

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1 *Edible coating*

Coating merupakan lapisan tipis yang dibuat untuk melapisi bahan makanan. Bahan ini digunakan di atas atau di antara produk dengan cara membungkus, merendam, menyikat atau menyemprot, untuk memberikan tahanan yang selektif terhadap transmisi gas dan uap air, serta memberikan perlindungan terhadap kerusakan mekanis (Baldwin dkk, 2012).

Edible coating adalah suatu metode pemberian lapisan tipis pada permukaan buah untuk menghambat keluarnya gas, uap air dan menghindari kontak dengan oksigen, sehingga proses pemasakan dan pencoklatan buah dapat diperlambat. Lapisan yang ditambahkan di permukaan buah ini tidak berbahaya bila ikut dikonsumsi bersama buah (Gennadius dan Weller, 1990 dalam al-Juhaimi dkk, 2012).

Pemanfaatan *edible coating* merupakan salah satu metode untuk memperpanjang umur simpan dari produk pertanian, mengurangi penurunan kualitas dan kehilangan hasil. *Edible coating* juga memberikan efek yang hampir sama dengan penyimpanan *modified atmospher*. *Edible coating* pada buah dan sayuran berprospek untuk dapat memperbaiki kualitas tampilan dan umur simpan buah atau sayuran (Baldwin dkk, 2012).

Edible coating akan membentuk suatu pelindung pada bahan pangan karena berperan sebagai *barrier* yang menjaga kelembaban, bersifat selektif permeabel terhadap gas (O_2 dan CO_2), dan dapat mengontrol migrasi

komponen-komponen larut air yang dapat menyebabkan perubahan komposisi nutrisi. *Edible coating* digunakan pada buah-buahan dan sayuran untuk mengurangi terjadinya kehilangan kelembaban, memperbaiki penampilan, sebagai *barrier* untuk pertukaran gas dari produk ke lingkungan atau sebaliknya (Krotcha dkk, 1994).

Selain sebagai *barrier* menurut Brody dan Strupinsky (2001), *edible coating* juga dapat mengurangi penggunaan atau limbah kemasan karena sifatnya yang *biodegradable* serta dapat memperlambat kerusakan dan meningkatkan keamanan dari kontaminasi mikroorganisme selama proses, penanganan dan penyimpanan buah dan sayuran.

Cara pengaplikasian *coating* tergantung dari bentuk, ukuran dan sifat dari produk yang ingin dilapisi (Susanto dan Sucipto, 1994). Menurut Donhowe dan Fenemme (1994), metode untuk aplikasi *coating* pada buah dan sayuran terdiri dari beberapa cara, yakni metode pencelupan (*dipping*), pembusaan, penyemprotan (*spraying*), penuangan (*casting*), dan aplikasi penetesan terkontrol. Metode pencelupan (*dipping*) merupakan metode yang paling banyak digunakan terutama pada sayuran, buah, daging, dan ikan, dimana produk dicelupkan ke dalam larutan yang digunakan sebagai bahan *coating*.

Komponen utama penyusun *edible coating* dapat dikelompokkan menjadi tiga kategori, yaitu hidrokoloid, lipid, dan komposit (campuran). Hidrokoloid yang dapat digunakan untuk membuat *edible coating* adalah protein (gelatin, kasein, protein kedelai, protein jagung, dan gluten gandum)

dan polisakarida (pati, alginat, pektin, dan modifikasi karbohidrat lainnya). Lipida yang dapat digunakan adalah lilin, *bees wax*, gliserol, dan asam lemak (Krochta dkk, 1994).

Edible coating merupakan salah satu penemuan dari hasil pemikiran manusia yang digunakan untuk meningkatkan kualitas buah. Pemikiran – pemikiran ini muncul akibat adanya permasalahan buah yang cepat busuk dan hanya memiliki umur simpan yang relatif singkat yang salah satu penyebabnya adalah proses fisiologi yang masih berlangsung. Pemikiran pemberian lapisan ini dimulai dari melihat dan memperhatikan buah-buahan yang ada disekitar. Buah-buahan yang memiliki kulit tebal seperti mangga dan semangka memiliki umur simpan yang lebih lama dibandingkan buah-buahan yang memiliki kulit yang tipis seperti belimbing dan anggur. Dari hasil pengamatan tersebut sehingga munculah sebuah ide untuk memberi pelapis tambahan untuk mempertebal kulit buah sehingga diharapkan dapat memperpanjang umur simpan buah. Pelapisan yang diberikan merupakan pelapisan yang aman jika ikut dikonsumsi.

Islam mengajarkan manusia untuk memperhatikan alam sekitar guna diambil pelajaran sebagai sarana untuk mencapai perubahan yang lebih baik.

Dalam surat al-Dzaariyaat (51): 20-21 :

وَفِي الْأَرْضِ آيَاتٌ لِّلْمُوقِنِينَ ﴿٢٠﴾ وَفِي أَنفُسِكُمْ أَفَلَا تُبْصِرُونَ ﴿٢١﴾

Artinya : “Dan di bumi itu terdapat tanda-tanda (kekuasaan Allah) bagi orang-orang yang yakin. Dan (juga) pada dirimu sendiri. Maka Apakah kamu tidak memperhatikan?”

Pada ayat di atas Allah SWT memerintahkan kepada manusia untuk memperhatikan segala sesuatu yang ada di bumi. Manusia akan mendapatkan pembelajaran-pembelajaran dari tanda-tanda kekuasaan-Nya yang ada di bumi ini.

2.2 Bahan-Bahan *edible coating*

2.2.1 CMC (Carboxy Methyl Cellulosa)

Natrium carboxymethylcellulose, yang sering dikenal dengan CMC adalah turunan dari selulosa dan sering dipakai dalam industri pangan, atau digunakan dalam bahan makanan untuk mencegah terjadinya retrogradasi. Pembuatan CMC adalah dengan cara mereaksikan NaOH dengan selulosa murni, kemudian ditambahkan Na-kloro asetat. Na-CMC berwarna putih atau sedikit kekuningan, tidak berbau dan tidak berasa, berbentuk granula yang halus atau bubuk yang bersifat higroskopis (Nisperos-carriedo, 1994).

CMC berperan sebagai pengemulsi dan pengstabil pada larutan *edible coating*. Menurut Santoso (2004) pembuatan larutan *edible coating* komposit antara bahan bersifat hidrofobik dengan hidrofilik harus ditambahkan emulsifier agar larutan lebih stabil. Emulsifier yang dapat digunakan antara lain CMC.

Menurut Belitz dan Grosch (1999), ada empat sifat fungsional yang penting dari Na-CMC yaitu untuk pengental, stabilisator, pembentuk gel dan beberapa hal sebagai pengemulsi. Didalam sistem emulsi hidrokoloid (Na-

CMC) tidak berfungsi sebagai pengemulsi tetapi lebih sebagai senyawa yang memberikan kestabilan.

2.2.2 PLASTICIZER

Plasticizer adalah bahan organik dengan bobot molekul rendah yang ditambahkan dengan maksud memperlemah kekakuan suatu film. Plasticizer dapat meningkatkan fleksibilitas dan ketahanan film terutama jika disimpan pada suhu rendah. Plasticizer yang umumnya digunakan dalam pembuatan *edible coating* adalah gliserol, polietilen glikol 400 (PEG), sorbitol, propilen, glikol dan etilen glikol (EG) (Baldwin, 2012).

Salah satu plasticizer yang dapat digunakan dalam pembuatan *edible coating* adalah gliserol. Menurut Gontard dkk (1993) dalam Budiman (2009), gliserol efektif digunakan sebagai plasticizer pada hidrofilik film. Penambahan gliserol akan menghasilkan film yang lebih fleksibel dan halus. Gliserol dapat meningkatkan permeabilitas film terhadap uap air karena sifat gliserol yang hidrofilik.

