

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Biji Jagung**

Jagung adalah anggota dari keluarga rumput dan diklasifikasikan sebagai tanaman sereal. Jagung dikenal luas oleh masyarakat Indonesia karena tanaman jagung digunakan sebagai makanan pokok pengganti nasi dan berbagai olahan makanan. Selain itu, bagian tanaman jagung seperti daun, batang dan tongkol juga dapat dimanfaatkan sebagai pakan ternak. Jika kadar air dalam kernel memenuhi standar yang dibutuhkan pasar, jagung akan dijual dengan harga tinggi. Standar SNI 01-03920-1995 kadar air jagung adalah 13-14%. Untuk memenuhi standar tersebut, jagung harus melalui proses pengeringan.

Saat ini, banyak teknik pengeringan yang telah dikembangkan, dari metode pengeringan alami dan sederhana langsung di bawah sinar matahari hingga metode yang menggunakan peralatan canggih dan membutuhkan keterampilan tertentu. Dijemur langsung, jagung perlu dijemur selama 3-5 hari untuk mencapai kadar air standar yang dibutuhkan oleh jagung. Salah satu metode pengeringan buatan yang telah dikembangkan adalah pengering kolektor surya. Pada dasarnya metode pengeringan buatan bekerja dengan cara menghantarkan panas yang relatif konstan ke bahan agar proses pengeringan dapat berlangsung dengan cepat dan mencapai hasil yang maksimal.



**Gambar 2.1** Biji Jagung  
(Kompasiana, 2018)

## 2.2 Definisi Pengeringan

Pengeringan ialah suatu cara/proses untuk mengeluarkan atau menghilangkan sebagian air dari suatu bahan, dengan cara menguapkan sebagian besar air yang dikandungnya dengan menggunakan energi panas. Biasanya kandungan air bahan dikurangi sampai batas dimana mikroba tidak dapat tumbuh lagi di dalamnya. Pengeringan juga dapat dipahami sebagai penerapan panas, dalam kondisi yang terkendali, untuk menghilangkan sebagian besar air dari makanan melalui penguapan (pengeringan konvensional) dan sublimasi (pengeringan beku). Pembusukan (kerusakan) makanan tergantung pada jenis makanannya, baik secara perlahan, misalnya pada biji-bijian dan kacang-kacangan, atau sangat cepat, misalnya pada daging dan ikan. Penyebab utama pembusukan ini adalah pertumbuhan dan aktivitas mikroorganisme (bakteri, jamur dan ragi) serta aktivitas enzim dalam makanan. Bakteri pembusuk makanan dapat ditemukan di tanah, air, udara, pada kulit atau bulu binatang, dan di dalam usus.

Cara mencegah tumbuhnya mikroorganisme dapat dilakukan dengan mengganggu lingkungan. Lingkungan mikroba dapat terganggu oleh perubahan suhu, kelembaban substrat ( $a_w$ ), kandungan oksigen, pH, komposisi substrat dan penggunaan pengawet antimikroba. Kadar air bahan substrat berperan penting dalam menghambat atau mencegah pertumbuhan mikroba. Karena bakteri membutuhkan air untuk tumbuh dan berfungsi. Kondisi bakteri untuk tumbuh dengan baik di dalam air biasanya sekitar 80% air. Oleh karena itu pencegahan atau penghambatan pertumbuhan mikroba dapat dilakukan dengan mengurangi kadar air bahan yaitu dengan pengeringan. Oleh karena itu, prinsip pengawetan bahan pangan dengan cara pengeringan adalah mengurangi kadar air bahan baku ( $a_w$ ) sehingga bakteri tidak dapat melakukan aktivitasnya.

Tujuan pengeringan, antara lain:

1. Mengurangi risiko kerusakan karena kegiatan mikroba.

Mikroba memerlukan air untuk pertumbuhannya. Bila kadar air bahan berkurang, maka aktivitas mikroba dihambat atau dimatikan.

