

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Pisang Kepok

Buah pisang kepok tersusun dalam tandan dengan kelompok-kelompok tersusun menjari yang disebut sisir. Terdapat 2 jenis pisang kepok putih dan kuning, namun warna kulitnya hampir sama yaitu berwarna kuning ketika matang. Buah pisang sebagai bahan pangan merupakan sumber energi (karbohidrat) dan mineral, terutama kalium. Pisang merupakan buah klimaterik yang artinya memiliki fase perkembangan, dengan meningkatnya ukuran buah dan meningkatnya kadar karbohidrat yang terakumulasi dalam bentuk pati. Selama fase pematangan, kekerasan buah menurun, pati berubah menjadi gula, warna kulit berubah dari hijau menjadi kuning.



Gambar 1. Pisang kepok.

Terdapat bermacam-macam jenis pisang, tetapi bila dikelompokkan akan terbagi menjadi empat golongan yaitu :

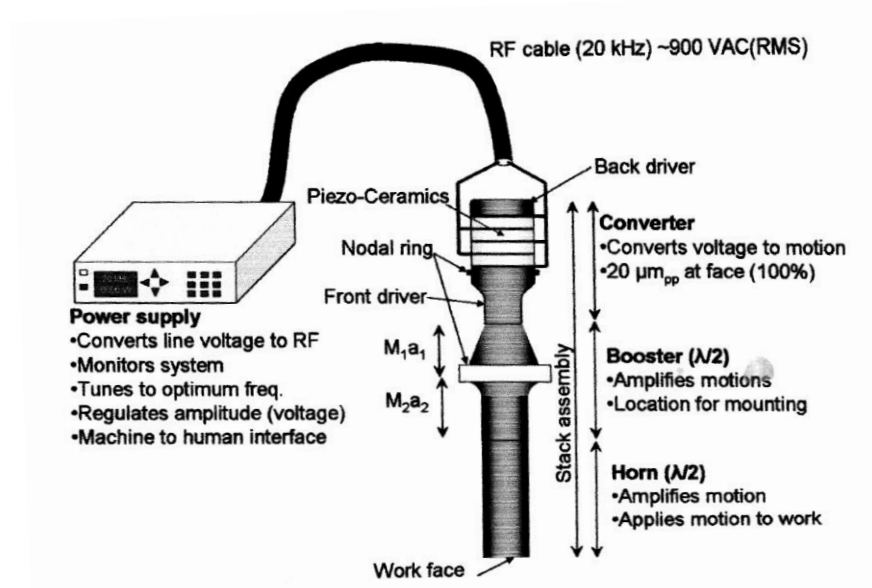
1. Pisang yang dapat dikonsumsi segar tanpa diolah terlebih dahulu, contohnya pisang mas, pisang seribu, pisang ambon, pisang hijau, pisang susu, pisang raja dan pisang badak (*cavendish*).
2. Pisang olahan yaitu pisang yang dapat dikonsumsi setelah diolah terlebih dahulu. Kelompok pisang yang tergolong ini adalah pisang kepok, pisang nangka, pisang kapas, pisang tanduk, pisang raja uli, pisang kayu dan lain-lain.
3. Pisang biji yaitu jenis pisang yang tidak bisa dikonsumsi dalam bentuk segar maupun olahan secara langsung tetapi dapat dikonsumsi bersama-sama dengan bahan makanan lainnya, misalnya pisang klutuk.
4. Pisang hias yaitu kelompok jenis pisang yang digunakan sebagai pisang hias pada berbagai keperluan seperti pisang-pisangan yang digunakan untuk tanaman hias, pisang lilin dan pelepah (Satuhu, 2004).

## **B. Ultrasonik**

### **1. Pengertian**

Gelombang ultrasonik merupakan gelombang mekanik dengan frekuensi di atas 20 kHz. Gelombang ini merambat dalam medium padat, cair dan gas, karena gelombang ini merupakan rambatan energi sebagai interaksi dengan medium yang dilaluinya (Bueche, 1986 dalam Yatarif, 2008).

Tiga komponen utama sistem ultrasonik adalah: *converter/transducer*, *booster*, dan *horn (sonotrode)*. *Converter/transducer* berfungsi untuk mengubah energi listrik menjadi energi ultrasonik (getaran). *Booster* adalah amplifier mekanik yang berfungsi menaikkan amplitudo getaran yang dihasilkan oleh *converter*. *Horn* adalah alat yang berfungsi untuk menyalurkan getaran ultrasonik ke medium (biasanya cairan). Susunan sistem ultrasonik (*converter, booster, horn*) disajikan seperti pada Gambar 2 (Khanal, 2007). Ketiga bagian tersebut disusun dan dirangkai dengan menggunakan klem.