2.2.3 Asam Lemak Stearat

Asam stearat adalah campuran asam organik padat yang diperoleh dari lemak sebagian besar terdiri dari asam oktadekanoat, $C_{18}H_{36}O_2$ dan asam heksadekanoat, $C_{16}H_{32}O_2$. Asam lemak ini merupakan asam lemak jenuh, wujudnya padat pada suhu ruang. Asam stearat diproses dengan memperlakukan lemak hewan dengan air pada suhu dan tekanan tinggi.

Asam ini dapat pula diperoleh dari hidrogenasi minyak nabati (Cahyadi, 2009).

Asam lemak stearat merupakan asam lemak jenuh (Santoso, 2004). Menurut Belitz dan Grosch (1999) Struktur hidrokarbon molekul asam stearat yang panjang terdiri dari karbon dan hidrogen yang bersifat non polar tidak berikatan dengan air sehingga bersifat hidrofobik, sedangkan gugus karboksil bersifat polar yang dapat membentuk ikatan hidrogen dengan air, sehingga mampu mengikat air dengan kuat bersifat hidrofilik.

Sifat hidrofobik pada asam stearat menurunkan nilai transmisi uap air film. Semakin panjang struktur rantai hidrokarbon asam lemak maka semakin meningkat sifat hidrofobik asam lemak. Selanjutnya mobilitas rantai asam lemak juga membantu terjadinya transmisi uap air film, penurunan transmisi uap air terjadi apabila mobilitas rantai menurun. Asam stearat mempunyai rantai hidrokarbon yang paling panjang (C_{18}) sehingga mempunyai.

2.2.4 Asam Askorbat

Vitamin C atau asam askorbat ($C_6H_8O_6$) merupakan padatan kristal yang berwarna putih, tidak berbau, tidak larut dalam etil alkohol tapi larut dalam air. Asam askorbat sangat mudah teroksidasi secara reversible menjadi asam L-dehidroaskorbat yang masih mempunyai aktivitas vitamin C. Reaksi degradasi asam askorbat dalam larutan air tergantung pada beberapa faktor seperti pH (kisaran pH 4 sampai pH 6 mempunyai

kestabilan yang paling tinggi), suhu dan kehadiran dari oksigen atau ion logam seperti tembaga. Asam askorbat sering digunakan sebagai antioksidan diberbagai macam pangan olahan, antara lain buah-kaleng, sayuran kaleng, ikan kaleng, daging kaleng, minuman ringan dan beverages (Belitz dan Grosch, 1999).

Asam askorbat diizinkan digunakan dalam banyak proses pengolahan karena asam askorbat ini banyak terdapat pada jaringan tumbuhan atau hewan dan dalam banyak sayuran serta buah-buahan dalam jumlah yang relatif besar, disamping itu karena tingkat toksisitasnya yang sangat rendah, dimana manusia aman mengkonsumsinya sampai jumlah 4 gram per hari. Asam askorbat di dalam makanan sering digunakan sebagai pengawet, antioksidan dan penambah gizi (Cahyadi, 2009).

2.3 Pati (Amilum)

Pati merupakan karbohidrat yang tersebar dalam tanaman terutama tanaman berklorofil. Bagi tanaman, pati merupakan cadangan makanan yang terdapat pada biji, batang dan pada bagian umbi tanaman. Banyaknya kandungan pati pada tanaman tergantung pada asal pati tersebut, misalnya pati yang berasal dari biji beras mengandung pati 50-60% (Winarno, dkk., 1980).

Butir-butir pati apabila diamati dengan menggunakan mikroskop, ternyata berbeda-beda bentuknya, tergantung dari tumbuhan apa pati tersebut

diperoleh. Bentuk butir pati yang berasal dari kentang berbeda dengan yang berasal dari terigu atau beras (Poedjiadi dan Suprianti, 2006).

Amilum terdiri atas dua macam polisakarida yang kedua-duanya adalah polimer dari glukosa, yaitu amilosa dan amilopektin. Amilosa merupakan komponen pati yang mempunyai rantai lurus dan larut dalam air. Umumnya amilosa menyusun pati 17 – 21%, terdiri dari satuan glukosa yang bergabung melalui ikatan $\alpha(1,4)$ D-glukosa. Amilosa juga mempunyai sifat alir dan daya kompresibilitas yang baik. Sementara amilopektin merupakan komponen pati yang mempunyai rantai cabang, terdiri dari satuan glukosa yang bergabung melalui ikatan $\alpha(1,4)$ D-glukosa dan $\alpha(1,6)$ D-glukosa. Amilopektin tidak larut dalam air tetapi larut dalam butanol dan bersifat kohesif sehingga sifat alir dan daya kompresibilitasnya kurang baik (Belitz dan Grosch, 1999).

Polisakarida larut air merupakan senyawa polimer berantai panjang yang dilarutkan kedalam air, dengan tujuan mendapatkan viskositas larutan yang cukup kental. Komponen-komponen inilah yang akan berperan untuk mendapatkan tekstur, kerenyahan, kepadatan, kualitas ketebalan, viskositas, adhesivitas, dan kemampuan pembentukan gel. Selain itu, senyawa ini sangat ekonomis bila digunakan untuk industri karena mudah didapatkan dan tidak beracun (Krotcha dkk, 1994).

Edible coating menggunakan bahan dasar polisakarida banyak digunakan terutama pada buah dan sayuran, karena memiliki kemampuan bertindak sebagai membran *permeabel* yang selektif terhadap pertukaran gas

karbondioksida dan oksigen. Sifat inilah yang dapat memperpanjang umur simpan karena respirasi buah dan sayuran menjadi berkurang. Selain itu polisakarida menghasilkan film dengan sifat mekanik yang baik (Krotchadkk, 1994).

2.3.1 Pati Singkong (*Manihot esculenta*)

Potensi sumber daya alam, terutama singkong (*Manihot esculenta*) dipedesaan sangat besar, apalagi singkong (*Manihot esculenta*) termasuk bahan pangan sumber karbohidrat (energi). Selain sebagai sumber karbohidrat singkong (*Manihot esculenta*) juga mengandung berbagai zat gizi (tabel 2.1) (Najiyati, 2000). Menurut Lipi (1980), singkong (*Manihot esculenta*) merupakan makanan utama di daerah tandus di Indonesia. Umbinya dimasak untuk bermacam-macam panganan. Singkong (*Manihot esculenta*) merupakan bahan baku pembuatan tepung tapioka (pati singkong (*Manihot esculenta*)).

Tapioka adalah pati yang diperoleh dari hasil air perasansi singkong (*Manihot esculenta*), dimana pati itu terdiri dari dari dua fraksi yang dapat dipisahkan dengan air panas. Fraksi terlarut disebut amilosa dan yang tidak terlarut disebut amilopektin. Tepung tapioka mengandung 17% amilosa dan 83% amilopektin. Tepung tapioka memiliki granula yang padat (Feryanto, 2007).

Untuk menghasilkan tepung tapioka dengan kualitas tinggi, dibutuhkan singkong (*Manihot esculenta*) yang siap panen yaitu berusia

antara 7-9 bulan. Produksi maksimum tepung tapioka sangat tergantung dari kualitas bahan baku. Dengan kualitas bahan baku yang baik, tepung tapioka dapat dihasilkan sebanyak 40% dari jumlah keseluruhan singkong (*Manihot esculenta*) yang digunakan (Purnamawati, 2007).

Tabel 2.1 kandungan gizi tepung tapioka per 100 gram

No	Komponen	Tepung Tapioka
1	Kalori (kal)	362,00
2	Protein (g)	0,50
3	Karbohidrat (g)	86,90
4	Lemak (g)	0,30
5	Kalium (mg)	0,00
6	Fosfor (mg)	0,00
7	Besi (mg)	0,00
8	Vitamin C (mg)	0,00
9	Vitamin B1 (mg)	0,00
10	Air (g)	12,00
11	Berat dapat dimakan	0,00

Sumber : direktorat gizi dep.kes.RI

2.3.2 Pati Ganyong (*Canna edulis*)

Berdasarkan data perhutani Jawa Tengah tahun 1999 tanaman ganyong (*Canna edulis*) yang tumbuh di bawah naungan tanaman jati dapat berproduksi 30 ton per hektar. Dengan demikian, tanaman lepas tumpang sari, pada lahan seluas 40.000 ha tanaman ganyong (*Canna edulis*) dapat menghasilkan 1.200.000 ton per musim panen (Subandi, 2003).