2. Menghemat ruang penyimpanan atau pengangkutan.

Umumnya bahan pangan mengandung air dalam jumlah yang tinggi, maka

hilangnya air akan sangatl mengurangi berat dan volume bahan tersebut.

3. Untuk mendapatkan produk yang lebih sesuai dengan penggunaannya. Misalnya kopi instant.
4. Untuk mempertahankan nutrien yang berguna yang terkandung dalam bahan pangan, misalnya mineral, vitamin, dsb.

### 2.3 Metode Pengeringan

Pengeringan bahan pangan dapat dilakukan dengan beberapa cara, yaitu penjemuran (*drying*), pengeringan buatan menggunakan alat pengering (*dehydration*) dan pengeringan secara pembekuan (*freeze drying*)

#### 1. Penjemuran

Penjemuran merupakan melibatkan pengeringan dengan menggunakan sinar matahari langsung sebagai energi panas. Penjemuran membutuhkan tempat penjemuran yang luas, waktu penjemuran yang lama, dan waktu penjemuran bahan yang akan dikeringkan tergantung cuaca. Misalnya, untuk pengeringan labu kuning, waktu pengeringan adalah 4 hingga 6 hari (tergantung cuaca).

#### 2. Pengeringan Buatan(*dehydration*)

Pengeringan buatan meliputi pengeringan pengering, suhu kelembaban udara, aliran udara dan waktu pengeringan dapat disesuaikan dan dipantau. Pengeringan buatan dapat dibagi menjadi dua kelompok: pengeringan adiabatik dan pengeringan isothermal.

- a. Pengeringan adiabatic adalah pengeringan dimana panas dibawa ke alat pengering oleh udara panas. Udara panas ini akan memberikan panas pada bahan pangan yang akan dikeringkan dan mengangkut uap air yang dikeluarkan oleh bahan.
- b. Pengeringan isotermik adalah pengeringan dimana bahan yang akan dikeringkan berhubungan langsung dengan lembaran (pelat logam yang panas).

#### 3. Pengeringan secara pembekuan (*Freeze Drying*)

Dalam *freeze drying*, bahan pertama kali dibekukan dan air dihilangkan dari bahan melalui sublimasi, sehingga prosesnya merupakan transisi dari padat menjadi uap dan ini dilakukan dalam ruang hampa udara (tekanan kurang dari 4 mmHg).

Suhu yang digunakan dalam proses *freeze-drying* adalah sekitar -10o F (-12.2o C), sehingga makanan terlindungi dari kerusakan kimia dan mikroba.

Ini memberikan bahan makanan kering memiliki rasa yang stabil dan rehidrasi yang baik serta nilai gizi yang tetap. Namun, proses ini mahal. Selama pengeringan beku, uap keluar dari makanan beku. Tekstur makanan terjaga dengan baik dalam kondisi ini. Suhu dan tekanan yang sesuai harus disiapkan dalam pengering untuk memastikan sublimasi.

