

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pengeringan

Peneliti Henderson dan Perry menyebutkan proses pengeringan adalah pengeluaran air atau pemisahan air dalam jumlah yang relatif kecil dari bahan dengan menggunakan energi panas. Proses pengeringan terdiri dari dua periode yaitu periode pengeringan dengan laju tetap atau konstan dan periode dengan laju menurun. Periode pengeringan dengan laju tetap merupakan proses perpindahan massa air yang berasal dari permukaan bahan. Proses ini terjadi karena adanya perbedaan tekanan uap air antara permukaan bahan dengan udara pengering, proses ini akan terus berlangsung sampai air bebas pada permukaan telah hilang. Sedangkan pengeringan dengan laju menurun akan berlangsung setelah pengeringan laju konstan selesai. Kadar air diantara kedua periode tersebut disebut dengan kadar air kritis. Pengeringan dengan laju menurun akan berhenti hingga tercapai kadar air keseimbangan (Henderson, 1976). Menurut Brooker ada 3 hal yang mempengaruhi proses pengeringan yaitu kecepatan udara, suhu udara, dan kelembaban udara (Brooker, D.B, 1974).

Pengeringan merupakan kegiatan yang penting didefinisikan dalam pengawetan bahan atau tujuan industry pengolahan hasil pertanian. Metode pengeringan secara umum dilakukan dengan dua cara yaitu pengeringan *nature drying* dan *artificial drying*. *Nature drying* adalah metode pengeringan yang memanfaatkan energi matahari sebagai energi pengeringannya. Metode pengeringan ini biasanya dilakukan dengan cara menjemur bahan dibawah teriknya matahari dimana bahan padat yang dikeringkan diletakan di lampan (Sopyan, 2001). Metode pengeringan dengan penjemuran ini cukup sederhana dan murah dengan ketersediaan energi sepanjang tahun. Sinar infra merah matahari mempunyai kemampuan dapat menembus ke dalam sel bahan yang dikeringkan (Taib, Gunarif, Gumbira Said, 1988).

Pengeringan yang menggunakan alat pengering (pengering buatan) memiliki kelebihan dimana suhu, kelembaban nisbi udara dan kecepatan

pengeringan dapat diatur dan dikontrol dengan baik. Menurut Sopyan cara lain untuk melakukan proses pengeringan adalah dengan memanfaatkan radiasi matahari sehingga energi dapat terperangkap dan tidak keluar ke udara bebas. Metode pengeringan ini merupakan modifikasi dari penjemuran dengan memiliki tingkat pemanasan yang tinggi karena mampu mengumpulkan panas dan mencegah keluarnya panas menuju udara bebas (Sopyan, 2001).

2.2. Pengereng Efek Rumah Kaca (ERK)

Pengeringan di terik matahari cukup efektif karena suhu yang dicapai sekitar 35 – 45 °C. (Soeharto, 1991). Namun, pengeringan langsung di bawah matahari terkendala oleh tidak konstannya radiasi matahari. Radiasi matahari cenderung berubah setiap waktu akibat pengaruh kondisi awan dan posisi koordinat lokasi. Oleh karena itu saat ini mulai terjadi kecenderungan untuk menggunakan pengering buatan. Soeharto dalam bukunya menyatakan bahwa pengering buatan ini lebih baik karena tidak tergantung matahari dan bahkan dalam kasus tertentu (misalnya bahan kripik kentang) tidak begitu baik mutunya jika terkena sinar UV (dapat menghitam akibat tumbuh jamur).

Desrosier dalam bukunya menyatakan bahwa pengeringan buatan berarti mengendalikan kondisi iklim di dalam suatu ruangan atau lingkungan mikro. Sedangkan untuk penjemuran langsung kondisinya diserahkan pada kondisi lingkungan sekitarnya seperti radiasi matahari, kecepatan angin, kelembaban udara, suhu udara dan lain sebagainya. Bahan pangan kering yang berasal dari suatu unit pengering buatan dapat memiliki kualitas yang lebih baik daripada yang dikeringkan dengan matahari. Ditinjau dari pergerakan bahan padatnya, pengeringan dapat dibagi menjadi dua, yaitu pengeringan *batch* dan pengeringan kontinyu. Pengeringan *batch* adalah pengeringan dimana bahan yang dikeringkan dimasukkan ke dalam alat pengering dan didiamkan selama waktu yang ditentukan. Pengeringan kontinyu adalah pengeringan dimana bahan basah masuk secara sinambung dan bahan kering keluar secara sinambung dari alat pengering (Desrosier NW, 2008).