Selama ini sebagian produksi ganyong (*Canna edulis*) hanya terbatas untuk konsumsi rumah tangga. Dengan hasil panen yang melimpah ini diharapkan produksi tanaman ganyong (*Canna edulis*) dapat dikembangkan dalam berbagai produk dari hasil patinya. Menurut Siswandi

(2006), selain dapat langsung dikonsumsi dengan cara direbus terlebih dahulu, umbi ganyong (*Canna edulis*) juga dapat diolah menjadi produk antara, misalnya pati atau tepung.

Ganyong (*Canna edulis*) merupakan salah satu umbi yang cukup potensial untuk dimanfaatkan patinya karena memiliki kandungan karbohidrat sekitar 80%. Serupa dengan umbi-umbian lainnya, umbi ganyong (*Canna edulis*) memiliki umur simpan yang relatif singkat yaitu sekitar 8-9 hari. Oleh karena itu, pengolahan ganyong (*Canna edulis*) menjadi pati ganyong (*Canna edulis*) merupakan salah satu cara efektif dalam meningkatkan umur simpan serta cakupan pengolahannya. Umbi ganyong (*Canna edulis*) dapat diambil air perasan patinya untuk dimanfaatkan dalam industri pengolahan pangan ataupun industri lainnya (Rukmana, 2000).

Semakin tua umur tanaman ganyong (*Canna edulis*), kandungan pati cenderung makin tinggi (meningkat). Umbi ganyong (*Canna edulis*) mengandung 10-20 % pati berkualitas. Rendahnya rendemen pati ganyong (*Canna edulis*) disebabkan karena ganyong (*Canna edulis*) mengandung serat dalam jumlah yang tinggi sehingga sulit dihaluskan dan juga sulit untuk lolos dalam pengayakan (Feryanto, 2007).

Pati ganyong (*Canna edulis*) mempunyai ciri-ciri permukaan granula yang luas mendekati bentuk oval, panjangnya mencapai ukuran 125-145 μm x 60 μm dengan struktur yang saling berdekatan. Warna pati yang dihasilkan yaitu kekuningan dan mengkilat. Sifat-sifat pati ganyong (*Canna edulis*) yaitu secara visual pati ganyong (*Canna edulis*) berwarna putih

kecoklatan dengan derajat putih sekitar 62.93%, granula pati berbentuk lonjong dengan ukuran tidak seragam, diameternya berkisar antara 40-140 μm . Tingkat umbi, suhu, dan lama penyimpanan umbi tidak mempengaruhi jumlah rendemen, kadar air, dan kadar pati dari pati ganyong (*Canna edulis*) (Sudarmadji,dkk., 1997).

Pembuatan pati ganyong (*Canna edulis*) dapat dilakukan dengan cara sederhana yang terlihat pada gambar.2.1.



Gambar.2.1 Proses pembuatan pati ganyong (*Canna edulis*) dengan cara sederhana (Subandi, 2003)

2.4 Tanaman Stroberi (*Fragaria x ananassa*)

Allah berfirman dalam al-Qur'an surat al-An'aam ayat 141:

وَهُوَ الَّذِي أَنْشَأَ جَنَّاتٍ مَّعْرُوشَاتٍ وَغَيْرِ مَّعْرُوشَاتٍ وَالنَّخْلَ وَالزَّرْعَ مُخْتَلِفًا
أَكْلُهُمُ وَالزَّيْتُونَ وَالرُّمَّانَ مُتَشَبِهًا وَغَيْرَ مُتَشَبِهٍ ۗ كُلُوا مِن ثَمَرِهِ ۗ

إِذَا أَثْمَرَ وَءَاتُوا حَقَّهُ يَوْمَ حَصَادِهِ ۖ وَلَا تُسْرِفُوا ۚ إِنَّهُ لَا يُحِبُّ
 الْمُسْرِفِينَ ﴿١٥١﴾

Artinya : “Dan Dialah yang menjadikan kebun-kebon yang berjunjung dan yang tidak berjunjung, pohon korma, tanam-tanaman yang bermacam-macam buahnya, zaitun dan delima yang serupa (bentuk dan warnanya) dan tidak sama (rasanya), makanlah dari buahnya (yang bermacam-macam itu) bila Dia berbuah, dan tunaikanlah haknya di hari memetik hasilnya (dengan disedekahkan kepada fakir miskin); dan janganlah kamu berlebih-lebihan. Sesungguhnya Allah tidak menyukai orang yang berlebih-lebihan.”

Ayat tersebut menjelaskan bahwa Allah SWT menciptakan serta menumbuhkan kebun-kebon dengan 2 jenis tanaman yaitu tanaman yang berjunjung dan tanaman yang tidak berjunjung. Menurut Imam Jalaluddin, maksud dari tanaman yang berjunjung adalah tanaman yang membentang di atas tanah seperti semangka sedangkan tanaman yang tidak berjunjung adalah tanaman yang memiliki batang yang menjulang ke atas seperti kurma. Dalam tafsir al-Qurthubi dituliskan bahwa arti معروشت adalah tanaman yang ditanam dan diangkat oleh manusia sedangkan arti غير معروشت adalah buah-buahan yang tumbuh di darat dan pegunungan. Jadi berdasarkan tafsir ayat tersebut dapat dikatakan bahwa stroberi (*Fragaria x ananassa*) merupakan golongan buah yang tidak berjunjung (غير معروشت).

Stroberi (*Fragaria x ananassa*) merupakan tanaman buah berupa herba yang ditemukan pertama kali di chili, Amerika (Wijoyo, 2008). Menurut Rukmana (1998), stroberi (*Fragaria x ananassa*) merupakan salah

satu komoditas buah-buahan yang penting di dunia, terutama untuk negara-negara beriklim subtropis.

Stroberi (*Fragaria x ananassa*) termasuk buah unggulan bernilai ekonomi tinggi yang digolongkan ke dalam golongan buah eksotis dan juga termasuk buah yang digemari oleh segala bangsa (Cahyono, 2008). Menurut Rukmana (1998), permintaan dunia akan buah stroberi (*Fragaria x ananassa*), cenderung terus meningkat dari tahun ke tahun. Daya serap pasar (konsumen) yang semakin tinggi, hal ini berarti agribisnis stroberi (*Fragaria x ananassa*) mempunyai prospek cerah.

Awal mulanya, budi daya stroberi (*Fragaria x ananassa*) didominasi daerah atau negara beriklim subtropis. Tetapi, seiring dengan perkembangan ilmu dan teknologi pertanian yang semakin maju, pengembangan stroberi (*Fragaria x ananassa*) pun mendapat perhatian di daerah tropis (Wijoyo, 2008). Oleh Rukmana (1998) dikatakan, penanaman stroberi (*Fragaria* sp) di Indonesia sudah lama dirintis sejak zaman kolonialisasi Belanda, akan tetapi pengembangannya masih dalam skala kecil.

Tanaman stroberi (*Fragaria x ananassa*) dalam tata nama (taksonomi) tumbuhan diklasifikasikan sebagai berikut (Dasuki, 1991):

Kingdom: Plantae

Divisio : Magnoliophyta

Classis : Magnoliopsida

Ordo : Rosales

Familia : Rosaceae

Genus : *Fragaria*

Spesies: *Fragaria x ananassa*

Morfologi tanaman stroberi (*Fragaria x ananassa*) yaitu tanaman herba yang berumur panjang dan tumbuh sebagai perdu yang menyemak dengan tinggi sekitar 20-30 cm. Masa hidup tanaman stroberi (*Fragaria x ananassa*) mencapai tahunan. Tanaman ini berubah sepanjang tahun di dalam satu siklus produksi panen buah dapat dilakukan setiap minggu selama 7-8 bulan dalam setahunnya (Wijoyo, 2008).