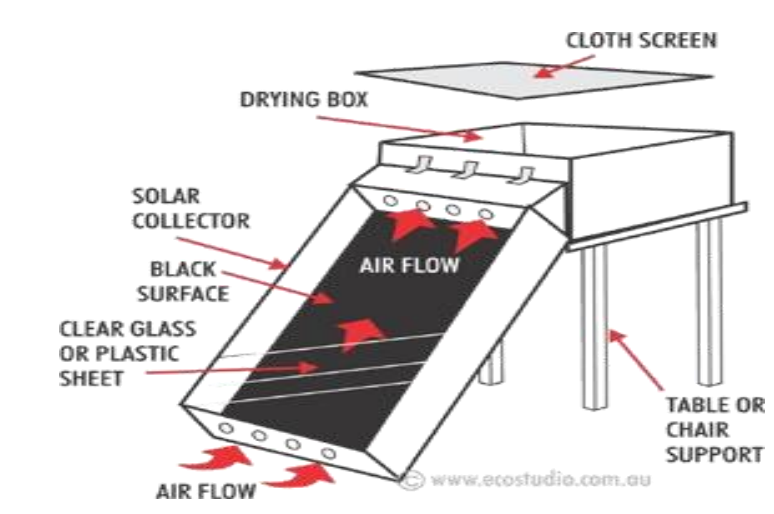
## 2.4 Jenis-jenis pengeringan

### 1 Penjemuran (*sun drying*)

Metode menggunakan radiasi matahari. Penjemuran matahari adalah proses pengeringan yang lambat dan tidak cocok untuk produk berkualitas baik. Paparan sinar matahari dan panas menyebabkan penurunan nilai gizi dan kandungan penting lainnya. Pengeringan vakum dan pengeringan beku adalah proses alternatif untuk menggantikan pengeringan bahan yang peka terhadap panas. Kerugian dari kedua metode ini:

1. biaya investasi alat yang tinggi
  2. perlu tenaga kerja yang banyak
  3. proses pengeringan yang lama
- ### 4 Pengeringan matahari (*solar drying*)

Metode penggunaan energi matahari sering dikombinasikan dengan sumber energi lain. Salah satu cara untuk mempercepat pengeringan adalah dengan menggunakan baki yang disusun dengan energi panas matahari yang terkumpul dalam suatu alat yang disebut kolektor surya. Pengeringan dengan metode ini dapat menghasilkan bahan dengan konsentrasi yang lebih tinggi dan kualitas yang lebih baik. Dari segi biaya, metode ini lebih hemat biaya tetapi tidak banyak diterapkan karena beberapa daerah yang cocok untuk pemukiman dan budidaya pertanian memiliki kondisi cuaca yang tidak mendukung.



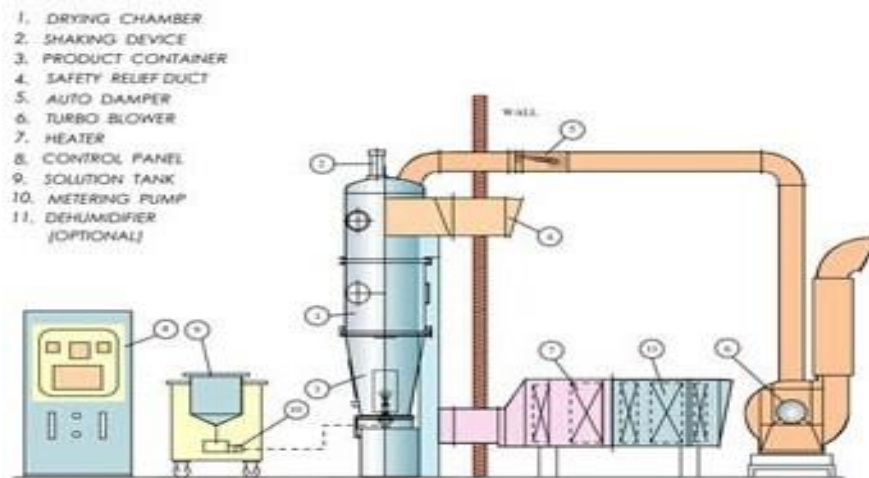
**Gambar 2.2 Solar Dryer**  
( Docplayer, 2019 )

Cara kerja *solar dryer* adalah sebagai berikut:

Bahan yang ingin dikeringkan dimasukkan ke dalam bilik yang berada pada ketinggian tertentu dari permukaan tanah. Udara sekitar masuk melalui saluran yang dibuat lebih rendah daripada bilik pemanasan dan secara otomatis terpanaskan oleh sinar matahari secara konveksi pada saat udara tersebut mengalir menuju bilik pemanasan. Udara yang telah terpanaskan oleh sinar matahari kemudian masuk kedalam bilik pemanas dan memanaskan bahan makanan. Pengeringan bahan makanan jadi lebih efektif karena pemanasan yang terjadi berasal dari dua arah, yaitu dari sinar matahari secara langsung (radiasi) dan aliran udara panas dari bawah.

