

II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menguraikan mengenai : (1) Stroberi, (2) Kitosan, (3) Lilin lebah, (4) Kerusakan pada Stroberi

2.1 Stroberi

Stroberi merupakan tanaman buah berupa herba yang ditemukan pertama kali di Chili, Amerika. Salah satu spesies tanaman stroberi yaitu *Fragaria chiloensis* L menyebar ke berbagai negara Amerika, Eropa dan Asia. Selanjutnya spesies lain, yaitu *F. vesca* L. lebih menyebar luas dibandingkan spesies lainnya. Jenis stroberi ini pula yang pertama kali masuk ke Indonesia (Bappenas, 2000)

Stroberi dalam bahasa Belanda *arbei* adalah sebuah varietas stroberi yang paling banyak dikenal di dunia. Seperti spesies lain dalam genus *Fragaria* (stroberi), buah ini berada dalam keluarga Rosaceae. Stroberi kaya akan kandungan fenol, seperti antosianin dan elagitanin. Warna merah menyala pada buah ini berasal dari kandungan antosianin yang juga berperan sebagai antioksidan untuk melindungi struktur sel dalam tubuh serta mencegah kerusakan oksigen pada organ tubuh manusia. Selain kaya akan kandungan vitamin C, stroberi juga merupakan sumber vitamin B5, B6, K, mangan, asam folat, kalium, *riboflavin*, tembaga, magnesium dan omega-3 asam lemak. (Harianingsih, 2010)

Stroberi (*fragaria vesca*) sangat kaya akan nutrisi, setiap 100 gram mengandung seperti protein 0,8 g, lemak 0,5 g, karbohidrat 8 g dan energi 37 kkal. Sedangkan mineral potensial terkandung kalsium 28 mg, fosfor 27 mg, zat besi 0,8 mg, magnesium 10 mg, potasium 27 mg, selenium 0,7 mg, vitamin A 60 SI, vitamin C 0,03 mg dan asam folat 17,7 mcg asam folat. Beberapa fitokimia

mampu menangkal kanker, menurunkan tekanan darah, serta menurunkan risiko diabetes. (Harianingsih, 2010)

Klasifikasi botani tanaman stroberi adalah sebagai berikut:

Divisi : Spermatophyta

Sub divisi : Angiospermae

Kelas : Dicotyledonae

Keluarga : Rosaceae

Genus : *Fragaria*

Spesies : *Fragaria* spp

(Harianingsih,2010)

Penentuan panen buah stroberi yang paling tepat ditandai dengan karakteristik buah bila dipegang terasa agak kenyal atau empuk, kulit buah dominan berwarna merah ata hijau kemerah-merahan hingga kuning kemerah-merahan mengkilap, dan buah berumur 2 minggu sejak pembungaan atau lebih kurang 10 hari sejak pembentukan buah pentil. Buah stroberi umumnya berbentuk kerucut hingga bulat. Persyaratan khusus kualitas buah stroberi adalah banyak mengandung gula, asam organik, vitamin C, tahan simpan, keadaan kaliks (daun kelopak) tidak mudah lepas (buah untuk konsumsi segar) serta mudah lepas (untuk konsumsi olahan)(Rukmana, 1998).

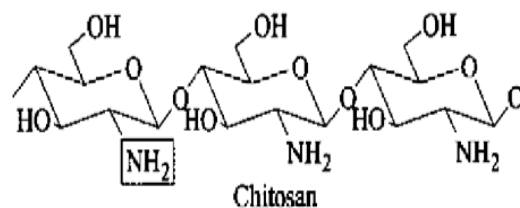
2.2. Kitosan

Kitosan merupakan salah satu polisakarida kationik alami yang diperoleh dari deasetilasi kitin yang banyak terdapat di alam. Kitin dapat diperoleh dari *crustacean* atau berbagai fungi. Kitin merupakan bentuk molekul yang hampir sama dengan selulosa, yaitu suatu bentuk polisakarida yang dibentuk dari molekul-molekul glukosa sederhana yang identik.