Tanaman stroberi (*Fragaria x ananassa*) berakar tunggang (*radix primaria*), akarnya terus tumbuh memanjang dan berukuran besar. Panjang akar mencapai 100 cm, namun akar tersebut hanya menembus lapisan tanah atas sedalam 15 cm-45 cm, tergantung jenis dan kesuburan tanahnya. Akar-akar primer tanaman dapat bertahan sampai satu tahun atau lebih, kemudian kering dan mati. Selanjutnya, akar itu digantikan oleh akar primer baru yang tumbuh pada ruas paling dekat dengan akar primer yang telah kering tersebut (Kurnia, 2005). Menurut Cahyono (2008), perakaran stroberi (*Fragaria x ananassa*) tumbuh tebal membentuk rumpun. Dari rumpun akar tersebut dapat tumbuh tunas yang akan menjadi tanaman baru.

Batang tanaman stroberi (*Fragaria x ananassa*) beruas-ruas pendek dan berbuku-buku, banyak mengandung air, serta tertutupi pelepah daun, sehingga seolah-olah tampak seperti rumpun tanpa batang. Buku-buku batang yang tertutup oleh sisi daun mempunyai kuncup (gemma). Kuncup ketiak dapat tumbuh menjadi anakan atau stolon. Stolon biasanya tumbuh memanjang dan menghasilkan beberapa calon tanaman baru (Wijoyo, 2008).

Stolon adalah cabang kecil yang tumbuh mendatar atau menjalar di atas permukaan tanah. Penampakan stolon secara visual mirip dengan sulur. Tunas dan akar stolon tumbuh membentuk generasi tanaman baru. Stolon yang tumbuh mandiri dapat segera dipotong atau dipisahkan dari rumpun induk sebagai bahan tanaman (bibit). Bibit yang berasal dari stolon disebut geragih atau runners (Cahyono, 2008).

Daun tanaman stroberi (*Fragaria x ananassa*) merupakan daun majemuk. Setiap daun mempunyai 3 helai anak daun yang tersusun menjari. Bentuk helaian anak daun bulat panjang (lonjong) hingga sedikit agak bulat dan daun melekok ke dalam dengan bagian ujung daun agak runcing. Bagian tepi daun bergerigi, permukaan daun bergelombang dan berbulu. Daun berukuran besar dan memiliki tulang tulang yang menyirip. Kedudukan daun tegak dengan tangkai daun panjang. Daun dan tangkai daun berwarna hijau tua. Tangkai daun berbentuk bulat dan seluruh permukaannya berbulu halus (Rukmana, 1998).

Bunga tanaman stroberi (*Fragaria x ananassa*) tersusun atau terangkai dalam tandan atau malai (*panicula*) yang berukuran panjang dan tumbuh pada

ujung tanaman. Setiap malai bercabang, memiliki empat macam bunga dan masing- masing bunga bertangkai. Empat macam bunga tersebut, yaitu satu bunga primer terdapat di ujung, dua bunga sekunder yang berada di bawahnya, empat bunga tersier yang terletak di bawah bunga sekunder dan delapan bunga kuartener yang terletak di bawah bunga tersier (Cahyono, 2008).

Buah stroberi (*Fragaria x ananassa*) umumnya berbentuk kerucut hingga bulat. Buah yang nampak secara visual disebut buah semu. Karena buah itu berasal dari dasar bunga (*receptaculum*) yang berubah bentuk menjadi gumpalan daging buah. Buah muda berwarna hijau, namun setelah tua (matang) berubah menjadi berwarna merah atau kuning kemerah-merahan dan mengilap (Kurnia, 2005).

Daging buah bertekstur lembut sampai kasar, ada yang berwarna putih dan ada yang merah, rasa ada yang kurang manis, manis agak asam, manis dan hambar, tergantung dengan varietasnya. Demikian pula, ukuran buah juga beragam, ada yang besar, agak besar dan kecil, tergantung dari varietasnya. Buah stroberi (*Fragaria x ananassa*) berwarna merah menyala dengan penampilan yang sangat menarik (Cahyono, 2008). Menurut Kurnia (2005), varietas stroberi (*Fragaria x ananassa*) introduksi yang dapat ditanam di Indonesia di antaranya *Odo grande*, *Panjaro*, *Selva*, *Ostara*, *Tenira*, *Robunda*, *Tristar*, *Bogota*, *Elvira*, *Gorilla*, *Sweet charlie*, *Shantung* dan *Red gauntiet*.

Tanaman stroberi (*Fragaria x ananassa*) yang berasal dari stolon mulai berbunga ketika berumur 2 bulan setelah tanam. Bunga pertama sebaiknya dibuang. Setelah tanaman berumur 4 bulan, bunga dibiarkan tumbuh menjadi buah (Wijoyo, 2008). Menurut Kurnia (2005), bunga yang muncul sebelum tanaman berusia dua bulan sebaiknya dibuang karena hanya akan menghabiskan cadangan makanan yang belum tersedia dalam jumlah banyak di dalam tanaman. Tanaman yang berumur 1-2 bulan masih membutuhkan nutrisi untuk pematangan pertumbuhan dan jika dibiarkan berbuah menyebabkan tanaman menjadi rentan atau lemah terhadap kondisi lingkungan dan serangan hama atau penyakit.

Pemanenan buah stroberi (*Fragaria x ananassa*) sudah dapat dilakukan kira-kira 14 hari setelah bunga mekar atau kira-kira 10 hari dari kuncup buah. Pada umur itu, umumnya buah sudah tua dan warnanya sebagian besar sudah merah. Pemetikan buah stroberi (*Fragaria x ananassa*) harus segera dilakukan jika telah masak. Sebab, buah stroberi (*Fragaria x ananassa*) yang sudah tua dan masak memiliki daya tahan yang cukup singkat (Cahyono, 2008).

Buah stroberi (*Fragaria x ananassa*) termasuk komoditas ringkih, sehingga pada saat pascapanen diperlukan cara penanganan yang memadai untuk mempertahankan kualitas, daya simpan dan daya guna. Penanganan pascapanen adalah tahap kegiatan usaha tani sejak pemanenan hingga siap dipasarkan atau dikonsumsi. Kegiatan pokok penanganan pascapanen

buah stroberi (*Fragaria x ananassa*) yang bertujuan untuk konsumsi segar (Kurnia, 2005).

Pada umumnya tahap penanganan pascapanen buah stroberi (*Fragaria x ananassa*) meliputi pengumpulan, penyortiran, serta pengemasan dan penyimpanan. Penyimpanan stroberi (*Fragaria x ananassa*) dilakukan di rak dalam lemari pendingin 0-1°C. Namun, jika lemari pendingin bersuhu tersebut tidak ada, stroberi (*Fragaria x ananassa*) masih bisa disimpan pada suhu maksimum 10°C (Wijoyo, 2008). Menurut Kurnia (2005), buah stroberi (*Fragaria x ananassa*) termasuk buah yang tidak tahan disimpan dalam jangka waktu lama dan mudah rusak dalam perjalanan. Buah stroberi (*Fragaria x ananassa*) yang dikonsumsi atau dimanfaatkan dalam keadaan segar sebaiknya tidak lebih dari lima hari setelah panen. Buah stroberi (*Fragaria x ananassa*) yang disimpan untuk jangka waktu lama sebaiknya dibekukan atau diolah menjadi jus, konsetrat atau selai.

2.4.1 Manfaat Stroberi (*Fragaria x ananassa*)

Kandungan nutrisi pada buah stroberi (*Fragaria x ananassa*) cukup lengkap (Tabel 2.2). Memperhatikan kandungan nutrisinya yang cukup lengkap maka buah stroberi (*Fragaria x ananassa*) sangat baik dikonsumsi untuk menjaga dan meningkatkan kesehatan tubuh (Cahyono, 2008).

