

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Tanaman Salak

Tanaman salak merupakan salah satu tanaman buah yang disukai dan mempunyai prospek baik untuk diusahakan. Buah salak yang mempunyai nama latin *Salacca zalacca* merupakan salah satu buah tropis yang memiliki kandungan gizi cukup tinggi. Salak termasuk buah non klimaterik sehingga hanya dapat dipanen jika benar-benar telah matang di pohon, yang ditandai dengan sisik yang telah jarang, warna kulit buah merah kehitaman atau kuning tua, bulu-bulu di kulit telah hilang, bila dipetik mudah terlepas dari tangkai dan beraroma salak.

Klasifikasi tanaman salak adaah sebagai berikut :

Kingdom : *Plantae* (Tumbuhan)
Subkingdom : *Tracheobionta* (Tumbuhan berpembuluh)
Super Divisi : *Spermatophyta* (Menghasilkan biji)
Divisi : *Magnoliophyta* (Tumbuhan berbunga)
Kelas : *Liliopsida* (berkeping satu / monokotil)
Famili : *Arecaceae* (suku pinang-pinangan)
Genus : *Salacca*
Spesies : *Salacca zalacca*

(TKTM,2010).

Di Indonesia terdapat banyak sekali jenis salak. Menurut Nuryati (2007), salak yang banyak dikenal masyarakat diantaranya adalah:

1. Salak Pondoh

Jenis buah salak ini kecil-kecil, tetapi memiliki daging buah yang rasanya manis. Daging buahnya tipis sampai agak tebal dengan warna putih susu. Bila buah sudah masak betul (masir) rasa tersebut akan sedikit berkurang. Pada umumnya salak pondoh dijual bersama tangkainya dalam tandan. Bentuk salak pondoh dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Buah salak pondoh.

2. Salak Bali

Jenis buah salak ini besarnya sedang, dalam waktu lima bulan saja buah sudah masak. Buah yang masak berwarna merah coklat. Daging buah yang masak rasanya manis.

3. Salak Condet

Salak ini berasal dari daerah cagar budaya Condet, Jakarta Timur dan identik dengan masyarakat Betawi. Aroma salak ini paling harum dan tajam dibandingkan dengan salak jenis lain. Rasanya bervariasi, dari kurang manis sampai manis.

4. Salak Padang Sidempuan

Salak Padang Sidempuan berasal dari daerah Tapanuli Selatan. Ciri khas utama salak ini adalah daging buahnya yang berwarna kuning tua berserabut merah. Rasa daging buahnya manis bercampur asam dan pada buah yang sudah tua rasa sepatnya hamper tidak ada.

5. Salak gula pasir

Salak gula pasir merupakan salah satu kultivar dari salak Bali. Kelebihan salak ini adalah rasa daging buahnya yang sangat manis. Manis buah salak gula pasir tinggi hingga mendekati kemanisan gula.

6. Salak Manonjaya

Salak ini berasal dari daerah Manonjaya, Kabupaten Tasikmalaya, Jawa Barat. Kulit buah salak manonjaya terdiri atas susunan sisik yang sangat halus. Kulit buah salak ini termasuk yang paling tebal dibandingkan dengan jenis salak lainnya.

Kandungan gizi buah salak pondoh dalam tiap 100 gram buah salak segar dapat dilihat pada Tabel 1:

Tabel 1. Kandungan gizi buah salak per 100 gram buah.

Kandungan Gizi	Proporsi
Kalori (kal)	77,00
Protein (g)	0,40
Karbohidrat (g)	20,90
Kalsium (mg)	28,00
Fosfor (mg)	18,00
Zat besi (mg)	4,20
Vitamin B (mg)	0,04
Vitamin C (mg)	2,00
Air (mg)	78,00
Bagian yang dimakan (%)	50,00

Sumber : Direktorat Gizi Departemen Kesehatan,1999.

B. Fisiologi Pascapanen

Buah salak yang telah dipetik masih meneruskan proses hidupnya berupa proses fisiologi, sehingga buah salak tidak dapat disimpan dalam keadaan segar.