Ornum (1992) menjelaskan bahwa kitin merupakan polimer linier yang tersusun oleh 2000-3000 monomer n-asetil D-glukosamin dalam ikatan $\beta(1-4)$ atau 2-asetamida-2-deoksi-D-glukopiranol dengan rumus molekul $(C_8H_{13}NO_5)_n$.

Kitin mudah mengalami degradasi secara biologis, tidak beracun, tidak larut dalam air, asam anorganik encer, dan asam-asam organik, tetapi larut dalam larutan dimetil asetamida dan litium klorida (Kurita, 1998).

Proses produksi kitosan (dari sebelum terbentuknya kitin) meliputi demineralisasi, deproteinasi, dan deasetilasi. Demineralisasi dilakukan dengan menggunakan larutan asam encer yang bertujuan untuk menghilangkan mineral yang terkandung dalam bahan baku. Deproteinasi dilakukan dengan menggunakan larutan basa encer untuk menghilangkan sisa-sisa protein yang masih terdapat dalam bahan baku. Struktur kitosan dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Struktur Kitosan

Suatu molekul dikatakan kitin bila mempunyai derajat deasetilasi (DD) sampai 10% dan kandungan nitrogennya kurang dari 7%. Dan dikatakan chitosan bila nitrogen yang terkandung pada molekulnya lebih besar dari 7% berat dan DD lebih dari 70% (Muzzarelli, 1985 dalam Harianingsih 2010).

Derajat deasetilasi dan berat molekul berperan penting dalam kelarutan kitosan, sedangkan derajat deasetilasi sendiri berkaitan dengan kemampuan kitosan untuk membentuk interaksi isoelektrik dengan molekul lain (Wibowo, 2006).

Menurut Wibowo (2006), kelarutan kitosan dipengaruhi oleh tingkat ionisasinya, dan dalam bentuk terionisasi penuh, kelarutannya dalam air meningkat karena adanya jumlah gugus yang bermuatan.

Kitosan diketahui mempunyai kemampuan untuk membentuk gel, film dan fiber, karena berat molekulnya yang tinggi dan solubilitasnya dalam larutan asam encer (Hirano dkk., 1999).

Kitosan telah digunakan secara luas di industri makanan, kosmetik, kesehatan, farmasi dan pertanian serta pada pengolahan air limbah. Di industri makanan, kitosan dapat digunakan sebagai suspensi padat, pengawet, penstabil warna, penstabil makanan, bahan pengisi, pembentuk gel, tambahan makanan hewan dan sebagainya. Aplikasi kitosan dalam bidang pangan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Aplikasi kitosan dan turunannya dalam industri pangan

Aplikasi	Contoh
Antimikroba	Bakterisidal, fungisidal, pengukur kontaminasi jamur pada komoditi pertanian.
Edible film	Mengatur perpindahan uap antara makanan dan lingkungan sekitar, menahan pelepasan zat-zat antimikroba, antioksidan, nutrisi, flavor, dan obat, mereduksi tekanan parsial oksigen, pengatur suhu, menahan proses browning enzimatis pada buah.
Bahan aditif	Mempertahankan flavor alami, bahan Pengontrol tekstur, bahan pengemulsi, bahan pengental, stabilizer, dan penstabil warna.
Nutrisi	Sebagai serat diet, penurun kolesterol, persediaan dan tambahan makanan ikan, mereduksi penyerapan lemak, memproduksi protein sel tunggal, bahan anti gastritis (radang lambung), dan sebagai bahan makanan bayi.

(Sumber : Shahidi, dkk.1999)

2.3. Lilin Lebah

Ada tiga jenis lilin yang dikenal di alam, yakni yang berasal dari hewan, tumbuhan dan petroleum atau mineral. Lilin asal hewan yakni malam (*beewax*) adalah salah satu lilin yang kimianya stabil dan terkenal sepanjang sejarah perdagangan dunia (Sihombing, 1992).