Gambar 2. Tipikal susunan sistem ultrasonik piesoelektrik 20 kHz.

Transduser akan mengubah energi listrik menjadi getaran ultrasonik ketika dialiri arus listrik yang kemudian amplitudonya diperkuat oleh *booster*. Getaran ultrasonik kemudian disalurkan ke medium cair oleh *horn*. Getaran yang sangat cepat menimbulkan tekanan yang tinggi dan negatif silih berganti dalam waktu yang sangat pendek di dalam medium cair. Getaran ultrasonik di dalam cairan

akan menimbulkan *microbubbles* dan pecah seketika yang disebut *cavitation*. *Cavitation* menimbulkan dua fenomena yaitu: *hydrodynamic shear forces* dan *sonochemical reactions*.

Gelombang ultrasonik dibagi menjadi 3 jenis, *destructive*, *non-destructive*, dan *biomedical inspections*. Pengujian *destructive* dengan frekuensi di bawah 20 kHz digunakan untuk pra pengeringan biji-bijian dan buah-buahan, karena mampu menyebabkan berubahnya struktur jaringan bahan. Pengujian *non destructive* didefinisikan sebagai kegiatan mengidentifikasi sifat fisik dan mekanis suatu bahan tanpa merusak atau mengganggu produk akhir sehingga diperoleh informasi yang tepat terhadap sifat dan kondisi bahan tersebut yang akan bermanfaat untuk menentukan keputusan akhir pemanfaatannya, frekuensinya 20 kHz - 50 kHz. Pengujian *biomedical inspections* untuk mendeteksi penyakit-penyakit berat tertentu pada tingkat awal, seperti tumor, hati dan otak serta digunakan untuk alat USG (*ultrasonografi*) pada ibu hamil, frekuensinya diatas 50 mHz (Yatarif, 2008).

Perambatan gelombang ultrasonik dalam suatu material dapat ditempuh dengan berbagai tipe perambatan sehingga dikenal empat model gelombang yaitu gelombang longitudinal, transversal, rayleigh, dan lamb. Tipe gelombang ultrasonik yang digunakan di dalam penelitian ini adalah gelombang longitudinal. Gelombang longitudinal adalah gelombang yang memiliki arah getar sejajar dengan arah rambatnya, contohnya adalah gelombang pada slinki yang digerakkan maju mundur. Ketika slinki digetarkan maju mundur maka pada slinki akan terbentuk rapatan dan renggangan. Satu panjang gelombang pada

gelombang longitudinal didefinisikan sebagai jarak antara dua pusat rapatan yang berdekatan atau jarak antara dua pusat renggangan yang berdekatan. Rumus dari kedua gelombang tersebut diantaranya adalah:

$$V = \lambda \cdot f \text{ atau } V = \lambda / T$$

keterangan:

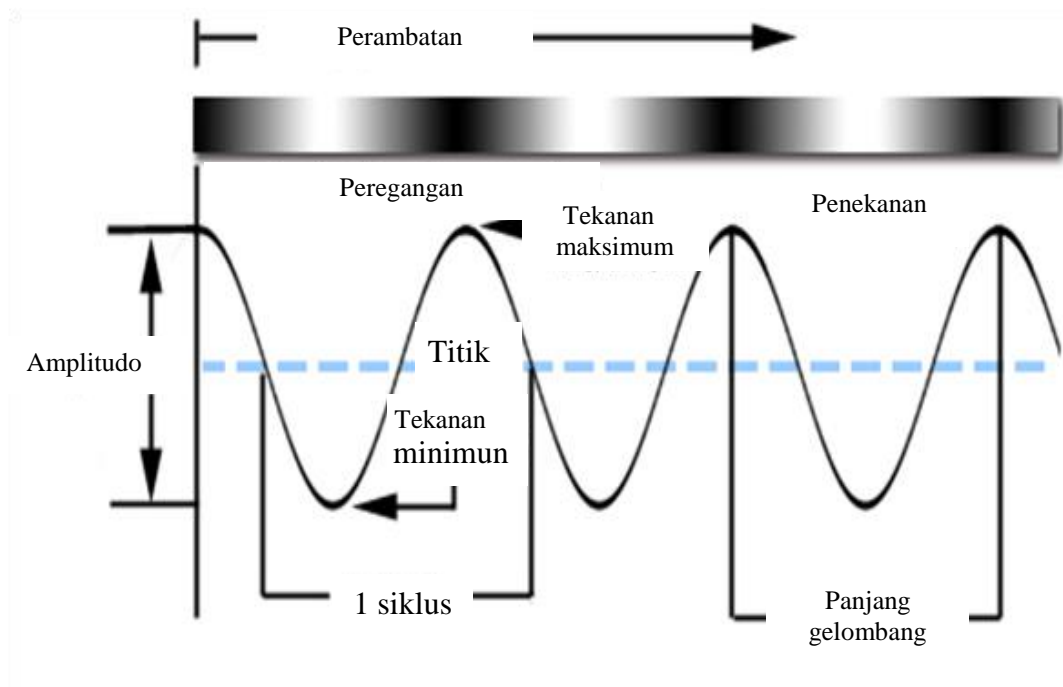
$V$  = cepat rambat gelombang (m/s)