Fisiologi buah-buahan sangat penting diketahui untuk tujuan penanganan dan pengolahan. Perubahan pascapanen yang terjadi di dalam penyimpanan produk hasil pertanian yang berasal dari tanaman terdiri dari :

1. Respirasi

Suplai nutrisi setelah proses pemanenan terhenti sehingga produk tidak akan berkembang lagi, sementara jaringan yang ada pada komoditi hortikultura masih hidup dan melakukan proses metabolisme diantaranya respirasi. Respirasi merupakan pemecahan komponen organik (zat hidrat arang, lemak dan protein) menjadi produk yang lebih sederhana dan energi. Aktivitas ini bertujuan untuk memenuhi kebutuhan energi sel agar tetap hidup (Santoso, 2006). Ashari (2006) melaporkan bahwa proses respirasi ditandai dengan perubahan warna produk, tekstur, rasa dan kandungan nutrisinya. Persamaan proses respirasi adalah :



Semakin tinggi laju respirasi, biasanya semakin pendek umur simpan hasil pertanian. Laju respirasi dipengaruhi oleh banyak faktor baik faktor internal maupun faktor eksternal. Faktor internal yaitu umur panen, ukuran buah, pelapis alami, dan jenis jaringan. Sedangkan faktor eksternal meliputi suhu, etilen, komposisi gas (O_2 dan CO_2), luka atau kerusakan mekanis pada buah. Besar kecilnya respirasi dapat dilihat dengan menentukan jumlah substrat yang hilang,

O₂ yang diserap dan CO₂ yang dikeluarkan, panas yang dihasilkan dan energi yang timbul (Pantastico, 1986).

Kecepatan respirasi pada buah meningkat dengan meningkatnya suplai oksigen.

Tetapi bila konsentrasi O₂ lebih besar dari 20% respirasi hanya sedikit berpengaruh, konsentrasi CO₂ yang cukup tinggi dapat memperpanjang masa simpan buah dengan cara menghambat proses respirasi (Muchtadi, 1992).

Buah salak menunjukkan pola respirasi yang menurun dan tidak terdapat kenaikan produksi CO₂ yang signifikan. Hal ini menunjukkan salak termasuk buah non klimaterik. Buah dalam kelompok klimaterik ditandai dengan adanya proses yang cepat pada waktu pemasakan (*ripening*) dan peningkatan respirasi yang mencolok disertai perubahan warna, cita rasa, dan teksturnya.

2. Transpirasi

Transpirasi merupakan proses hilangnya air ke udara sekitar dalam bentuk uap atau gas. Aktivitas tersebut tidak dibarengi oleh aktivitas fotosintesis, sehingga senyawa tertentu dirombak dan air menguap tanpa ada pasokan baru. Hal tersebut menyebabkan susut berat pada buah. Susut berat komoditas ini berakibat pada penampilan komoditas yang semakin lama keriput dan melunak. Menurut Tranggono dan Sutardi (1990), kehilangan air merupakan penyebab utama dari kerusakan selama penyimpanan, kehilangan air dalam skala yang sedikit masih dapat ditolelir, namun demikian bila kehilangan air cukup besar dapat mengakibatkan bahan menjadi layu atau berkerut.

3. Pemasakan

Pemasakan adalah perubahan fisiologis organ tanaman yang masak, namun belum dapat diterima atau belum sesuai dengan selera konsumen untuk menjadi komoditi yang menarik, aromatik, dan belum mempunyai rasa manis atau enak yang menjadi tanda permulaan tahap masak. Pemasakan (*ripening*) di dalam buah-buahan mempengaruhi penerimaan atau selera konsumen, nutrisi, kelayakan untuk pengolahan dan penanganan lanjut.

Perubahan di dalam pemasakan berarti perubahan terhadap warna, tekstur dan rasa. Perubahan warna memiliki ciri sangat nyata dan kriteria terbesar yang digunakan oleh konsumen untuk menentukan pemasakan. Perubahan tekstur selama pemasakan berupa pelunakan. Perubahan rasa (*flavour*) yang terjadi adalah kadar gula, kadar asam, senyawa penyusun aroma volatil, dan senyawa *phenolik*. Buah yang masih terlalu muda mempunyai kandungan gula yang kurang dan hanya sedikit asam, yang mengakibatkan perbandingan total zat terlarut dengan asam tinggi. Dengan semakin masaknya buah, maka total zat terlarutnya bertambah (Pantastico, 1986).