Berdasarkan kondisi fisik yang digunakan untuk memberikan panas pada sistem dan memindahkan uap air, proses pengeringan dapat dibagi menjadi tiga, yaitu :

1) Pengeringan kontak langsung

Pengering kontak langsung merupakan pengeringan dengan menggunakan udara panas sebagai medium pengering pada tekanan atmosferik. Pada proses ini uap yang terbentuk terbawa oleh udara.

2) Pengeringan vakum

Pengeringan vakum merupakan pengering yang menggunakan logam sebagai medium pengontak panas atau menggunakan efek radiasi. Pada proses ini penguapan air berlangsung lebih cepat pada tekanan rendah.

3) Pengeringan beku

Pengering beku adalah pengeringan yang melibatkan proses sublimasi air dari suatu material beku.

Banyak tipe pengering yang dapat digunakan untuk pengeringan bahan pangan. Pada umumnya pemilihan tipe pengering ditentukan oleh jenis komoditi yang akan dikeringkan, bentuk akhir yang dikehendaki, faktor ekonomi dan kondisi operasinya. Jenis produk yang dikeringkan dan tipe pengering yang digunakan umumnya adalah sebagai berikut (Desrosier NW, 2008) :

Tabel 1. Jenis Produk dan tipe pengering yang digunakan

Pengering	Produk
Pengering rak hampa	Produksi bahan pangan tertentu yang terbatas
Pengering drum	Susu, sari sayuran, pisang
Pengering hampa kontinu	Buah – buahan dan sayuran
Pengering ban berjalan	Sayuran
Pengering bedeng apung	Sayuran
Pengering busa padat	Sari buah
Pengering beku	Daging
Pengering putar	Telur utuh, kuning telur, susu Sebagian produk daging

Pengering kabinet	Buah – buahan dan sayuran
Pengering tungku	Apel dan Sebagian sayuran
Pengering terowongan	Buah – buahan dan sayuran

Pengering tipe efek rumah kaca (ERK) sendiri tergolong kedalam pengering kontak langsung karena selain memanfaatkan radiasi matahari juga menggunakan medium udara sebagai pembawa panas. Prinsip dari pengering ERK ini adalah sebagaimana fenomena efek rumah kaca yang terjadi di atmosfer. Radiasi matahari gelombang pendek memasuki suatu bangunan dengan dinding dan atap transparan, kemudian panas diserap oleh sistem yang ada di dalamnya dan selanjutnya diradiasikan kembali dalam bentuk gelombang panjang dengan energi yang lebih rendah dari sebelumnya, karena itulah ia tidak dapat menembus dinding dan panas menjadi terakumulasi di dalam bangunan tersebut.

ERK dapat dibuat dengan konfigurasi rancangan yang berbeda tergantung pada komoditas yang akan dikeringkan, ruang yang tersedia, radiasi matahari, lama peninarannya dan lain sebagainya. Hingga saat ini terdapat beberapa jenis ERK yang telah diuji oleh bagian Energi dan Elektrifikasi Pertanian, Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, FATETA- IPB, yaitu sebagai berikut (Abdullah K, 2007):

- a. Tipe ERK dengan plat penyerap panas yang dipasang pada lokasi spesifik dengan wadah pengering berupa *flat bed*, *trolleys*, *drum*, *bunker* dan lainnya.
- b. Geometri piramida terpotong
- c. Tipe terowongan
- d. Pengering tipe resirkulasi

Disain standar untuk pengering ERK terdiri atas dinding transparan, terbuat dari lembaran polikarbonat, *UV stabilized plastic*, *fiberglass* atau plastik polietilen. Komponen utama lainnya yaitu *drying bin* atau troli yang dilengkapi rak, komponen pengatur pergerakan udara dan unit pemanas tambahan (Abdullah K, 2007). Pengering ERK ini biasanya menggunakan pemanas tambahan untuk memenuhi kebutuhan panas total yang tidak bisa sepenuhnya disuplai dari energi surya. Pemanas tambahan itu dapat berupa tungku (dengan *heat exchanger*),

radiator dan lainnya. Penggunaan kombinasi energi surya dan energi pemanas tambahan tersebut sering dikenal dengan pengering ERK-hibrid.