##### 5 Pengeringan udara panas (*hot air drying*)

Metode menggunakan udara panas yang dihembuskan. peralatan pengeringudara panas terdiri dari pembakar gas yang menghasilkan udara panas. udara tersebut dialirkan ke bagian atas alat



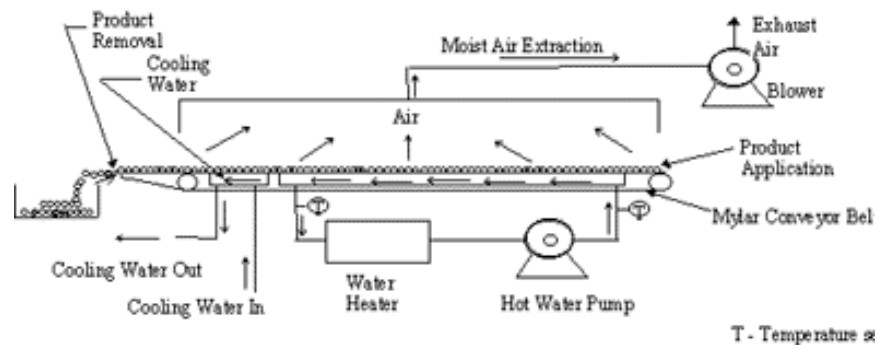
**Gambar 2.3** *Hot Air Drying*  
( Docplayer, 2019 )

#### 6 Pengeringan kabinet (*cabinet drying*)

Metode penggunaan alat pengering untuk sistem batch dimana pengeringan dilakukan pada temperatur konstan. Pengering ini sering digunakan untuk pengembangan produk baru sebelum produksi skala besar. Pengering kabinet adalah yang termurah untuk diproduksi, mudah dirawat, dan sangat serbaguna digunakan. umumnya digunakan untuk laboratorium dan penelitian dehidrasi buah dan sayuran skala kecil dan penggunaan komersial musiman.

#### 7 Pengering terowongan (*tunnel drying*)

Perangkat ini mirip dengan pengering kabinet vertikal tetapi beroperasi terus menerus. Tunnel dryer mengeringkan produk dengan cepat, produk didapat secara merata, tanpa merusak produk, sehingga cocok untuk mengeringkan buah-buahan. Saat menggunakan pengering ini, kondisi pengeringan tidak tetap. Beberapa terowongan alih-alih kereta api dan fasilitas pengeringan menggunakan sabuk konveyor bergerak. Manfaatnya adalah pengurangan biaya tenaga kerja dan kondisi pengeringan yang lebih merata, tetapi membutuhkan investasi dan pemasangan yang signifikan.

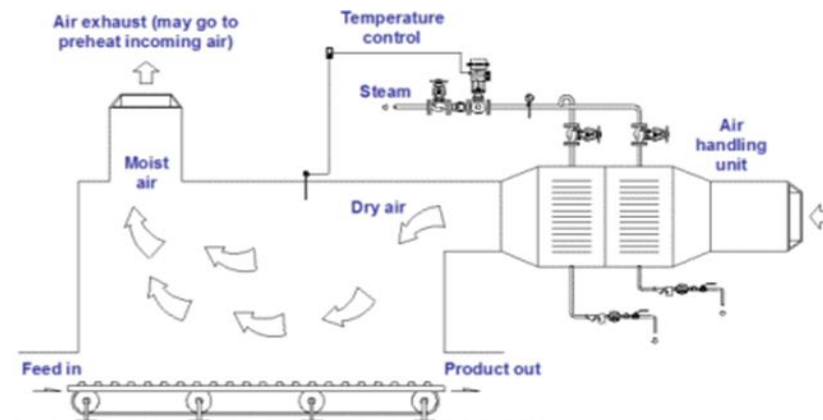


The schematic diagram of the Refractance Window™ Dryer.