C. Penyimpanan Buah Salak

Buah salak merupakan komoditi pertanian yang bersifat mudah rusak (*perishable*), apalagi didukung oleh iklim tropis yang panas dan lembab sehingga daya tahannya berkurang. Penyimpanan adalah salah satu cara tindakan pengamatan yang selalu terkait dengan faktor waktu dan tujuan menjaga dan mempertahankan nilai komoditi yang disimpan. Penyimpanan berperan dalam hal penyelamatan dan pengamanan hasil panen, memperpanjang waktu simpan,

terutama untuk komoditas musiman sehingga dapat mempertahankan harga.

Teknologi penyimpanan buah salak saat ini telah banyak yang digunakan, antara lain yaitu penyimpanan dengan menggunakan atmosfer termodifikasi, penyimpanan dengan perlakuan irigasi gama, penyimpanan suhu rendah, penyimpanan dengan penggunaan zat kimia berupa CaCO_3 dan pelapisan kulit buah dengan emulsi lilin. Teknologi penyimpanan buah salak tersebut merupakan penyimpanan buah yang belum dapat dilakukan sendiri oleh petani salak.

Penyimpanan salak dengan menggunakan pasir dan air pendingin dikatakan sebagai penyimpanan alternatif untuk mempertahankan umur simpan dan mutu buah salak, karena penyimpanan pasir dapat diaplikasikan oleh petani salak.

Penyimpanan salak dengan menggunakan media pasir dilakukan oleh Sitinjak, penelitian ini dilakukan dengan menggunakan 2 perlakuan. Perlakuan pertama adalah ukuran pasir dengan 3 taraf yaitu 1mm, 2mm, dan 3mm. Perlakuan yang kedua adalah air pendingin Berdasarkan pengamatan yang telah dilakukan, penyimpanan buah salak di dalam pasir berukuran 2mm dengan menggunakan air pendingin memiliki umur simpan yang paling lama, yaitu 20 hari dibandingkan dengan perlakuan yang lainnya (Sitinjak, 2011). Proses penyimpanan dengan menggunakan media pasir dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Penyimpanan menggunakan media pasir.

D. Penggunaan Air Pendingin

Pendinginan dengan menggunakan air merupakan salah satu cara yang sudah banyak digunakan. Penggunaan air pendingin dimaksudkan agar suhu di dalam pasir sebagai media penyimpanan dapat menjadi lebih rendah dibandingkan suhu lingkungan luar ruang penyimpanan. Suhu air pendingin perlahan-lahan akan naik hingga mendekati suhu lingkungan. Suhu air naik karena adanya pindah panas dari suhu lingkungan dan suhu di dalam ruang penyimpanan yang berisi pasir lebih tinggi ke air yang memiliki suhu lebih rendah. Pindah panas berlangsung secara konduksi. Perlakuan penyimpanan buah salak di dalam pasir tanpa air pendingin lebih cepat mengalami kenaikan suhu daripada perlakuan penyimpanan buah salak di dalam pasir dengan menggunakan air pendingin (Sitinjak, 2011).

Pantastico (1986), menyatakan bahwa penyimpanan suhu rendah merupakan cara yang paling efektif dalam memperlambat perkembangan pembusukan pasca panen buah-buahan dan sayuran yang disebabkan infeksi bagian dalam. Tiap buah dan sayuran mempunyai suhu optimum untuk menghambat pematangan dan penuaan proses-proses fisiologis yang membuat komoditi menjadi rentan terhadap kegiatan parasitik dan bakteri.

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Sitinjak (2011) menunjukkan bahwa buah salak yang disimpan di dalam pasir tanpa menggunakan air pendingin lebih pendek umur simpannya dibandingkan buah salak yang disimpan di dalam pasir dengan menggunakan air pendingin. Umur simpan buah salak dengan penyimpanan di dalam pasir berukuran 1 mm, 2 mm, dan 3 mm tanpa

menggunakan air pendingin masing-masing adalah 10 hari, 18 hari, dan 14 hari.