$\lambda$  = panjang gelombang (m)

$f$  = frekuensi gelombang (Hz)

$T$  = periode gelombang (s)

Untuk memperjelas pengertian gelombang longitudinal dapat diilustrasikan dengan gambar sebagai berikut:



Gambar 3. Gelombang Longitudinal.

Besaran-besaran tersebut pada gambar dapat diterangkan sebagai berikut :

1. Frekuensi

Frekuensi adalah jumlah siklus yang dibuat suatu gelombang dalam satu detik. Satu siklus terdiri dari satu semi-gelombang positif dan satu semi-gelombang negatif. Satuannya adalah Hertz (Hz). Suatu gelombang frekuensi 1 Hz menyelesaikan satu siklus setiap 1 detik.

2. Periode

Periode adalah waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan satu siklus penuh.

3. **Panjang gelombang**

Panjang gelombang adalah jarak antara dua titik yang berhubungan (contoh dua titik maksimum yang berurutan) sepanjang gelombang.

Nilainya dapat dihitung menggunakan persamaan:

$$\lambda = \frac{c}{f} \dots \dots \dots (1)$$

Dimana, c = kecepatan suara dalam medium referensi (kecepatan suara di udara 344 m/s).

4. **Amplitudo**

Amplitudo adalah unit yang mengukur jarak antara titik ekuilibrium dengan titik maksimum dari gelombang.

5. Siklus

Siklus adalah kejadian yang berlangsung dan berulang terus dalam kurun waktu tertentu.

2. **Tranduser Ultrasonik**

Transduser adalah sebuah alat yang bila digerakan oleh suatu energi di dalam sebuah sistem transmisi, akan menyalurkan energi tersebut dalam bentuk yang sama atau dalam bentuk yang berlainan ke sistem berikutnya. Transduser piezoelektrik adalah mekanisme yang paling umum, dan digunakan pada semua frekuensi ultrasonik, yang bertujuan untuk menghasilkan dan mendeteksi energi ultrasonik di semua tingkat intensitas.

### **3. Manfaat Ultrasonik**

Penelitian dunia yang berkenaan dengan gelombang ultrasonik bukan hal yang baru melainkan sudah berlangsung cukup lama. Tahun 1931, Mulhauser mematenkan penelitiannya tentang penggunaan dua buah transduser untuk mendeteksi cacat pada suatu padatan, proses industri, fabrikasi logam, pemindaian medis, dan evaluasi biologi dan bahan makanan. Teknik ultrasonik bersifat tidak berbahaya, berfungsi untuk menyediakan sarana untuk menentukan sifat mekanik, pencitraan, dan mikroskop serta pengefektifan biaya (Antonova, 2001).

Penelitian menggunakan ultrasonik sudah banyak dikembangkan di Indonesia, seperti penentuan kualitas buah manggis, pemisahan dan pemurnian biodiesel, dan lain-lain. Penerapan teknologi ultrasonik dalam bidang pangan dan penanganan pasca panen pertanian masih terbilang rendah.

#### **a. Penanganan pasca panen**

Penerapan ultrasonik dalam penanganan pasca panen pertanian ini sudah banyak digunakan, diantaranya dapat menghilangkan uap air pada bahan, seperti dijelaskan oleh Fernandes (2008) pada penelitian pengeringan buah nanas dengan perlakuan ultrasonik. Buah nanas sebelum dikeringkan dengan oven, terlebih dahulu diberi perlakuan ultrasonik dengan waktu

selama 10, 20, dan 30 menit. Adanya perlakuan ultrasonik dapat memecah struktur jaringan buah sehingga luas permukaan bahan/ikatan molekuler merenggang. Penelitian ini membuktikan terjadinya peningkatan difusivitas air, dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kehilangan gula dan kehilangan air pada pengeringan buah nanas dengan perlakuan ultrasonik.