**Gambar 2.4 Tunnel Drying**  
( Docplayer, 2019 )

#### 8 Pengeringan ban berjalan (*conveyor drying*)

Pengeringan berkelanjutan dipastikan dengan menyampaikan produk melalui terowongan pengeringan dengan sirkulasi udara panas. Proses operasi otomatis harus menghemat biaya. Metode pengeringan ini sangat cocok untuk mengeringkan makanan dalam jumlah banyak, tetapi tidak cocok untuk mengeringkan bahan yang kondisi pengeringannya harus berubah secara berkala. Jenis Produk: sayuran



**Gambar 2.5 Conveyor Drying**  
( Docplayer, 2019 )

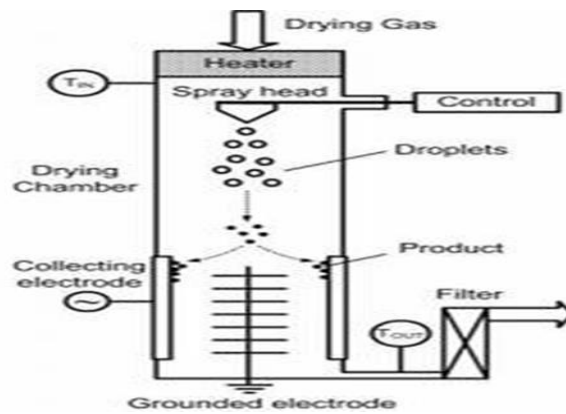
#### 7 Pengeringan semprot (*spray drying*)

Proses ini banyak digunakan untuk menghasilkan susu bubuk dan bubuk buah. Ada dua jenis pengering semprot: horizontal dan vertikal. Keuntungan dari metode

ini adalah waktu pengeringan yang sangat singkat, mempertahankan sebagian besar rasa, warna, dan nilai gizi makanan. Kategori Produk: telur utuh, kuning telur, susu.

#### 8. Pengeringan drum (*drum drying*)

Metode pengeringan ini tidak mahal, namun penerapannya dalam industri makanan dibatasi oleh jenis bahan makanan yang dapat dikeringkan. Bahan kering harus cair, pasta atau digiling. Bahan peka panas tidak dapat dikeringkan dengan metode ini. Faktor lainnya adalah produk dengan kandungan gula yang tinggi sering menempel di permukaan drum sehingga sulit untuk diambil. Kategori Produk: susu, jus sayuran, pisang.

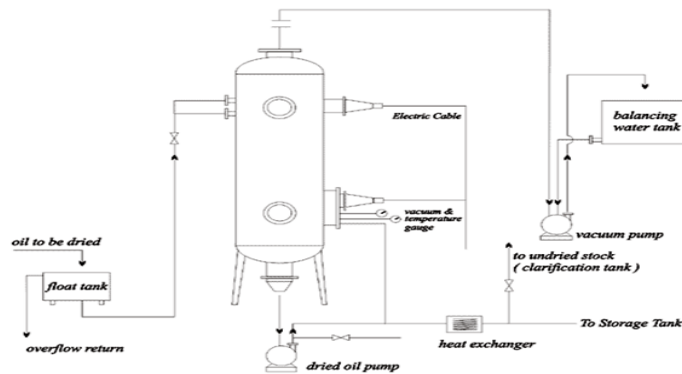


**Gambar 2.6 Drum Drying**  
( Docplayer, 2019 )

#### 9 Pengeringan vakum (*vacuum drying*)

Pengering vakum digunakan untuk mengeringkan berbagai produk makanan yang sensitif terhadap panas dan oksidasi. Dalam kondisi vakum, air menguap pada suhu yang lebih rendah. Keuntungan menggunakan suhu yang lebih rendah adalah kerusakan akibat panas dapat diminimalkan dan oksidasi bahan dapat dihindari selama pengeringan. Bahan yang akan dikeringkan harus berupa cairan, pasta, serpih, partikel lepas.