Umur simpan buah salak dengan penyimpanan di dalam pasir berukuran 1 mm, 2 mm, dan 3 mm dengan menggunakan air pendingin masing masing adalah 10 hari, 20 hari, dan 16 hari.

E. Perpindahan kalor

Proses perpindahan kalor dapat melalui tiga cara, yaitu : konduksi, konveksi, dan radiasi.

1. Konduksi

Konduksi adalah proses perpindahan kalor yang terjadi tanpa disertai dengan perpindahan partikel-partikel dalam zat itu, contoh : zat padat (logam) yang dipanaskan. Berdasarkan kemampuan dalam menghantarkan kalor, zat dibedakan menjadi dua yaitu konduktor dan isolator. Konduktor adalah zat yang mudah dalam menghantarkan kalor, contohnya adalah aluminium, logam besi, dsb.

Isolator adalah zat yang lebih sulit dalam menghantarkan kalor, contohnya adalah plastik, kayu, kain, dll. Besar kalor yang mengalir per satuan waktu pada proses konduksi ini tergantung pada :

- a) Berbanding lurus dengan luas penampang batang
- b) Berbanding lurus dengan selisih suhu kedua ujung batang
- c) Berbanding terbalik dengan panjang batang

Secara matematis pernyataan di atas dapat ditulis dengan :

$$Q_t = k.A.\Delta T/d.....(2)$$

Keterangan :

Q_t = banyaknya kalor yang melalui dinding batang selama selang waktu t , J/s

k = konduktivitas thermal, W/mK

A = luas penampang batang, m^2

d = panjang batang, m

ΔT = perbedaan suhu kedua ujung batang, K

2. Konveksi

Konveksi adalah proses perpindahan kalor yang terjadi yang disertai dengan perpindahan pergerakan fluida itu sendiri. Ada 2 jenis konveksi, yaitu konveksi alamiah dan konveksi paksa. Pada konveksi alamiah pergerakan fluida terjadi karena perbedaan massa jenis, sedangkan pada konveksi paksa terjadinya pergerakan fluida karena ada paksaan dari luar. Contoh konveksi alamiah yaitu : nyala lilin akan menimbulkan konveksi udara disekitarnya, air yang dipanaskan dalam panci, terjadinya angin laut dan angin darat, dsb. Contoh konveksi paksa adalah : sistim pendingin mobil, pengering rambut, kipas angin, dsb.

Besar laju kalor ketika sebuah benda panas memindahkan kalor ke fluida di sekitarnya adalah berbanding lurus dengan luas permukaan benda yang bersentuhan dengan fluida dan perbedaan suhu antara benda dengan fluida. Secara matematis persamaan tersebut dapat ditulis :

$$Q_t = h.A. \Delta T \dots \dots \dots (3)$$

Keterangan :

Q_t = laju aliran kalor secara konveksi, Watt

h = koefisien konveksi, W/ m^2 K

A = luas penampang permukaan benda, m^2

ΔT = perbedaan suhu antara benda dengan fluida, K

3. Radiasi

Radiasi adalah perpindahan kalor dalam bentuk gelombang elektromagnetik, contoh : cahaya matahari, gelombang radio, gelombang TV, dsb. Berdasarkan hasil eksperimen besarnya laju kalor radiasi tergantung pada : luas permukaan benda dan suhu mutlak benda.

Energi yang dipancarkan oleh suatu permukaan benda hitam dalam bentuk radiasi kalor tiap satuan waktu sebanding dengan luas permukaan benda (A) dan sebanding dengan pangkat empat suhu mutlak permukaan benda itu. secara matematis persamaan di atas dapat ditulis :

$$Q_t = \sigma \cdot e \cdot A \cdot T^4 \dots\dots\dots (4)$$

Keterangan :

Q_t = laju aliran kalor secara radiasi, Watt

σ (sigma) = tetapan Stefan -Boltzman yaitu $5,67 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{K}^4$

A = luas permukaan benda, m^2

T = suhu permukaan benda, K^4

e = koefisien emisivitas benda ($0 \leq e \leq 1$)

F. Pasir

Pasir merupakan material alam yang dibentuk oleh silikon dioksida, tetapi di beberapa pantai tropis dan subtropis umumnya dibentuk dari batu kapur. Pasir dapat digunakan sebagai media dalam penyimpanan buah, salah satunya adalah salak. Dalam penyimpanan menggunakan media pasir, pasir berfungsi sebagai konduktor yang dapat mengantarkan panas hasil respirasi dalam ruang penyimpanan.