Tabel 2.2 kandungan gizi stroberi dalam setiap 100 gram (Cahyono, 2008)

No	Kandungan	Jumlah
1	Protein	0,8 g
2	Lemak	0,5 g
3	Karbohidrat	8,3 g
4	Energi	37 kal
5	Kalsium	28 mg
6	Fosfor	27 mg
7	Zat besi	0,8 mg
8	Magnesium	10 mg
9	Potassium	27 mg
10	Selenium	0,7 mg
11	Vitamin A	60 mg
12	Vitamin B1	0,03 mg
13	Vitamin B2	0,07 mg
14	Vitamin C	60 mg
15	Air	89,9 g
16	Asam folat	17,7 mg

Kandungan kalori dalam stroberi (*Fragaria x ananassa*) tergolong rendah sehingga cocok dikonsumsi oleh penderita penyakit kencing manis (diabetes). Sementara kandungan vitamin C nya cukup tinggi sehingga buah stroberi (*Fragaria x ananassa*) dikenal merupakan sumber vitamin C. Vitamin C berfungsi baik sebagai antioksidan (mencegah kanker) dan meningkatkan daya tahan tubuh. Demikian pula kandungan mineralnya, walaupun tidak begitu tinggi juga berfungsi baik untuk pertumbuhan dan pemeliharaan otot, tulang, gigi, otak, sistem syaraf, sel darah merah dan lain sebagainya. Kandungan airnya yang tinggi di dalam tubuh, menormalkan suhu tubuh dan pembuangan sisa-sisa metabolisme tubuh (Cahyono, 2008).

Penelitian Dr. Victor Fulgoni dari Nutrión Impact LLC juga menguatkan penemuan dan tambahan manfaat stroberi (*Fragaria x ananassa*) bagi kesehatan. Penelitian Dr. Fulgoni ini menggunakan survey

skala besar oleh pemerintah Amerika Serikat. Hasilnya, orang yang mengonsumsi stroberi (*Fragaria x ananassa*) memiliki kadar total darah lebih tinggi, kadar homosistein lebih rendah dan kecenderungan tekanan darah lebih rendah dibandingkan dengan yang tidak mengonsumsinya. Lebih lanjut, data Dr. Fulgoni menunjukkan bahwa orang yang mengonsumsi stroberi (*Fragaria x ananassa*) memiliki kecenderungan asupan serat makanan, folat, kalium dan vitamin C lebih tinggi dibandingkan dengan mereka yang tidak mengonsumsinya. Hasil penelitian ini merupakan bukti ilmiah yang menunjukkan bahwa manfaat stroberi (*Fragaria x ananassa*) bagi kesehatan semakin banyak diketahui. Hasil penelitian ini juga menunjukkan bahwa orang yang mengonsumsi stroberi (*Fragaria x ananassa*) diuntungkan oleh kandungan nutrisinya yang banyak dan dapat mempertahankan kesehatan jantung. Selain itu, stroberi (*Fragaria x ananassa*) juga bisa membantu meningkatkan fungsi ingatan dan membantu mengatasi peradangan sendi atau lebuah dikenal dengan istilah rematik (Kurnia, 2005).

2.5 Kerusakan Pascapanen

Produk pascapanen merupakan produk yang mudah rusak, baik selama pemanenan, pengangkutan maupun penyimpanan. Hal ini karena produk pascapanen, baik sayur maupun buah merupakan bagian tanaman yang masih hidup dan mengandung sekitar 65-95% air (Santoeso, 2006).

Sifat umum sayuran dan buah-buahan yaitu mudah rusak, melimpah saat panen dan bentuknya tidak seragam. Penyebab kerusakan sayur-sayuran dan buah-buahan setelah dipanen adalah masih berlangsungnya proses fisiologis. Penyebab kerusakan yang lain adalah luka mekanis sehingga mudah terkontaminasi oleh mikroba dan menyebabkan respirasi serta transpirasi semakin cepat (Pujimulyani, 2009).

Kehilangan pascapanen dapat dibagi dalam dua kelompok, yaitu kehilangan kuantitas dan kehilangan kualitas. Kehilangan kuantitas adalah hilangnya produk pascapanen yang ditunjukkan oleh berkurangnya volume atau berat produk, sedangkan kehilangan kualitas dikaitkan dengan berubah ke arah menurunnya komponen nutrisi produk pascapanen (Soesantoso, 2006). Menurut Pujimulyani (2009), sayur-sayuran dan buah-buahan setelah dipanen akan mengalami susut baik secara kuantitatif maupun secara kualitatif yang akan berdampak negatif, seperti penurunan harga. Susut setelah panen meliputi susut fisik, susut mutu dan susut gizi.

Susut fisik yaitu susut yang terjadi pada sayur-sayuran dan buah-buahan terutama yang mengalami transpirasi cepat, sehingga layu dan berakibat bobotnya berkurang. susut mutu yaitu terjadinya kemunduran mutu dari sayur- sayuran dan buah-buahan, misalnya buah-buahan bertekstur lunak apabila tidak segera dikonsumsi berubah menjadi sangat lunak dan berair (busuk). Faktor yang menyebabkan susut mutu antara lain karena luka mekanis, misalnya tergores, terpotong, pecah dan memar. Kemunduran mutu juga disebabkan serangan bakteri, jamur, serangga dan binatang pengerat.

Susut gizi terjadi pada sayur-sayuran dan buah-buahan misal buah-buahan mengandung vitamin C dan vitamin A, karena pengaruh cahaya maka terjadi oksidasi sehingga kandungan vitamin C dan A turun (Pujimulyani, 2009).

2.6 Fisiologi Pascapanen

Sayur-sayuran dan buah-buahan yang dipanen merupakan bentuk-bentuk benda hidup. Oleh karena itu, komposisi dan mutunya mengalami perubahan-perubahan karena berlanjutnya kegiatan metabolisme setelah panen. Kegiatan metabolisme tersebut menyebabkan terjadinya perubahan kimiawi dan biokimia dalam buah dan sayur (Apandi, 1984).

Aktivitas fisiologis merupakan salah satu penyebab terjadinya kerusakan setelah panen. Menurut Martoredjo (2009), aktifitas fisiologi yang dapat menimbulkan susut pada bahan tanaman di antaranya adalah penguapan atau transpirasi, pernapasan atau respirasi dan perubahan biologis lainnya. Pada periode prapanen kehilangan sesuatu akibat penguapan dan pernapasan dapat diganti oleh induknya, tetapi pada periode pascapanen kehilangan tersebut tidak akan diganti lagi oleh induknya. Oleh karena itu, kondisi buah pada periode pascapanen sangat tergantung dari cadangan makanan dan kandungan air buah tersebut serta panjangnya periode pascapanen.

2.6.1 Respirasi

Proses respirasi akan terus berjalan meskipun produk hasil telah dipisahkan dari tanaman induknya. Komoditas pascapanen segar tidak dapat

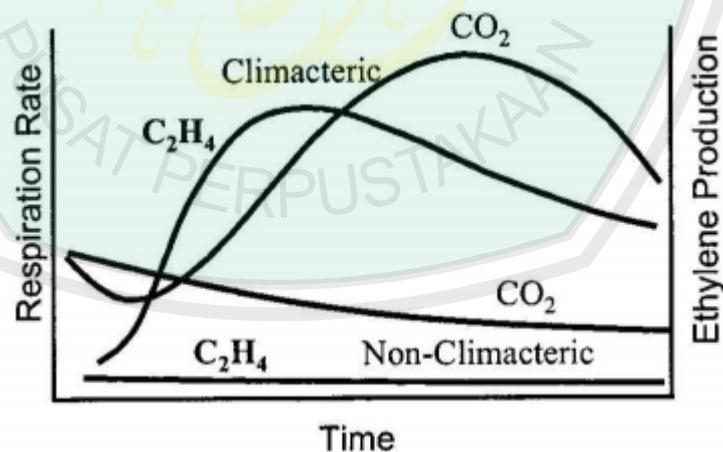
mengganti karbohidrat atau air yang hilang, tetapi terus menggunakan cadangan pati seiring dengan pemasakan, penuaan, yang akhirnya mati dan busuk (Soesanto, 2006).