**Gambar 2.7 Vacuum drying**  
( Docplayer, 2019 )

#### 10 Pengeringan beku (*freeze drying*)

Metode ini digunakan untuk berbagai produk yang membutuhkan bentuk utuh/tidak berubah setelah pengeringan. Juga digunakan untuk produk kering dimana rasa aslinya dapat dipertahankan. Kekhawatiran terhadap produk *freeze-dried* ini adalah karena sifatnya yang berpori dan menyerap air, kondisi pengemasan harus khusus, memungkinkan lewatnya uap air melalui bahan produk, melalui bahan kemasan pada tingkat serendah mungkin. dan kemasannya kosong. Kategori Produk: daging

#### 11 Pengeringan gelombang mikro dan pengeringan vakum gelombang mikro

Gelombang mikro adalah gelombang elektromagnetik dengan panjang gelombang pendek. Gelombang mikro tidak panas. Teknologi pengeringan mikro didasarkan pada fenomena fisik yang timbul dari interaksi antara gelombang elektromagnetik dan bahan. Pengeringan vakum mikro memiliki potensi untuk diterapkan pada pengeringan buah. Keunggulannya adalah nilai gizi dan sifat fungsional bahan pangan dapat terjaga dan kualitasnya baik.

#### 12 Pengeringan-pembekuan (*dehydrofreezing*)

Hasil kombinasi pengeringan dan pembekuan. Kualitas bahan makanan yang dikeringkan dengan proses ini sebanding dengan makanan beku. Teknik

pengeringan beku telah diterapkan untuk mengawetkan buah.

## 2.5 Mekanisme Pengeringan

Ketika benda basah dikeringkan secara termal, ada dua proses yang berlangsung secara simultan, yaitu :

1. Perpindahan energi dari lingkungan untuk menguapkan air yang terdapat di permukaan benda padat

Perpindahan energi dalam lingkungan ini dapat terjadi secara konduksi, konveksi, radiasi, atau kombinasi dari ketiganya. Proses dipengaruhi oleh suhu, kelembaban, laju dan arah aliran udara, bentuk fisik padatan, luas permukaan yang bersentuhan dengan udara, dan tekanan. Proses ini merupakan proses penting untuk menghilangkan air yang tidak terikat pada tahap awal pengeringan. Penguapan yang terjadi pada permukaan padat dikendalikan oleh difusi uap dari permukaan padat ke lingkungan melalui lapisan tipis udara

2. Perpindahan massa air yang terdapat di dalam benda ke permukaan

Ketika penguapan terjadi pada permukaan padat, ada perbedaan suhu yang memungkinkan air mengalir dari bagian dalam padatan ke permukaan. Struktur padatan akan menentukan mekanisme aliran internal air.

Beberapa mekanisme aliran internal air yang dapat berlangsung :

- a. Diffusi

Pergerakan ini terjadi ketika kadar air kesetimbangan di bawah saturasi *atmosfer* dan padatan dan cairan dalam sistem bercampur. Contoh: pengeringan tepung, kertas, kayu, tekstil dan sebagainya.

- b. *Capillary flow*

Cairan bergerak mengikuti gaya gravitasi dan kapilaritas. Pergerakan ini terjadi bila *equilibrium moisture content* kesetimbangan berada di atas titik jenuh *atmosfer*. Contoh: tanah kering, pasir, dll. Benda padat basah yang ditempatkan dalam aliran gas kontinu akan kehilangan kadar airnya sampai tekanan uap air dalam zat padat sama dengan tekanan parsial uap air dalam gas. Keadaan ini disebut kesetimbangan dan jumlah air dalam padatan disebut kadar air kesetimbangan. Pada kesetimbangan, penghilangan air tidak akan terjadi lagi kecuali bahan ditempatkan di lingkungan (gas) dengan kelembaban relatif rendah (tekanan parsial uap air

rendah).