Berdasarkan pengamatan Sitinjak (2011), umur simpan buah salak dengan penyimpanan di dalam pasir berukuran 1 mm, 2 mm, dan 3 mm dengan menggunakan air pendingin masing masing adalah 10 hari, 20 hari, dan 16 hari. Pasir 1 mm memiliki kerapatan yang besar sehingga saat buah salak mengalami transpirasi pada saat penyimpanan, sebagian air yang menguap dari dalam buah salak terhambat keluar melalui rongga-rongga pasir, sehingga memicu adanya mikroorganisme yang mempercepat kebusukan salak. Pasir 2 mm memiliki suhu yang lebih tinggi karena kandungan udara di dalam pasir berukuran 2 mm lebih banyak dibandingkan 1 mm. Air yang hilang dari bahan (transpirasi) dapat keluar melalui rongga-rongga pasir 2mm yang lebih besar sehingga buah tidak cepat mengalami kerusakan. Pasir 3 mm memiliki kerapatan yang kecil dan pori-pori besar sehingga kandungan udara di dalam pasir lebih besar yang menyebabkan suhu pasir yang lebih tinggi dibandingkan pasir berukuran 1 mm dan 2 mm sehingga buah salak mengalami transpirasi yang besar.

Ukuran butiran pasir ditentukan dengan menyaring sejumlah pasir dengan seperangkat saringan yang disusun dengan lubang yang paling besar berada paling atas, dan makin ke bawah makin kecil. Jumlah pasir yang tertahan pada saringan tertentu disebut sebagai salah satu dari ukuran butiran pasir. Contoh nomor-nomor saringan dan diameter lubang dari standar Amerika dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Standar ukuran saringan.

Nomor Saringan	Diameter Lubang (mm)
4	4,750
10	2,000
20	0,850
40	0,425
60	0,250
100	0,150
140	0,106
200	0,075

(Joseph, 1993).

G. Masa Simpan dan Mutu Buah Salak

Buah salak memiliki masa simpan yang relatif rendah, sehingga mudah mengalami kerusakan selama penyimpanan. Umur simpan buah sangat erat kaitannya dengan proses respirasi dan transpirasi selama proses penyimpanan, dimana akan menyebabkan susut bobot. Susut bobot akan menyebabkan perubahan wujud (kenampakan), cita rasa, warna atau tekstur, sehingga menyebabkan buah salak kurang disukai konsumen.

Umur simpan buah akan lebih bertahan lama jika laju respirasi rendah dan transpirasi dapat dicegah dengan meningkatkan kelembaban relatif, menurunkan suhu udara. Pada umumnya komoditas yang mempunyai umur simpan pendek mempunyai laju respirasi tinggi atau peka terhadap suhu rendah (Tranggono dan Sutardi, 1990).

Salak digolongkan dalam 3 (tiga) kelas mutu sebagai berikut:

- a. Kelas super : buah salak berkualitas paling baik (super) yaitu bebas dari cacat kecuali cacat sangat kecil.
- b. Kelas A : buah salak berkualitas baik, dengan cacat yang diperbolehkan sedikit pada bagian kulit seperti lecet, tergores, atau kerusakan mekanis lainnya. Dimana total area cacat tidak lebih dari 2% dari luas secara keseluruhan permukaan buah dan tidak mempengaruhi daging buah.
- c. Kelas B : buah salak berkualitas baik, dengan cacat yang diperbolehkan sedikit pada bagian kulit seperti lecet, tergores, atau kerusakan mekanis lainnya. Dimana total area cacat tidak lebih dari 2% dari luas area keseluruhan permukaan buah dan tidak mempengaruhi daging buah (SNI Salak, 2009).