Terdapat dua golongan kualitas malam yaitu: (1) Malam kualitas pertama, diperoleh dari sarang lebah yang masih baru dan belum pernah diisi madu atau tepung sari oleh penghuninya. Malam yang diperoleh dari sarang demikian ini warnanya putih dan bersih, (2) Malam kualitas kedua yaitu malam yang diperoleh

dari sarang lebah yang telah diisi madu serta telah diambil madunya (Sarwono, 2001).

Lilin lebah diperoleh dengan merebus sarang lebah pada suhu 65 °C, lilin lebah akan mengapung di permukaan air. Kemudian lilin lebah tersebut dipindahkan pada wadah perebus lain dan direbus lagi pada suhu 90 °C dan didinginkan sehingga diperoleh lilin lebah yang lebih murni dan bersih (Selvita, 2011).

Cara mendapatkan lilin lebah adalah dengan merebus sarang lebah dalam panci aluminium sampai mendidih. Semua kotoran yang mengapung harus dibuang setelah lilin lebah dibersihkan dari segala kotoran kemudian didinginkan dengan demikian jadilah lilin lebah atau malam (Warisno, 1996).

Lilin lebah merupakan lilin yang kompleks dibentuk dari campuran beberapa komponen meliputi hidrokarbon 14%, monoester 35%, diester 14%, triester 3%, hidroksi monoester 4%, hidroksi poliester 8%, asam ester 1%, asam poliester 2%, asam bebas, alkohol bebas 1%, dan 6% sisanya tidak diketahui. Komponen utama dari lilin lebah adalah palmitat, palmitoleat, hidroksi palmitat dan ester oleat yang berantai panjang (C_{30} - C_{32}) dari alkohol aliphatic. Perbandingan triacontanil palmitat ($CH_3(CH_2)_{29}O-CO-(CH_2)_{14}CH_3$) dengan asam serotik ($CH_3(CH_2)_{24}COOH$), yaitu 6:1 (Ensiklopedia, 2007).

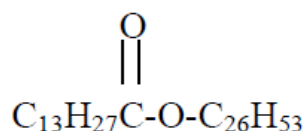
Lilin lebah ini berada dalam bentuk triester dan diester. Sebagai senyawa tersier, lilin lebah merupakan ester dari asam lemak berantai panjang dengan alkohol berantai panjang (*sterol/fatty alcohol*) dan asam hidroksilat, berupa

senyawa diester dari alkanadiol atau asam hidroksilat (Kalattukudy, 1976 dalam M.A Rozaq 2011).

Titik lebur lilin lebah murni berkisar antara 61-69°C (142-156°F), indeks refraksinya 1,44. Tahanan dielektrisnya 2,9 dan berat jenis pada suhu 20°C adalah 0,96 lebih ringan dari air. Tidak larut dalam air dan sedikit larut dalam alkohol dingin. Benzen chloroform, karbon disulfida, eter dan beberapa minyak yang mudah menguap melarutkan malam komplit. Bau dan rasanya khas dan terbakar dengan nyala kuning bersih dan mengeluarkan aroma unik. Malam sering terkontaminasi dengan sedikit polen, propolis, dan madu yang meningkatkan berat jenis dan warnanya (Sihombing, 1992).

Dari sudut pandang kimia, *wax* didefinisikan sebagai ester dari asam lemak dengan alkohol monohidrat dengan berat molekul tinggi. Ini dibedakan dari lemak yang merupakan ester dari asam lemak dengan alkohol trihidrat (biasanya glycerol) dengan berat molekul rendah, dan bisa ditambahkan bahwa apa yang disebut dengan minyak tetap atau minyak lemak dalam kenyataannya adalah lemak yang dicairkan pada temperatur biasa (Greene, 1999).

