang besar berkayu keras yang tingginya mencapai 20-30 m. Tanaman ini mampu bertahan hidup hingga lebih dari 100 tahun dan tumbuh dengan baik di daerah tropis dengan ketinggian 600-1000 meter di atas permukaan laut (mdpl).

(Danarti, 2003)

Tanaman cengkeh mulai berbunga setelah berumur 4,5-8,5 tahun, tergantung keadaan lingkungannya. Bunga cengkeh merupakan bunga tunggal berukuran kecil dengan panjang 1-2 cm dan tersusun dalam satu tandan yang keluar pada ujung-ujung ranting. Setiap tandan terdiri dari 2-3 cabang malai yang bisa bercabang lagi. Jumlah bunga per malai bisa mencapai lebih dari 15 kuntum. Bunga cengkeh muda berwarna hijau muda, kemudian berubah menjadi kuning pucat kehijauan dan berubah menjadi kemerahan apabila sudah tua. Bunga cengkeh kering akan berwarna coklat kehitaman dan berasa pedas karena mengandung minyak atsiri.

(Thomas, 2007)

---



**Gambar 2.3** Bunga Cengkeh Kering

Tanaman cengkeh banyak dimanfaatkan dalam industri rokok kretek, makanan, minuman dan obat-obatan. Tanaman cengkeh bahkan dijadikan sebagai obat tradisional karena memiliki khasiat untuk mengobati sakit gigi, rasa mulas sewaktu haid, rematik, pegal linu, masuk angin, sebagai ramuan penghangat badan dan penghilang rasa mual. Bagian tanaman cengkeh yang banyak dimanfaatkan adalah bunga, tangkai bunga dan daun.

(Nurdjannah, 2007)

Cengkeh dapat dikeringkan pada musim kemarau dengan bantuan sinar matahari selama 4 hingga 5 hari dengan rata-rata waktu penjemuran 8 hingga 10 jam untuk setiap harinya. Lama proses pengeringan cengkeh bertambah menjadi 6 hingga 10 hari bahkan lebih pada musim penghujan tergantung pada intensitas hujan pada waktu proses pengeringan cengkeh. Cengkeh setelah kering memiliki kadar air berkisar antara 8 hingga 10% dan berwarna merah kecoklatan.

(Yultrisna, 2017)

Bunga cengkeh yang dikeringkan dapat digunakan sebagai bahan penyedap rokok dan obat penyakit kolera. Minyak cengkeh yang didapatkan dari hasil penyulingan bunga cengkeh kering (*cloves oil*), tangkai bunga cengkeh (*cloves stem oil*) dan daun cengkeh kering (*cloves leaf oil*) banyak digunakan sebagai pengharum mulut, mengobati bisul dan sakit gigi, sebagai penghilang rasa sakit, penyedap masakan dan wewangian.

(Nuraini, 2014)