Tabel 2. Contoh Performansi Lapangan Pengering Efek Rumah Kaca

Komoditas	Suhu Pengeringan	Waktu Pengeringan	Masa Awal Bahan	Tipe Kontainer	Pemanas Tambahan
Biji Koko	49.2	32	400	Flat Bed	-
Kopi Robusta	37	60	1114	Rak	-
Vanili	51	52	52	Rak	Batubara
Kayu	49	96	780	Rak	Tungku Arang
Ikan Segar	40	48	600	Rak	Tungku Kayu Bakar

2.3. Perpindahan Panas

Perpindahan panas yang terjadi akibat pembakaran bahan bakar terjadi secara konduksi, konveksi, dan radiasi. Pada keadaan mantap (*steady state*), kehilangan panas dari hasil pembakaran terjadi melalui permukaan dinding tungku dan melalui saluran udara dan gas hasil pembakaran. Sedangkan untuk gabungan aliran kalor konduksi dan konveksi dinyatakan dalam koefisien pindah panas menyeluruh (Holman, 1986).

Pada keadaan mantap, kehilangan panas dari hasil pembakaran terjadi melalui permukaan dinding tungku secara konveksi (QL11) dan radiasi (QL12), yaitu:

$$QL11 = h \times A \times (T_t - T_{ling}) \dots \dots \dots (1)$$

$$QL12 = e_b \times \sigma \times A \times (T_t^4 - T_{ling}^4) \dots \dots \dots (2)$$

di mana :

T_t = suhu permukaan ungku (K)

T_{ling} = suhu lingkungan (K)

H = konveksi udara luar (W/m²K)

A = luas permukaan lapisan luar dinding tegak (m²)

e_b = emisivitas bahan

σ = konstanta Steven-Boltzman (w/m²K⁴)

Panas yang hilang melalui dinding dasar tungku secara konveksi (QL21) dan radiasi (QL12), yaitu:

$$QL21 = h_d \times A_d \times (T_t - T_{ling}) \dots\dots\dots(3)$$

$$QL22c = e_b \times \sigma \times A_d \times (T_t^4 - T_{ling}^4) \dots\dots\dots(4)$$

di mana :

h_d = konveksi udara di bawah tungku (W/m²K)

A_d = luas permukaan luar dinding dasar tungku (m²)

Panas yang hilang melalui saluran udara masuk.

$$QL3 = A_m \times \sigma \times (T_g^4 - T_{ling}^4) \dots\dots\dots(5)$$

di mana :

A_m = luas saluran udara masuk (m²)

T_g = suhu ruang pembakaran (K).

Panas efektif yang tersedia untuk pemanasan sebagian terbawa aliran udara dan sebagian diterima alat memasak. Panas yang ke alat memasak diterima oleh air dan untuk menaikkan suhu alat memasak serta terbuang melalui dinding alat memasak.

Panas yang terbawa aliran udara, yaitu:

$$QL4 = m_a \times C_{pu} \times (T_k - T_{ling}) \dots\dots\dots(6)$$

di mana :

m_a = laju massa udara (kg/s)

C_{pu} = kapasitas panas udara (kJ/kg K)

T_k = suhu udara/gas yang keluar (K)

T_{ling} = suhu udara lingkungan (K).

Panas untuk menaikkan suhu alat masak, yaitu:

$$QL5 = M_p \times C_{pp} \times \Delta T \dots\dots\dots(7)$$

di mana :

M_p = massa alat memasak (kg)

C_{pp} = kapasitas panas alat memasak (KJ/kg K)

ΔT = perubahan suhu alat memasak (K).

Panas yang hilang melalui dinding alat masak, yaitu:

$$QL6 = h \times Ap \times (T_p - T_{\text{ling}}) + e_p \times \sigma \times Ap \times (T_p^4 - T_{\text{ling}}^4) \dots \dots \dots (8)$$

di mana :

Ap = luas permukaan alat masak yang memancarkan panas (m^2)

T_p = suhu alat masak (K)

e_p = emisivitas bahan alat masak.

Panas yang diteima oleh air (untuk menaikkan suhu air), yaitu:

$$Q_{\text{out}} = m_{\text{air}} \times C_{p_{\text{air}}} \times (T_2 - T_1) + M_{\text{uap}} \times H_{\text{fg}} \dots \dots \dots (9)$$

Dimana :

m_{air} = massa air (kg)

$C_{p_{\text{air}}}$ = kapasitas panas air (4.2kJ/kg°C)

T_2 = suhu akhir air

T_1 = suhu awal air

m_{uap} = massa air yang diuapkan (kg)

H_{fg} = panas laten penguapan air (kJ/kg).