Adapun rumus kimia lilin lebah dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Rumus Kimia dari Lilin Lebah

Manfaat lilin lebah adalah untuk bahan membatik, lilin penerang, industri kosmetik, *cold cream*, *lipstick*, dan berbagai *lotion*, juga bisa digunakan sebagai

campuran pembuatan sabun natural yang berbahan dasar minyak. Pada industri farmasi, lilin lebah digunakan untuk bahan pembuatan plester atau kain pembalut, obat-obatan luar, campuran bahan-bahan tahan air/*water proof*, selain itu juga bisa digunakan sebagai campuran tinta, pensil, semir serta sebagai zat pengkilat (Lamar, *et al.*, 1976 dalam M.A Rozaq 2011).

Untuk pencegahan terhadap pembusukan buah, sehingga pembusukan pada buah dapat diperkecil. Salah satu caranya adalah dengan melapisi buah dengan lilin. Tujuan pelapisan lilin adalah untuk mencegah penguapan atau kehilangan air terlalu banyak, mempertahankan kesegaran dalam waktu yang cukup lama, mencegah kelayuan, serta memperindah kulit buah (Selvita, 2011).

Sebagian penyalutan permukaan sama seperti permukaan buah alami yang mengandung lilin dimana lilin tersebut merupakan penghalang yang baik untuk uap air. Ini mengurangi laju penguapan air dari permukaan buah dan dengan demikian memperlambat kehilangan berta yang dapat dijual. Pada banyak buah, ini juga bisa memperlambat kehilangan air buah dan serangan awal layu yang dapat dilihat, yang melindungi hasil bumi dari kehilangan nilai karena penurunan kualitas. Kecendrungan kehilangan air bisa ditandai dengan kehilangan berat segar dalam kondisi standar (Lopez, 1975 dalam M.A. Rozaq 2011).

Setelah panen, tetapi sebelum buah atau sayuran dikemas dan dikirim ke supermarket, buah atau sayuran dicuci berulang kali untuk membersihkan kotoran dan tanah. Pencucian ekstensif sedemikian juga menghilangkan lilin alami. Karena itu, lilin digunakan pada sebagian hasil bumi di tempat pengemasan untuk menggantikan lilin alami yang hilang. Lilin digunakan untuk: (1) Membantu

menahan air di dalam buah dan sayuran selama pengiriman dan pemasaran, (2) Membantu menghambat pertumbuhan jamur, (3) Melindungi buah dan sayuran dari memar, (4) Mencegah kerusakan fisik lainnya dan penyakit, (5) Meningkatkan tampilan. Dengan melindungi terhadap kehilangan air dan kontaminasi, penyalutan lilin membantu buah dan sayuran segera mempertahankan keutuhan dan kesegarannya. Penyalutan lilin tidak meningkatkan kualitas buah atau sayuran berkualitas rendah, namun penyalutan lilin bersama-sama dengan penanganan yang tepat – memberi kontribusi dalam pemeliharaan produk yang sehat (Extension, 1998).

2.4 Kerusakan pada Stroberi

Kerusakan buah dapat terjadi sejak buah dipanen hingga proses penyimpanan. Beberapa proses kerusakan yang terjadi pada buah antara lain :

2.4.1 *Browning* (Pencoklatan)

Proses pencoklatan atau *browning* sering terjadi pada buah-buahan, seperti pisang, pir, salak, pala dan apel begitu juga stroberi. Buah stroberi yang memar juga akan mengalami proses pencoklatan. Pada umumnya, proses pencoklatan dapat dibagi menjadi dua, yaitu proses pencoklatan enzimatis dan non enzimatis. Perubahan warna yang utama pada stroberi disebabkan oleh reaksi *browning* (pencoklatan).