Sebagian besar perubahan-perubahan fisikokimiawi yang terjadi dalam buah yang sudah dipanen berhubungan dengan metabolisme oksidatif, termasuk didalamnya adalah respirasi (Pantastico, 1997). Menurut Pujimulyani (2009), Respirasi adalah reaksi pemecahan oksidatif dan substrat yang kompleks yang terdapat dalam sel menjadi molekul yang lebih sederhana yaitu CO_2 dan H_2O , disertai pembentukan energi siap pakai dalam bentuk ATP dan energi yang dibebaskan.

Senyawa yang dirombak dalam proses respirasi antara lain pati, lemak dan protein. Respirasi pada dasarnya merupakan proses katabolisme dengan tujuan memperoleh energi yang diperlukan untuk proses kehidupan (Pantastico, 1997).

Respirasi dapat berlangsung secara aerob atau anaerob. Dalam adanya udara (aerob), karbohidrat dioksidasi sepenuhnya menjadi air dan CO_2 dengan produksi ATP. Sedangkan pada respirasi anaerob berlangsung tanpa O_2 , menghasilkan pemecahan sebagian dari karbohidrat dan produksi ATP yang lebih sedikit per unit glukosa dibandingkan dengan respirasi aerobik. Produk akhir yang dihasilkan merupakan persenyawaan dengan berat molekul yang lebih besar seperti etil-alkohol (Apandi, 1984). Menurut Soesantoso (2006), alkohol yang dihasilkan akan menyebabkan perubahan rasa dan bau yang tidak sedap pada produk pascapanen.

Berdasarkan pola respirasinya buah dikelompokkan menjadi dua yaitu kelompok buah klimaterik dan kelompok buah non klimaterik. Kelompok buah klimaterik adalah kelompok buah yang laju pernapasannya mula-mula sangat tinggi dan menurun tajam selama tahap pertumbuhan selanjutnya menurun lambat pada awal tahap pendewasaan dan meningkat lagi pada periode pemasakan atau akhir tahap pendewasaan dan kembali menurun lagi setelah memasuki tahap penuaan. Sedangkan kelompok buah non-klimaterik yaitu kelompok buah yang mula-mula laju pernapasannya tinggi (cepat) dan menurun dengan tajam selama tahap pertumbuhan, menurun dengan lambat pada tahap pendewasaan dan tahap penuaan, jadi tidak ada kenaikan laju pernapasan pada saat periode pemasakan atau tahap akhir pendewasaan (Martoredjo, 2009). Laju respirasi pada buah dapat dilihat pada gambar 2.2.



Gambar 2.2 gambar grafik laju respirasi dan produksi etilen buah klimaterik dan non-klimaterik (Pantastico,1997)

Menurut Apandi (1984), kelompok buah klimaterik yaitu kelompok buah yang melakukan pola respirasi klimaterik yaitu menunjukkan peningkatan respirasi yang mencolok sesudah dipanen bersamaan dengan

ripening (pemasakan) dengan disertai perubahan warna, cita rasa dan tekstur yang mencolok. Buah klimaterik biasanya dipanen sebelum matang benar yaitu sebelum timbulnya “*climateric rise*” dan disimpan dalam kondisi terkontrol untuk mengatur proses pemasakan.

Sedangkan menurut Soesanto (2006), buah yang tergolong jenis non-klimaterik mempunyai sifat hanya dapat masak ketika buah masih berada pada tanaman induknya. Apabila buah dipanen sebelum masak, buah akan berkurang kualitasnya. Hal ini karena perubahan biokimia dalam buah mentah belum mampu menyediakan nutrisi, hasil perubahan biokimia akan berpengaruh pada rasa dan nutrisi buah karena kandungan gula tidak meningkat. Kelompok buah ini menunjukkan pola respirasi teratur yakni semakin lama laju respirasi semakin berkurang intensitasnya.

Kecepatan respirasi dapat menunjukkan bahwa cepat atau tidaknya perubahan komposisi yang terjadi dalam jaringan atau cepat lambatnya kerusakan buah-buahan. Hal tersebut menunjukkan bahwa respirasi yang berlangsung dalam buah-buahan berhubungan erat dengan umur simpannya (Pujimulyani, 2009). Menurut Pantastico (1997), intensitas respirasi dianggap sebagai ukuran laju jalannya metabolisme. Laju respirasi yang tinggi biasanya disertai oleh umur simpan pendek. Hal itu juga merupakan petunjuk laju kemunduran mutu dan nilainya sebagai bahan makanan.

Besar kecilnya respirasi dapat diukur dengan menentukan jumlah substrat yang hilang, O₂ yang diserap, CO₂ yang dikeluarkan, panas yang dihasilkan dan energi yang timbul. Biasanya respirasi ditentukan dengan

pengukuran CO₂ dan O₂ yaitu dengan pengukuran laju penggunaan O₂ atau dengan penentuan laju pengeluaran CO₂ (Pantastico, 1997).

Laju respirasi pada produk pascanen dipengaruhi oleh faktor dalam dan faktor luar. Faktor dalam yang mempengaruhi laju respirasi antara lain tingkat perkembangan, besar komoditas, kulit berlapis lilin (penutup alami), tipe jaringan serta komposisi kimia jaringan. Sedangkan faktor luar yang mempengaruhi laju respirasi meliputi suhu, oksigen, karbondioksida, hormon tanaman, etilen dan luka mekanik (Pujimulyani, 2009).

2.6.1.1 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Laju Respirasi

2.6.1.1.1 Faktor Internal

1. Tingkat Perkembangan

Selama tahap perkembangan buah-buahan memiliki laju respirasi yang berubah-ubah. Secara umum, pada buah yang muda mempunyai kecepatan respirasi yang tinggi. Kecepatan respirasi buah klimaterik dari periode pembelahan sel akan menurun sampai periode permulaan pematangan, kemudian kecepatan respirasinya meningkat secara menonjol sampai puncak pada periode pematangan, selanjutnya terjadi penurunan respirasi pada saat penuaan. Pada buah non klimaterik terjadi pola respirasi yang terus turun dari periode pembelahan sampai periode penuaan (Pujimulyani, 2009).

Menurut Pantastico (1997) seberapa dramatisnya tingkat respirasi pascanen (maksimum klimaterik) golongan buah klimaterik, yang biasanya

beberapa kali lebih besar daripada respirasi basal untuk buah masak itu sangat kecil bila dibandingkan dengan respirasi buah muda.

2. Ukuran komoditas

Semakin besar volume buah, maka semakin kecil luas permukaan buah tersebut persatuan berat, demikian pula sebaliknya semakin kecil ukuran buah, maka semakin luas permukaan buah tersebut. Buah yang mempunyai luas permukaan besar, maka buah tersebut akan mempunyai kesempatan kontak dengan udara (oksigen) lebih besar, sehingga kecepatan respirasinya besar (Pujimulyani, 2009).

Kentang yang kecil mempunyai laju respirasi lebih besar daripada kentang yang besar. Hal ini berhubungan dengan fenomena permukaan, jaringan-jaringan yang kecil mempunyai permukaan lebih luas yang bersentuhan dengan udara, oleh karena itu lebih banyak O₂ dapat berdifusi ke dalam jaringan (Apandi, 1984).

3. Pelapis alami

Produk-produk yang mempunyai lapisan kulit yang baik dapat diharapkan hanya menunjukkan laju respirasi rendah (Pantastico, 1997). Menurut Pujimulyani (2009), hal ini mungkin disebabkan CO₂ terakumulasi di dalam ruangan tertutup kulit sehingga kecepatan respirasi dan difusi oksigen ke dalam buah terhambat oleh adanya lapisan lilin pada kulit buah.