2.4. Motor Listrik

Motor listrik dapat digolongkan menjadi dua golongan sesuai dengan sumber arus listrik, yaitu motor listrik arus searah atau DC dan motor listrik arus bolak-balik atau AC. Motor listrik AC yang kecil banyak dipakai pada peralatan rumah tangga misalnya alat cukur, alat kecantikan, alat dapur, dan sebagainya. Sedangkan motor listrik yang besar banyak digunakan pada kompresor, penggiling jagung, dan alat-alat bengkel atau pabrik. Dasar utama yang menyebabkan motor berputar ialah reaksi antar kutub magnet. Kutub yang senama tolak-menolak dan kutub yang tak senama tarik-menarik. Reaksi medan magnet listrik pada stator dan medan magnet penghantar yang dialiri arus listrik (Sularso dan Suga Kiyokatsu, 1997).

2.5. Jenis – Jenis Kopi

Tanaman kopi termasuk dalam famili Rubiaceae dan terdiri atas banyak jenis *Coffea arabica*, *Coffea canephora*, dan *Coffea liberica*. Tetapi, hanya ada

dua spesies yang banyak dibudayakan secara komersial yaitu kopi Arabika (*Coffea arabica*) dan kopi Robusta (*Coffea canephora*). Kopi Arabika berasal dari Etiopia dan tumbuh dengan baik di ketinggian 600-2.000 m. Kopi Robusta tumbuh dengan baik jika dibawah ketinggian 600m. Produksi kopi jenis Arabika jauh lebih besar mencapai 75% jika dibandingkan dengan kopi Robusta yang hanya meliputi 25% (Mussatto SI, Machado EMS, Martins S, 2011). Kedua jenis kopi inilah yang banyak dibudidayakan di Indonesia.

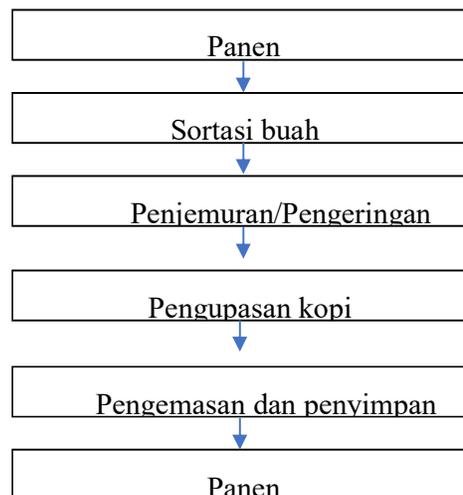
Kopi Robusta dapat dikatakan sebagai kopi kelas dua setelah kopi Arabika, karena rasanya lebih pahit, sedikit asam, dan mengandung kafein dalam kadar yang jauh lebih tinggi daripada Arabika. Kadar air biji kopi.

2.6. Pengolahan Pascapanen Kopi

Proses pengolahan pasca panen kopi dapat dikelompokkan menjadi tiga yaitu:

1. Pengolahan Kering (*Dry Process*)

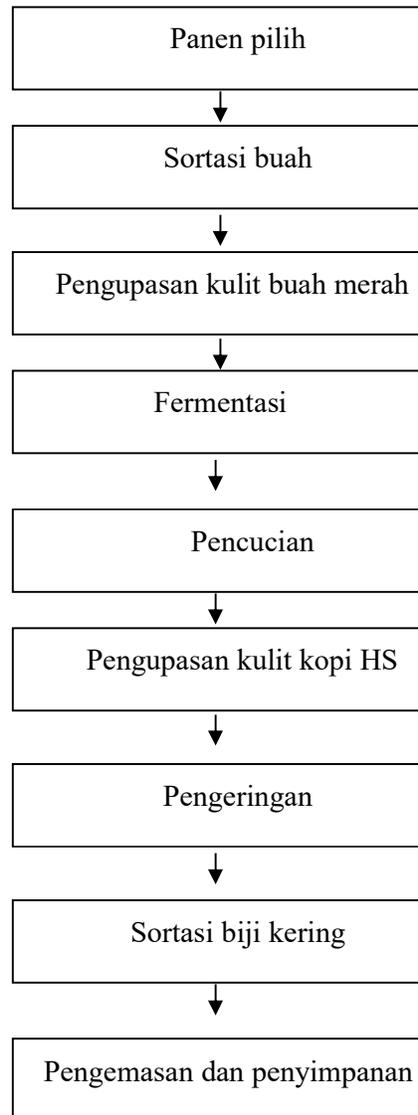
Metode proses kopi secara kering banyak dilakukan petani, mengingat kapasitas olah kecil, mudah dilakukan dan peralatan sederhana. Tahapan pascapanen kopi secara kering dimulai dari proses pemanenan buah kopi, kemudian dilakukan sortasi buah kopi, biji kopi yang sudah disortasi selanjutnya di lakukan proses pengeringan dengan cara penjemuran menggunakan sinar matahari, selanjutnya dilakukan proses pengemasan dan disimpan (Kementerian Pertanian Republik Indonesia, 2015). Tahapanya dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Tahapan pascapanen kopi secara kering