Reaksi pencoklatan terdiri atas pencoklatan enzimatis dan non enzimatis. Pencoklatan enzimatis disebabkan oleh aktivitas enzim phenolase dan oliphenolase. Pada buah stroberi utuh, sel-selnya masih utuh, dimana substrat

yang terdiri atas senyawa-senyawa fenol terpisah dari enzim phenolase sehingga tidak terjadi reaksi *browning*.

Apabila sel pecah akibat terjatuh/memar atau terpotong (pengupasan, pengirisan) substrat dan enzim akan bertemu pada keadaan aerob (terdapat oksigen) sehingga terjadi reaksi *browning* enzimatis.

Pembentukan warna coklat dikarenakan terjadinya oksidasi senyawa-senyawa fenol dan polifenol oleh enzim fenolase dan polifenolase membentuk quinon, yang selanjutnya berpolimerisasi membentuk melanin (pigmen berwarna coklat). Untuk terjadinya reaksi *browning* enzimatis diperlukan adanya 4 komponen fenolase dan polifenolase (enzim), senyawa-senyawa fenol dan polifenol (substrat), oksigen dan ion tembaga yang merupakan sisi aktif enzim.

Untuk menghindari terjadinya reaksi *browning* enzimatis dapat dilakukan dengan mengeliminasi (menghilangkan) salah satu atau beberapa komponen tersebut. *Browning* non enzimatis terutama disebabkan reaksi Maillard, yaitu reaksi yang terjadi antara gula pereduksi (melalui sisi keton dan aldehyd yang reaktif) dengan asam-amino (melalui gugus amina). Reaksi ini banyak terjadi selama penyimpanan bahan pangan. Reaksi non enzimatis yang lain adalah karamelisasi dan oksidasi asam askorbat.

Reaksi *browning* dapat dicegah dengan menambahkan senyawa-senyawa anti pencoklatan, antara lain senyawa-senyawa sulfit, asam-asam organik dan dengan *blanching*/blansir. (1) Sulfit: Senyawa-senyawa sulfit misalnya natrium bisulfit, natrium sulfit dan lain-lain mempunyai kemampuan untuk menghambat reaksi *browning* baik enzimatis maupun non enzimatis. Penghambatan terhadap

browning enzimatis terutama disebabkan karena kemampuannya untuk mereduksi ikatan disulfida pada enzim, sehingga enzim menjadi tidak aktif, sedangkan penghambatan reaksi *browning* non enzimatis dikarenakan kemampuannya untuk bereaksi dengan gugus aktif gula pereduksi, sehingga mencegah reaksi antara gula pereduksi tersebut dengan asam amino.(2) Penambahan asam-asam organik dapat menghambat *browning* enzimatis terutama disebabkan oleh efek turunnya pH akibat penambahan senyawa tersebut. Enzim fenolase dan polifenolase bekerja optimum pada pH 5 – 7. Disamping menurunkan pH, penambahan asam askorbat yang bersifat pereduksi kuat akan berfungsi sebagai antioksidan. Dengan penambahan asam askorbat, oksigen yang menjadi pemacu reaksi *browning* enzimatis dapat dieliminasi. Selain menurunkan pH, penambahan asam sitrat juga dapat mengikat tembaga yang merupakan sisi aktif enzim, sehingga aktivitas enzim dapat dihambat (Harianingsih, 2010).

2.4.2 *Loss Mass* (Penyusutan Massa)

Susut (*losses*) kualitas dan kuantitas dapat terjadi sejak pemanenan hingga saat dikonsumsi. Besarnya susut sangat tergantung pada jenis komoditi dan cara penanganannya selepas panen. Untuk mengurangi susut ini, petani/pedagang harus : (1) mengetahui faktor biologis dan lingkungan yang berpengaruh terhadap terjadinya kerusakan, (2) menguasai teknik penanganan pasca panen yang dapat menunda kelayuan atau kebusukan dan menjaga kualitas pada tingkatan tertentu yang mungkin dicapai. Pada prinsipnya, untuk mengurangi susut yang terjadi setelah pemanenan dapat dilakukan dengan cara memanipulasi faktor biologis atau lingkungan dimana produk pertanian tersebut disimpan. Perbedaan faktor

biologis komoditi nabati dengan komoditi hewani menyebabkan cara penanganan keduanya juga berbeda. Secara umum faktor lingkungan yang berpengaruh terhadap kedua komoditi pertanian adalah sama, yaitu : suhu, kelembaban udara, komposisi udara (CO, CO₂, O₂), polutan dan cahaya. (Harianingsih, 2010)