4. Tipe jaringan

Jaringan muda yang aktif mengadakan metabolisme, akan memperlihatkan kegiatan respirasi yang lebih tinggi daripada organ-organ yang tidak aktif atau tidur. Respirasi dapat bervariasi pula menurut sifat jaringan di dalam organ, misalnya kegiatan respirasi dalam kulit, daging dan biji buah berbeda-beda (Pantastico, 1997).

5. Susunan Kimiawi Jaringan

Senyawa penyusun jaringan akan mempengaruhi kecepatan respirasi dari suatu jaringan. Hal ini karena kecepatan respirasi dipengaruhi oleh senyawa yang dipecah selama respirasi (Pujumulyani, 2009).

2.6.1.1.2 Faktor eksternal

1. Suhu

Pada umumnya laju respirasi secara normal bertambah dengan bertambahnya temperatur. Pada suhu antara 0-35°C laju respirasi dari buah-buahan dan sayuran naik dengan 2-2,5 kali bagi tiap kenaikan 10°C. Pada buah-buahan klimaterik penurunan temperatur akan memperlambat timbulnya peningkatan klimaterik dan juga menurunkan tingginya puncak klimaterik (Apandi, 1984).

Di atas suhu 35°C laju respirasi merupakan suhu yang menguntungkan terhadap reaksi-reaksi kimiawi dan pengaruh hambatan suhu tinggi terhadap kegiatan-kegiatan enzim. Mula-mula terjadi peningkatan laju respirasi, yang

menandakan naiknya kegiatan enzim. Kemudian disusul dengan penurunan sedikit demi sedikit sampai lajunya mendekati nol. Penurunan ini mungkin merupakan gambaran terjadinya denaturasi enzim (Pantastico, 1997).

Penurunan laju respirasi pada suhu tinggi dapat juga merupakan pertanda bahwa O₂ tidak berdifusi cukup cepat untuk dapat mempertahankan laju respirasi yang ada, CO₂ tertimbun di dalam sel sampai tingkat yang dapat menghambat metabolisme atau dapat juga suplai bahan makanan yang dapat dioksidasi tidak cukup untuk mempertahankan laju respirasi yang tinggi (Wills dkk, 1981).

2. Etilen (C₂H₄)

Pada golongan buah non klimaterik, respirasi dapat dipacu kapan saja selama hidup buah setelah dipetik. Peningkatan respirasi dengan segera terjadi setelah diberi etilen (C₂H₄). Pada buah klimaterik, semakin besar konsentrasi etilen (C₂H₄) yang diberikan sampai pada suatu tingkat kritis, makin cepat pemacuan respirasinya (Pantastico, 1997).

Kerja etilen paling efektif adalah pada waktu tahap pra klimaterik. Pemberian etilen pada tingkat post klimaterik tidak akan mempengaruhi respirasi pada buah klimaterik. Pemberian etilen pada buah non-klimaterik selalu dapat mempengaruhi respirasi karena produksi etilen yang hanya sedikit pada buah non-klimaterik (Pujimulyani, 2009).

3. Oksigen (O₂) dan Karbondioksida (CO₂)

Secara umum udara normal mengandung 21% oksigen, 79% nitrogen dan 0,3% karbondioksida. Pada respirasi aerobik O₂ diabsorpsi dan CO₂ dikeluarkan (Apani, 1984). Menurut Pujimulyani (2009), semakin kecil jumlah oksigen, maka kecepatan respirasi dari suatu komoditas juga semakin kecil. Demikian sebaliknya, semakin besar jumlah oksigen sampai kadar tertentu, maka kecepatan respirasinya semakin besar pula.

Steward dkk (1936) dalam Pantastico (1997) melaporkan bahwa laju respirasi wortel dan artisyok meningkat dengan bertambahnya pemberian O₂. Namun demikian, bila konsentrasi O₂ melebihi 20%, respirasi hanya terpengaruh sedikit saja. Biale (1946) dalam Pantastico (1997) menemukan bahwa puncak klimaterik alpukat "Fuerte" terhambat dan tertekan bila kandungan O₂ dikurangi hingga lebih rendah dari pada yang terdapat di udara.

Konsentrasi CO₂ yang sesuai dapat memperpanjang umur simpan buah-buahan dan sayur-sayuran karena terjadinya gangguan pada proses respirasinya (Pantastico, 1997). Menurut Pujimulyani (2009), secara umum banyak konsentrasi karbondioksida maka respirasi akan terhambat, tetapi jika kadar karbondioksida melebihi 20% maka yang terjadi adalah kenaikan kecepatan respirasi anaerob.

4. Hormon tanaman

Hormon tanaman merupakan pengaturan yang penting dari proses penuaan. Ada 5 kategori hormon yang diketahui, yaitu gas etilen, sitokinin,

gibberalin, auksi dan abscisin (Apandi, 1984). Menurut Pantastico (1997), beberapa zat pengatur tumbuh dapat mempercepat atau memperlambat respirasi. Pengaruhnya berbeda-beda pada jaringan yang berlainan dan bergantung pada waktu pemberian dan kuantitas yang diserap oleh tanaman.

5. Kerusakan Buah

Bergantung pada varietas buah dan parahnya luka, kerusakan dapat memacu respirasi, mungkin sebagai akibat secara tidak langsung. Jatuhnya buah dengan perlahan atau gesekan permukaan buah dapat mengakibatkan melonjaknya respirasi (Pantastico, 1997).

Adanya luka mekanis dapat memacu respirasi, karena kontak enzim, substrat dan oksigen lebih baik dibandingkan di tempat yang tidak luka. Secara umum makin banyak luka atau memar pada sayur-sayuran atau buah-buahan akan mempercepat laju respirasi, sehingga buah yang terkena luka mekanis cepat matang (Pujimulyani, 2009).

2.6.2 Transpirasi

Transpirasi adalah proses kehilangan air dari suatu hasil pertanian. Transpirasi merupakan salah satu penyebab utama dari kerusakan selama penyimpanan. Transpirasi yang cepat dapat mengakibatkan bahan menjadi layu atau berkerut (Pujimulyani, 2009).

Produk pascapanen yang baru dipanen mempunyai kandungan air bekisar antara 65-95%. Selama produk tersebut masih di lahan atau belum

dipanen, kandungan air produk selalu seimbang antara air yang lepas dalam karena penguapan dan air yang masuk. Komoditas pascapanen setelah dipanen akan terus mengalami kehilangan air. Pasokan air dari akar tanaman telah terputus, sedangkan kehilangan kandungan air dari komoditas tersebut terus berjalan. Kehilangan air dari produk pascapanen yang berada di dalam ruang simpan dipengaruhi oleh beberapa hal seperti kelembapan udara ruang simpan, pergerakan udara di dalam ruang simpan dan macam produk yang disimpan (Soesanto, 2006).

Penguapan dapat berdampak secara langsung maupun secara tidak langsung. Akibat secara langsung dari penguapan adalah berkurangnya berat hasil tanaman. Menurut Robinson dkk (1975), secara umum tanaman kehilangan air sebanyak 10% dari berat aslinya karena adanya penguapan merupakan batas kritis, sedangkan menurut Thorne (1972) batas kritisnya justru lebih rendah lagi yaitu 8% karena kehilangan air sebanyak 7% saja sudah menyebabkan ruang antarsel pada tanaman melebar sehingga sel satu dengan sel yang lainnya sudah mulai terpisah. Sedangkan akibat secara tidak langsung adalah komoditas yang layu menjadi lebih rentan terhadap parasit dan juga lebih mudah mengalami kerusakan mekanis (Martoredjo, 2009).

Cara mengatasi kehilangan air yang terlalu cepat antara lain dapat dilakukan dengan menempatkan bahan pada tempat (ruang) yang kelembapan relatifnya tinggi. Selain itu, penyimpanan bahan pada suhu rendah juga dapat memperlambat laju penguapan. Mungkin dapat juga

diperlambat dengan penyimpanan bahan pada tempat yang tekanan udaranya lebih besar dari normal (*ambient air pressure*, yaitu satu atmosfer) (Martoredjo, 2009).