Penggunaan sistem dan penanganan yang tepat diharapkan akan meningkatkan kualitas buah segar tersebut. Beberapa bentuk kualitas yang perlu diperhatikan pada buah segar yaitu: penampilan buah (kondisi luar buah), tekstur, *flavor*, serta kandungan nutrisi lainnya. Dari segi penampilan termasuk didalamnya ukuran, bentuk, warna, dan ada tidaknya kerusakan dan luka pada buah. Sedangkan yang dimaksud dengan *flavor* adalah pengukuran tingkat kemanisan (*sweetness*), keasaman (*acidity*), rasa pahit (*bitterness*), dan aroma. Kandungan nutrisi pada buah dapat berupa vitamin A dan C, kandungan mineral, *dietari fiber*, karbohidrat, protein, *antioxidan phytochemical* (*carotenoid*, *flavonoid*, dan senyawa fenol lainnya). Faktor-faktor keamanan yang juga mempengaruhi kualitas buah segar

adalah residu dari pestisida, keberadaan logam berat, *mikotoxin* yang diproduksi oleh berbagai spesies fungi dan kontaminasi dari mikroba (Winarno, 2004).

H. Kerusakan buah salak

Buah salak sama dengan hasil hortikultura yang lain yang cepat mengalami kerusakan selama penyimpanan. Buah salak yang rusak adalah buah yang menunjukkan adanya penyimpangan yang melewati batas yang bisa diterima secara normal oleh panca indera yaitu terdapat busuk pada ujung buah salak, salak sudah layu, ditumbuhi jamur yang tampak secara visual, menimbulkan bau busuk, daging menjadi lunak, dan berair sehingga tidak layak dikonsumsi. Kerusakan salak terdiri dari kerusakan fisik, fisiologis, mekanis, dan mikroorganisme.

Kerusakan fisik dapat disebabkan oleh suhu pendingin yang tidak tepat, sehingga menimbulkan warna coklat dibagian buah, lunak, busuk, dan menimbulkan bau aneh. Kerusakan fisiologis ditimbulkan dari reaksi metabolisme dan aktifitas enzim. Kerusakan mekanis terjadi pada waktu panen maupun pengangkutan.

Sedangkan kerusakan mikrobiologis dapat terjadi sebagai akibat dari kerusakan mekanis dan mungkin juga infeksi mikroba terjadi sewaktu buah belum dipanen.

Menurut Noorhakim (1990), kerusakan yang sering terjadi baik secara fisik maupun mekanis meliputi :

1. Luka

Luka pada buah salak dapat terjadi pada ujung buah, pangkal atau bagian lain dari buah. Luka ini disebabkan terpotong alat dan tertusuk duri pohon saat panen dan saat memetik buah dari tandannya terjadi luka pada bagian pangkal buah.

2. Memar

Memar dapat terjadi pada bagian tertentu buah salak. Kerusakan ini sulit untuk diketahui karena tanda-tandanya kurang tampak dari luar. Biasanya ditandai dengan bagian yang lebih lunak dari bagian buah lainnya. Memar terjadi karena benturan keras seperti buah jatuh dari pohon, benturan dengan alat pada saat panen dan pada saat pengepakan.

3. Kulit buah pecah

Kulit buah pecah adalah salah satu jenis kerusakan buah salak yang pada umumnya terjadi pada saat musim hujan. Arah pecahnya kulit buah dapat melintang atau memanjang pada buah. Bagian daging buah tampak warnanya lebih gelap dari sekelilingnya, yang masih ditutupi kulit. Kerusakan ini terjadi karena ketidakseimbangan perkembangan daging dengan kulit buahnya.

4. Kerusakan mikrobiologis

Buah salak dapat ditumbuhi kapang atau jamur yang mengakibatkan buah busuk. Serangan kapang atau jamur akibat adanya luka atau memar pada buah salak. Dengan adanya luka pada kulit atau pada pangkal buah maka terciptalah peluang bagi mikroba untuk masuk ke dalam daging buah setelah dipetik.

5. Kerusakan fisiologis

Reaksi metabolisme dan aktivitas enzim yang merupakan proses autolisis enzim yang menimbulkan kerusakan fisiologis. Adanya luka pada buah menyebabkan terjadinya pencoklatan pada daging buah dan meningkatkan kecepatan respirasi sehingga mempercepat pelayuan buah.