Lama penggetaran ultrasonik (menit)	Kehilangan gula (%)	Kehilangan air (%)	Difusivitas air ( $m^2/jam$ )
0	-	-	$8,41 \times 10^{-9}$ ( $R^2 = 0,99$ )
10	$-21,7 \pm 1,5$	$3,2 \pm 0,6$	$9,08 \times 10^{-9}$ ( $R^2 = 0,99$ )
20	$-22,2 \pm 0,7$	$2,1 \pm 0,6$	$1,38 \times 10^{-8}$ ( $R^2 = 0,99$ )
30	$-23,2 \pm 0,8$	$3,1 \pm 0,8$	$1,22 \times 10^{-8}$ ( $R^2 = 0,99$ )

Sumber : Fernandes, 2008

#### b. Pengolahan makanan

Menurut Antonova (2001) ultrasonik telah digunakan dalam industri makanan selama bertahun-tahun untuk berbagai tujuan, diantaranya pengukuran busa padat dan komposit biskuit menggunakan *soft-tip probe* ultrasonik (Povey dan Harden, 1981), pencarian koagulasi protein susu (Bachman, 1978) dan lain-lain.

### C. Pengeringan

#### 1. Pengertian

Pengeringan merupakan proses untuk mengeluarkan air dari suatu bahan hingga tingkat kadar air tertentu (12-14%), agar kecepatan kerusakan bahan dapat diperlambat (Bahri, 2005). Berdasarkan prosesnya pengeringan dikenal dua macam pengeringan yaitu pengeringan secara alami dan buatan.



## **2. Metode Pengeringan**

### **a. Pengeringan alami**

Pengeringan alami memanfaatkan radiasi sinar matahari, suhu dan kelembaban udara sekitar serta kecepatan angin untuk proses pengeringan. Pengeringan dengan cara penjemuran ini mempunyai beberapa kelemahan antara lain, tergantung terhadap cuaca, sukar dikontrol, memerlukan tempat penjemuran yang luas, mudah terkontaminasi, dan memerlukan waktu yang lama.

### **b. Pengeringan buatan**

Pengeringan dengan buatan dapat menggunakan udara yang dipanaskan. Udara yang dipanaskan tersebut dialirkan dengan menggunakan alat penghembus (*fan*). Kelebihan pengeringan buatan adalah suhu dan kecepatan proses pengeringan dapat diatur sesuai keinginan, tidak terpengaruh cuaca, sanitasi dan higienes dapat dikendalikan. Kelemahan pengeringan buatan adalah memerlukan keterampilan dan peralatan khusus, serta biaya lebih tinggi dibanding pengeringan alami.

## **3. Laju Difusivitas Air**

Pengeringan merupakan proses yang kompleks meliputi perpindahan massa, panas dan momentum yang terjadi secara simultan. Mekanisme perpindahan lengas di dalam pori-pori padatan meliputi difusi molekular, aliran kapiler, difusi cairan melalui pori-pori padatan, difusi uap di dalam pori, aliran Knudsen, dan aliran hidrodinamik. Namun demikian tidak semua mekanisme perpindahan tersebut dapat terlibat di dalam model pengeringan karena kompleksnya

persamaan yang akan diselesaikan. Kebanyakan mekanisme difusi saja yang dilibatkan dalam pemodelan pengeringan.

Difusi atau transfer massa adalah gerakan molekul-molekul atau fluida yang disebabkan adanya gaya pendorong. Macam-macam jenis difusi adalah difusi molekuler/difusi permukaan, difusi antar fase satu film (difusi dalam aliran turbulen), dan difusi antar fase dua film. Difusivitas molekuler merupakan transfer massa yang disebabkan molekuler secara acak dalam fluida diam. Difusi permukaan terjadi manakala ada retakan; materi yang berdifusi cenderung menyusuri permukaan retakan. Konsentrasi di permukaan retakan lebih tinggi dari konsentrasi di volume. Energi aktivasi yang diperlukan untuk terjadinya difusi permukaan lebih rendah dibanding dengan energi aktivasi yang diperlukan untuk terjadinya difusi bidang batas. Pada pengeringan terjadi proses difusivitas air, yaitu penyebaran massa air ke sekitarnya. Faktor yang mempengaruhi difusivitas diantaranya adalah suhu, perbedaan tekanan luas permukaan, dan kadar air awal bahan, semakin tinggi kadar air awal bahan maka semakin tinggi pula nilai difusivitas air saat pengeringan berlangsung (Sutarsih, dkk. 2009).