2.4.3 Laju Respirasi dan Produksi Etilen yang Tinggi

Respirasi adalah proses pemecahan komponen organik (zat hidrat arang, lemak dan protein) menjadi produk yang lebih sederhana dan energi. Aktivitas ini ditujukan untuk memenuhi kebutuhan energi sel agar tetap hidup. Berdasarkan polanya, proses respirasi dan produksi etilen selama pendewasaan dan pematangan produk nabati dapat dibedakan menjadi dua, yaitu klimakterik dan non-klimakterik.

Komoditi dengan laju respirasi tinggi akan menunjukkan kecenderungan lebih cepat rusak. Menurunkan laju respirasi sampai batas minimal pemenuhan kebutuhan energi sel tanpa menimbulkan fermentasi akan dapat memperpanjang umur ekonomis produk nabati. Manipulasi faktor ini dapat dilakukan dengan teknik pelapisan (*coating*), penyimpanan pada suhu rendah, atau memodifikasi atmosfer ruang penyimpanan.

Etilen adalah senyawa organik sederhana yang dapat berperan sebagai hormon yang mengatur pertumbuhan, perkembangan, dan kelayuan. Keberadaan etilen akan mempercepat tercapainya tahap kelayuan (*senescence*). Maka, untuk tujuan pengawetan, senyawa ini perlu disingkirkan dari atmosfer ruang penyimpanan dengan cara menyempatkan enzim penghambat produksi etilen pada produk, atau mengoksidasi etilen dengan KMnO₄ atau ozon (Harianingsih, 2010).

Setelah dipanen, stroberi masih terus melakukan respirasi dan metabolisme, karena itulah komoditi tersebut dianggap masih hidup. Selama proses respirasi dan metabolisme berlangsung, buah akan mengeluarkan CO₂ dan air serta etilen, serta mengkonsumsi oksigen yang ada disekitarnya. Komposisi udara di ruang penyimpanan sangat berpengaruh terhadap sifat-sifat bahan segar yang disimpan. Kandungan oksigen, karbon dioksida dan etilen saling mempengaruhi metabolisme komoditi. Komposisi udara secara umum terdiri dari O₂(20%), CO₂ (0,03%), dan N₂ (78,8%). Dengan melakukan modifikasi atmosphere di sekitar komoditi tersebut, kita akan mendapatkan beberapa keuntungan pada kondisi komoditi tersebut. Modifikasi komposisi udara dilakukan dengan menurunkan kadar oksigen dan/atau meningkatkan kandungan karbon dioksida (CO₂).

Terkadang masih diperlukan langkah pencegahan agar gas etilen yang diproduksi tidak terkumpul di udara ruang penyimpanan. Pada umumnya, udara yang semakin menipis kandungannya oksigenya serta semakin meningkat kandungan karbondioksidanya akan mengakibatkan menurunnya laju aktivitas pernapasan dari komoditi segar. Sedangkan etilen adalah hormon tanaman, dimana dengan adanya etilen, bahkan dalam dosis kecil, akan sangat mempengaruhi tahap-tahap metabolisme, termasuk di dalamnya proses awal pematangan, kelayuan dan kematangan serta proses pembentukan senyawa fenolik.