2.7 Perubahan-Perubahan Kimia Selama Pematangan dan Penuaan

Pada istilah sehari-hari, buah-buahan dikenal 2 istilah yang sulit dibedakan yaitu pematangan dan penuaan. Pematangan adalah suatu proses dimana buah menjadi matang atau tua yang kadang-kadang belum bisa dimakan karena rasanya belum enak. Sedangkan penuaan atau pemasakan adalah suatu proses dimana buah sudah baik untuk dikonsumsi yang mempunyai rasa enak (Apandi, 1984).

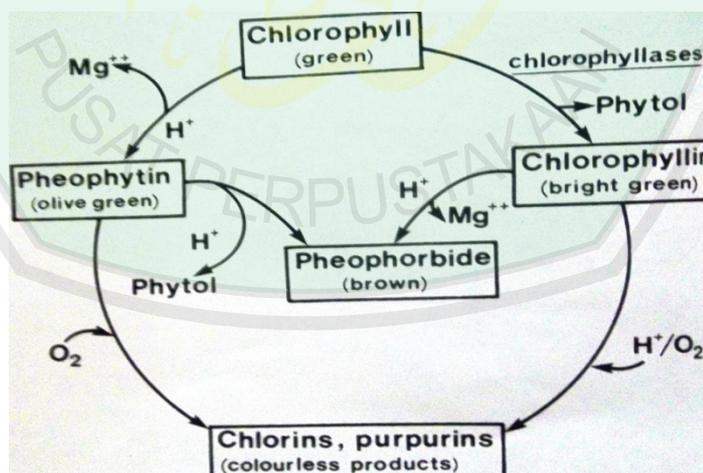
Selama pematangan, buah mengalami beberapa perubahan nyata dalam warna, tekstur dan aroma yang menunjukkan bahwa terjadi perubahan-perubahan dalam susunannya. Untuk mencapai mutu konsumsi maksimal bagi buah diperlakukan terselesaikannya perubahan-perubahan kimiawi. Namun demikian, hal ini hanya dapat dicapai bila buah dipetik pada tingkat kematang yang tepat. Bila tidak, buah yang belum tua akan mempunyai mutu yang tidak memuaskan, meskipun sudah terjadi perubahan pematangan yang diinginkan (Pantastico, 1997).

2.7.1 Perubahan Warna

Perubahan warna merupakan perubahan yang paling menonjol pada waktu pemasakan. Terjadinya sintesis dari pigmen tertentu, seperti

karotenoid dan flavonoid di samping terjadinya perombakan klorofil. Oleh karena perombakan dari klorofil maka karotenoid yang sudah ada namun tidak nyata menjadi nyata dan buah berubah menjadi warna kuning. Perombakan warna ini terjadi segera sesudah tercapainya puncak klimaterik dan disertai perubahan tekstur (Apandi,1984).

Warna hijau klorofil merupakan kompleks magnesium-organik. Hilangnya warna hijau dikarenakan denaturasi struktur klorofil. Agen utama yang bertanggung jawab untuk denaturasi klorofil adalah perubahan pH (terutama akibat kebocoran asam organik dari vakuola), sistem oksidasi dan chlorophyllases. Hilangnya warna tergantung pada semua faktor yang bertindak secara berurutan untuk mendegradasi struktur klorofil. Proses degradasi klorofil lebih jelas dapat dilihat pada gambar 2.3 (Wills dkk, 1981).



Gambar 2.3 Proses degradasi klorofil (Wills dkk, 1981)

Terjadinya perubahan warna tersebut dikarenakan terjadinya pemecahan klorofil sedikit demi secara enzimatik sehingga zat warna alami

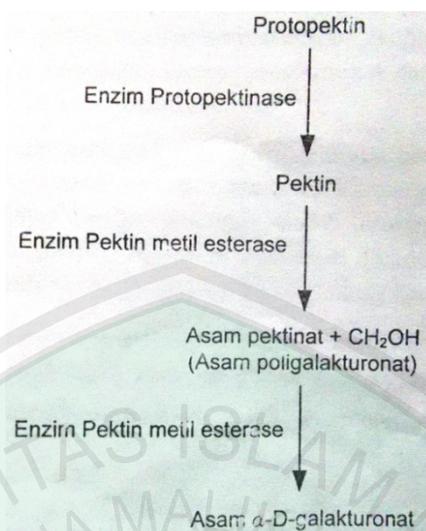
lainnya akan terbuka atau nampak. Perubahan enzimatik klorofil ini disebabkan adanya aktivitas enzim klorofilase yang akan merubah klorofil menjadi klorofilid. Enzim ini berada dalam jaringan tanaman sebagai bagian daripada klorofil lipoprotein kompleks (Pantastico, 1997).

2.7.2 Perubahan tekstur

Perubahan kuantitatif buah yang terkait dengan pematangan biasanya adalah pemecahan polimer karbohidrat, terutama konversi pati menjadi gula. Perubahan ini mempengaruhi rasa dan tekstur dari buah. Peningkatan gula membuat buah menjadi lebih manis. Selain itu, pemecahan polimer karbohidrat terutama substansi pektin dan hemiselulosa dapat melemahkan dinding sel dan menurunkan kekuatan kohesif antar sel (Wills dkk, 1981).

Perubahan yang nyata pula pada pemasakan buah-buahan dan penyimpanan sayur adalah menjadi lunaknya buah-buahan dan jaringan sayur. Hal ini disebabkan terutama oleh perubahan yang terjadi pada dinding sel dan substansi pektin, yaitu oleh larutannya dan depolarisasi substansi pektin secara progresif (Apandi, 1984).

Pektin merekatkan sel satu dengan yang lainnya sehingga kokoh, hal ini mengakibatkan tekstur sayur dan buah keras. Perubahan tekstur keras menjadi lunak melibatkan enzim, yaitu enzim yang merubah protopektin menjadi pektin yang bersifat larut dalam air (asam galakturonat). Perubahan propektin menjadi asam galakturonat disajikan pada gambar 2.4 (Pujimulyani, 2009).



Gambar 2.4 Perubahan protopektin menjadi asam galakturonat (Pujimulyani, 2009)

Perubahan tekstur keras pada sayur dan buah mentah menjadi lunak setelah mengalami pematangan, juga dipengaruhi oleh perubahan pati menjadi gula. Pati yang bersifat tidak larut air diubah menjadi gula yang dapat larut air sehingga tekstur buah menjadi lebih lunak (Apandi, 1984). Menurut Pujimulyani (2009), Setelah pemanenan, pati yang terbentuk dalam jaringan diubah menjadi gula sederhana seperti glukosa dan fruktosa. Perubahan ini dipengaruhi oleh faktor lingkungan seperti suhu, waktu dan keadaan fisiologis.

2.7.3 Perubahan Aroma dan Cita Rasa (Flavor)

Timbulnya cita-rasa yang enak pada buah masak tertentu disebabkan oleh berkurangnya asam organik dan bertambahnya kadar gula. Rasio antar gula dan asam organik merupakan indeks bagi derajat kemasakan dari banyak buah-buahan. Selain itu, timbul pula produk volatile yang kompleks

dan minyak-minyak esensial, yang sekalipun dalam jumlah kecil namun sangat berpengaruh pada cita rasa (Apandi, 1984).

Aroma yang khas timbul di sekitar buah-buahan yang sedang masak. Senyawa-senyawa utama yang ditemukan adalah ester-ester alkohol alifatik dan asam lemak berantai pendek (Pantastico, 1997).

Perubahan cita rasa antara lain disebabkan oleh bertambahnya gula-gula sederhana yang menambah rasa manis yang disebabkan oleh perombakan zat pati, berkurangnya asam organik, berkurangnya zat-zat fenolik yang menyebabkan kurangnya rasa sepet, bertambahnya zat-zat volatil yang menyebabkan harumnya buah masak (Wills dkk, 1981).