## 2.6 Kelebihan Dan Kekurangan Pengolahan Pangan Dengan Pengerinan

### 1. Kelebihan

#### a Kelebihan pengolahan pangan dengan cara pengeringan :

- 1) Bahan pangan menjadi lebih awet
- 2) Terjadi pengurangan berat bahan, sehingga untuk biaya lebih hemat dan banyak dalam pengemasan, pengangkutan, dan penyimpanan.
- 3) mudah dalam penyajian pangan
- 4) Penganekaragaman pangan, contohnya makanan ringan /camilan

#### b Kelebihan freeze drying :

- 1) Tidak terjadi berubah volume bahan
- 2) Daya rehidrasi tinggi, menyerupai bahan asal

#### c Kelebihan pengeringan buatan :

- 1) Suhu dan aliran udara dapat diatur
- 2) Waktu pengeringan dapat ditentukan dengan tepat
- 3) Kebersihan dapat diawasi

### 2. Kekurangan

#### a Kerugian pengeringan dengan sinar matahari :

- 1) Cuaca sangat mempengaruhi
- 2) Panas matahari yang tidak tetap
- 3) Tidak dapat mengatur kenaikan suhu, membuat waktu penjemuran tidak dapat ditentukan dengan pasti.
- 4) Kebersihan harus diawasi

#### b Kerugian pengeringan buatan

- 1) Memerlukan panas lain bukan hanya sinar matahari tapi berupa bahan bakar, sehingga biaya pengeringan menjadi mahal
- 2) Harus memiliki peralatan yang relatif mahal
- 3) Harus memiliki tenaga kerja yang kompeten

#### c Kerugian pengeringan *freeze drying*

- 1) Relatif lebih mahal dari pada pengeringan buatan
- 2) Karena tingkat pendinginan yang kurang rendah suhunya relatif tidak stabil

sehingga tidak menjamin keawetan produk pangan yang dibekukan

## 2.7 Pengaruh Pengeringan

### 1. Pengaruh pengeringan terhadap nilai gizi bahan pangan

Selama proses pengeringan, makanan kehilangan kelembapannya, sehingga terjadi peningkatan nutrisi pada sisa massa. Makanan kering mengandung lebih banyak protein, lemak, dan karbohidrat per satuan berat dibandingkan makanan segar.

### 2. Pengaruh pengeringan terhadap protein

Nilai biologis bahan kering tergantung pada metode pengeringan. Pemanasan yang terlalu lama pada suhu tinggi akan mengurangi peran protein dalam makanan. Pemrosesan protein suhu rendah dapat meningkatkan daya cerna protein dibandingkan dengan bahan aslinya.

### 3. Pengaruh pengeringan terhadap mikrobia

*Mikroorganisme* menjadi aktif ketika kondisi pertumbuhan memungkinkan. Salah satu cara pengendaliannya adalah dengan membatasi pertumbuhan air. Jumlah air dalam suatu makanan menentukan jenis mikroba yang memiliki peluang untuk tumbuh. Umumnya, natrium klorida digunakan untuk pengeringan. Garam sebagai selektor pertumbuhan mikroba.

Selain itu, garam sangat bermanfaat untuk menghambat pertumbuhan saat terpapar sinar matahari dan dehidrasi, seperti saat mengeringkan ikan dan daging. Jika kualitas makanan sangat baik, tingkat kontaminan rendah, bahan dipasteurisasi sebelum dikeringkan, dan pabrik pengolahan higienis, maka pengendalian akan berhasil. dan penyimpanan dalam kondisi di mana bahan pangan terlindung dari infeksi, debu, insekta, rodensia, dll.

### 4. Pengaruh pengeringan terhadap lemak

Ketengikan adalah masalah yang signifikan dengan bahan kering. Oksidasi lemak dalam makanan lebih besar pada suhu pengeringan tinggi dibandingkan pada

suhu rendah. Metode kontrol yang efektif adalah melindungi lemak dengan antioksidan.

#### 5. Pengaruh pengeringan terhadap aktivitas enzim

Enzim seringkali sensitif terhadap kondisi panas dan lembab, terutama pada rentang suhu di atas maksimum aktivitasnya. Suhu panas dan lembab di dekat titik didih air dapat menonaktifkan enzim saat ini. Ada dua enzim yang biasa digunakan sebagai indikator untuk menentukan aktivitas enzim lain, yaitu katalase dan peroksidase. Metode pengujiannya sederhana dan cepat.