Terakumulasinya gas etilen dalam ruang penyimpanan akan mengakibatkan timbulnya rasa pahit atau pengerasan pada buah, seperti pada

asparagus. Hal ini dikarenakan adanya akumulasi zat fenol dan terjadinya proses pembuatan lignin. Etilen (C_2H_4) dapat mengakibatkan terjadinya pengerasan ubi jalar atau pembusukan di bagian dalam buah. Pada umumnya, modifikasi komposisi udara atau yang juga dikenal sebagai contoh *atmosphere storage* ikut menentukan atau mengatur sistem *noymonal* oleh *ethylenene*. Sintesis etilen dalam jumlah yang cukup untuk merangsang proses pematangan tidak akan terjadi bila kadar oksigen di bawah 7% (Mapson dan Robinson, 1966 dalam Harianingsih 2010).

Kepekaan komoditi terhadap etilen juga akan menurun pada konsentrasi oksigen yang rendah. Sebelum ethylene dapat mempengaruhi komoditi, molekul oksigen harus mengikat atau bereaksi dengan etilen. Bila kadar oksigen naik 3%, pengikatan etilen akan turun sebanyak 50%. Karbon dioksida (CO_2) tidak secara langsung mempengaruhi sintesa etilen, tetapi lebih bersifat antagonis terhadap etilen. Secara struktural, CO_2 serupa dengan etilen, sehingga akan bersaing memperebutkan tempat yang seharusnya ditempati oleh etilen. Oksigen dalam udara tidak dapat dihilangkan sama sekali dari atmosphere, karena adanya oksigen masih diperlukan untuk menjaga berlangsungnya metabolisme secara normal.

Pada kondisi oksigen di bawah 1 – 3%, banyak komoditi justru mengalami kerusakan. Demikian pula dengan konsentrasi CO_2 . Batas toleransi komoditi terhadap gas-gas tersebut bervariasi. Beberapa komoditi tidak tahan pada konsentrasi CO_2 tinggi. Beberapa komoditi tahan pada konsentrasi CO_2 1%, sedangkan komoditi lain tahan pada kadar 20% atau lebih. Meskipun konsentrasi O_2 dan CO_2 optimum, masih ada kemungkinan tertimbunnya gas etilen, dan perlu

diserap (*srubbing*) dengan zat-zat kimia tertentu, seperti kalium permanganat atau dengan ultraviolet iradiasi, atau dengan menurunkan tekanan udara sampai 1/10 udara normal.

2.4.4 Laju Transpirasi yang Tinggi

Transpirasi adalah pengeluaran air dari dalam jaringan produk nabati. Laju transpirasi dipengaruhi oleh faktor internal (morfologis / anatomis, rasio permukaan terhadap volume, kerusakan fisik, umur panen) dan faktor eksternal (suhu, RH, pergerakan udara dan tekanan atmosfer). Transpirasi yang berlebihan akan menyebabkan produk mengalami pengurangan berat, penurunan daya tarik (karena layu), nilai tekstur dan nilai gizi. Pengendalian laju transpirasi dilakukan dengan pelapisan, penyimpanan dingin, atau memodifikasi atmosfer (Harianingsih, 2010).

2.4.5 Sensitivitas Terhadap Suhu

Pemaparan komoditi pada suhu yang tidak sesuai akan menyebabkan kerusakan fisiologis pada stroberi yang bisa berupa : (1) *freezing injuries*, karena produk disimpan di bawah suhu bekunya; (2) *chilling injuries*, umum pada produk tropis yang disimpan di atas suhu beku dan diantara 5 – 15°C, tergantung sensitivitas komoditi; (3) *heat injuries*, terjadi karena paparan sinar matahari atau panas yang berlebihan. Berdasarkan sensitivitasnya terhadap suhu, dikenal dua golongan produk, yaitu yang bersifat sensitif dan tidak sensitif terhadap pendinginan. Suhu kritis stroberi berkisar antara 36 – 38 °C jika disimpan melebihi suhu tersebut kerusakan yang dapat terjadi berupa pencoklatan di bagian dalam, bagian tengah coklat, lembek dan lepuh.