2. Pengolahan Basah (*Fully Washed*)

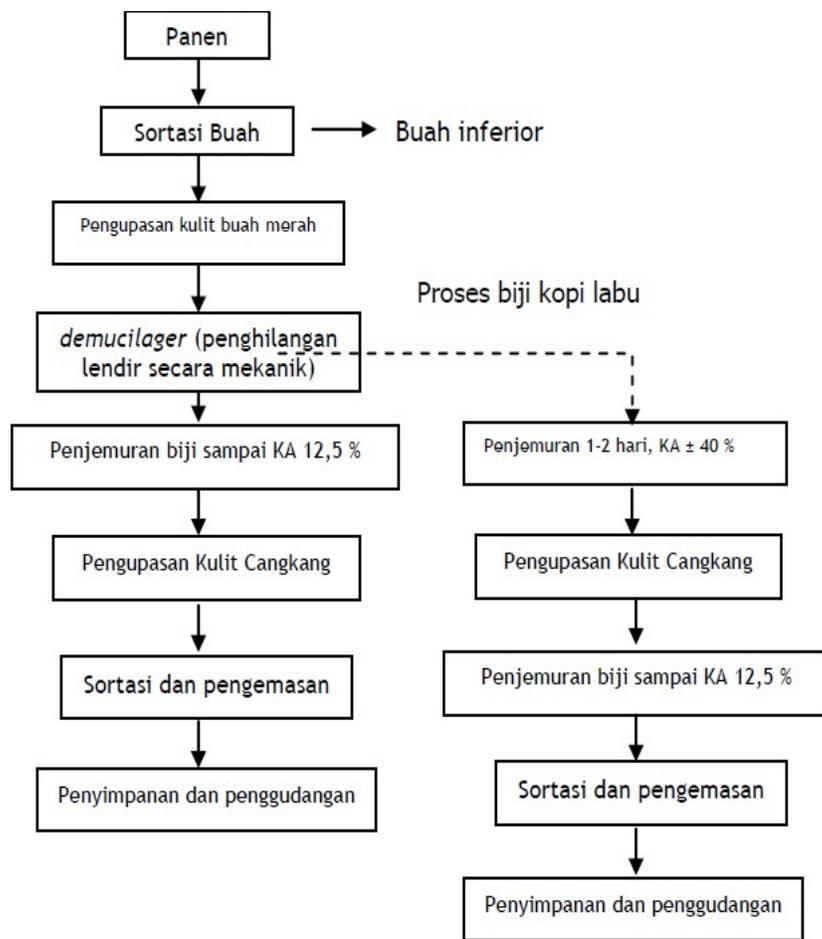
Metode proses pengolahan kopi secara basah dimulai dari proses pemanenan, kemudian sortasi buah kopi, setelah disortasi dilakukan proses pengupasan buah kopi, selanjutnya fermentasi, kemudian dilakukan pencucian, setelah selesai pencucian dilakukan pengupasan kulit kopi, selanjutnya dikeringkan dan sortasi biji kering kemudian dilakukan pengemasan dan penyimpanan (Kementerian Pertanian Republik Indonesia, 2015). Tahapan proses ini dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Tahapan proses kopi secara basah

3. Pengolahan Semi Basah

Pengolahan semi basah dilakukan untuk menghemat penggunaan air dan menghasilkan kopi dengan cita rasa yang khas (berwarna gelap dengan fisik kopi agak melengkung). Kopi Arabika yang diproses secara semi-basah biasanya memiliki tingkat keasaman lebih rendah dengan *body* lebih kuat dibanding dengan kopi yang diproses secara basah penuh. Proses secara semi-basah juga dapat diterapkan untuk kopi Robusta. Secara umum kopi yang diproses secara semi-basah mutunya baik. Proses secara semi-basah lebih singkat dibandingkan dengan proses secara basah. Untuk dapat menghasilkan biji kopi hasil proses semi-basah yang baik, maka harus mengikuti prosedur seperti pada Gambar 3 (Kementerian Pertanian Republik Indonesia, 2015)



Gambar 3. Tahapan proses kopi secara semi-basah