#### 6. Pengaruh pengeringan terhadap zat warna dalam bahan pangan

Warna makanan tergantung pada penampilan dan kemampuannya untuk memantulkan, menyebarkan, menyerap/mentransmisikan cahaya tampak. Pengeringan bahan pangan dapat mengubah sifat fisik dan warna bahan pangan tersebut.

#### 7. Pengaruh pengeringan terhadap akseptasi bahan pangan

Pengeringan adalah salah satu metode pengawetan yang penting dan terjadi secara alami dalam hal pengawetan benih dan buah oleh tanamannya. Pada masa ini teknik pengeringan dapat menghasilkan produk bahan pangan dengan akseptabilitas yang tinggi.

### **2.8 Metode Pengeringan *Solar Dryer***

*Solar dryer* merupakan salah satu jenis pengering yang banyak digunakan pada industri rumah tangga saat ini. Alat ini dikatakan sangat ekonomis untuk digunakan karena menggunakan energi matahari secara langsung dan tidak menggunakan listrik, meskipun ada beberapa pengering surya yang menggunakan kipas sebagai penghantar panas kolektor surya. Pengering surya sangat direkomendasikan untuk pengeringan skala industri rumahan karena ekonomis dan higienis. Makanan tidak bersentuhan langsung dengan udara karena makanan diletakkan dimana udara panas

akan mengalir ke dalam ruangan. Hal ini mencegah polusi dari debu, knalpot kendaraan, dan hewan jahat.

## **2.9 Jenis-jenis *Solar Dryer***

Pemanas udara surya dapat dibagi menjadi: pengering surya langsung (pasif) pemanas surya dan pengering surya tidak langsung (aktif) pemanas surya atau kombinasi keduanya.

Pemanasan matahari langsung (pasif), dimana radiasi matahari langsung diserap oleh produk dan lingkungan sekitarnya. Bentuk sederhana pengering ini terdiri dari kotak berisi produk, dengan penutup transparan bersudut, dan lubang ventilasi untuk masuknya udara segar dan keluarnya udara lembab. Kotak yang terkena radiasi matahari dengan tutup transparan dapat memanaskan produk atau permukaan gelap di dalam lemari pengering dan menyebabkan kelembapan keluar dari bahan yang dikeringkan. Sistem seperti itu mirip dengan rumah kaca di mana plastik atau kaca bening menutupi bingkai rumah kaca.

Pemanasan tidak langsung, menggunakan radiasi matahari untuk memanaskan udara, yang kemudian dialirkan ke ruang pengering/pengaktifan.

## **2.10 Prinsip Kerja *Solar Dryer***

Pada prinsipnya prinsip kerja solar dryer adalah membiarkan udara mengalir melalui solar collector, sehingga udara yang dibawa memiliki suhu yang tinggi, kemudian melewati tempat makanan diletakkan. Udara akan mengalir keluar melalui lubang ventilasi bersama dengan uap air. Pengering tenaga surya biasanya menggunakan prinsip perbedaan tekanan udara dan temperatur tanpa bantuan blower. Ketika udara panas dihembuskan ke bahan makanan yang lembab, panas dipindahkan ke permukaan, dan perbedaan tekanan udara yang diciptakan oleh aliran panas mendorong uap air keluar dari ruang antar sel dan menguap.

Keunggulan alat ini adalah konstruksi bangunannya relatif sederhana

dan mudah dalam pembuatannya, tidak menggunakan listrik, biaya pembuatannya murah, dan mengurangi pencemaran udara secara langsung. Selain keuntungan,

Kelemahan dari solar dryer ini adalah fluktuasi sinar matahari dapat mempengaruhi suhu pengeringan dan waktu pengeringan sehingga dibutuhkan design yang lebih mudah dalam pembuatan *solar dryer*. Namun bukan berarti itu dapat menghalangi dalam penggunaan *solar dryer*, sudah banyak digunakan *blower* ataupun penambahan *solar collector* untuk mempercepat proses pengeringan.