

MAKALAH

PROSES PENYEKEBAN TERHADAP KEMATANGAN BUAH PISANG

BIDANG ILMU DAN TEKNOLOGI PANGAN

Oleh

RIZKI MARYAM ASTUTI (NIRD: 9121000315)



**Universitas Bakrie
Kampus Kuningan Kawasan Epicentrum
Jl. HR Rasuna Said Kav. C-22, Jakarta, 12920**

PENDAHULUAN

Masyarakat di daerah Jawa dan Bali memiliki kebiasaan memeram buah yang belum matang di bawah dedaunan. Di daerah Bali, tradisi memeram buah atau penyekeban merupakan kegiatan adat yang berlangsung pada rangkaian acara Hari Raya Galungan yang dirayakan setiap 6 bulan sekali (Buda Kliwon Wuku Dungulan). Galungan merupakan simbolisasi kemenangan antara Dharma melawan Adharma, dan acara ini berlangsung kurang lebih seminggu. Masyarakat Bali yang beragama Hindu, beberapa hari sebelum dan sesudah hari raya Galungan mengadakan kegiatan penting yang dilaksanakan terkait rangkaian Hari Raya Galungan tersebut, seperti Sugi Manik Jawa, Sugi Manik Bali, Penyekeban, Penyajaan, Penampahan Galungan, dan Manis Galungan. Kegiatan-kegiatan diatas merupakan salah satu bentuk kearifan lokal di daerah Bali yang memiliki kualitas dan keunggulan dengan kandungan nilai universal, seperti nilai historikal, religi, etika, estetika, sains dan teknologi.

Salah satu kegiatan menjelang perayaan Hari Raya Galungan adalah penyekeban. Penyekeban merupakan proses pemeraman buah (khususnya pisang) yang dilakukan untuk mendapatkan tingkat kematangan yang diinginkan. Dalam penyekeban buah-buahan, daun yang biasanya digunakan oleh masyarakat setempat adalah daun Mimba. Sedikit berbeda dengan masyarakat di daerah Bali, masyarakat di daerah Jawa, khususnya para petani, biasanya memeram buah-buahan yang belum matang seperti pisang, mangga atau limus dengan menggunakan daun pisang. Namun masyarakat belum mengetahui mengapa proses ini dapat mematangkan buah, sehingga penulisan makalah ini diharapkan dapat membahas fenomena tersebut serta memperkaya khasanah budaya yang ada dimasyarakat dari sudut pandang ilmiah.

Hipotesis

Berdasarkan masalah pada fenomena yang diamati, diajukan hipotesis sebagai berikut:

1. Jenis media penyekeban dapat mempengaruhi proses pematangan buah.
2. Lama waktu penyekeban dapat meningkatkan kematangan buah.

TINJAUAN PUSTAKA

Buah Klimaterik

Berdasarkan pola respirasi, buah dibagi menjadi 2, yaitu klimaterik dan non-klimaterik. Buah yang termasuk klimaterik ditandai dengan produksi karbohidrat yang meningkat disertai dengan kematangan buah dan peningkatan produksi etilen (Kader, 1990). Respirasi klimaterik dan proses pematangan dapat berlangsung pada saat buah masih di pohon atau telah dipanen. Pemanenan dapat dilakukan ketika laju respirasi pada buah sudah mencapai klimaterik. Hal ini penting untuk diperhatikan karena ketepatan pemanenan sangat mempengaruhi kualitas buah tersebut. Buah yang dipanen terlalu muda menyebabkan kematangan yang tidak sempurna sehingga kadar asamnya meningkat dan menjadikan buah terasa masam, sedangkan pemanenan yang terlalu tua menyebabkan kualitas buah turun pada saat disimpan dan cepat mengalami pembusukan. Buah yang tergolong kedalam buah klimaterik adalah pisang, tomat, pepaya, apel dan mangga. Pola respirasi produk yang tidak menunjukkan karakteristik seperti klimaterik disebut non-klimaterik, contohnya adalah strawberi, jeruk, cabai, dan nanas.

Buah Pisang

Pisang adalah tanaman buah yang berasal dari Kawasan Asia Tenggara termasuk Indonesia. Pisang dikelompokkan kedalam famili *Musaceae*, dan terdiri atas berbagai varietas dengan penampilan warna, bentuk, dan ukuran yang berbeda-beda. Buah pisang merupakan komoditas hortikultura yang mempunyai produksi cukup tinggi dan berpotensi untuk diperdagangkan baik untuk pasaran dalam negeri maupun luar negeri. Buah ini banyak digemari oleh masyarakat dan sebagian dikonsumsi dalam bentuk segar (*fresh fruit*) karena rasanya yang enak terutama buah pisang meja (Syaefullah *et al.* 2008).

Pisang sebagai bahan pangan yang bergizi tinggi merupakan sumber vitamin, mineral, dan karbohidrat. Buah pisang mengandung tiga jenis gula alami, yaitu sukrosa, fruktosa, dan glukosa. Hasil penelitian membuktikan bahwa energi yang dihasilkan oleh dua buah pisang ukuran sedang sama dengan energi yang

dikeluarkan seseorang ketika melakukan penelitian selama 90 menit. Jika dibandingkan dengan apel, pisang memiliki protein empat kali lebih banyak, karbohidrat dua kali lebih tinggi, kadar fosfor empat kali lebih tinggi, kadar vitamin A dan zat besi lima kali lebih tinggi, serta kadar vitamin dan mineral lainnya dua kali lebih banyak. Kandungan gizi yang terdapat dalam satu buah pisang matang adalah sebagai berikut: 99 kalori, 1,2 gram protein, 0,2 gram lemak, 25,8 mg karbohidrat, 0,7 gram serat, 8 mg kalsium, 28 mg fosfor, 0,5 mg besi, 44 RE vitamin A, 0,08 mg Vitamin B, dan 3 mg Vitamin C (www.enformasi.com, 2008).

Sebagai makanan, buah pisang dapat diolah menjadi berbagai produk yang lezat antara lain keripik, ledre, getuk, jus, *puree*, sale, *jam*, dan pisang goreng. Buah pisang juga dapat diolah menjadi tepung, makanan bayi, cuka, *cider (wine)* dan sirup glukosa (Deptan, 2005). Pisang dikonsumsi bukan saja sebagai makanan pencuci mulut atau makanan sampingan, tetapi di beberapa negara juga dikonsumsi sebagai bahan makanan pokok. Tanaman pisang tumbuh baik dan dibudidayakan di seluruh wilayah Indonesia. Setiap petani biasanya menanam pisang, sekalipun di antaranya hanya menanam pisang pada pekarangan (Deptan, 2009).

Daun Mimba

Tumbuhan mimba (*Azadirachta indica*) biasanya hidup pada daerah yang memiliki rentang suhu dan curah hujan sangat lebar, 450-2250 mm. Pohon ini banyak dijumpai pada daratan dengan ketinggian 0-700 mdpl, tetapi pohon mimba dapat juga tumbuh pada daerah dengan ketinggian di atas 1500 mdpl apabila suhunya tidak terlalu tinggi.

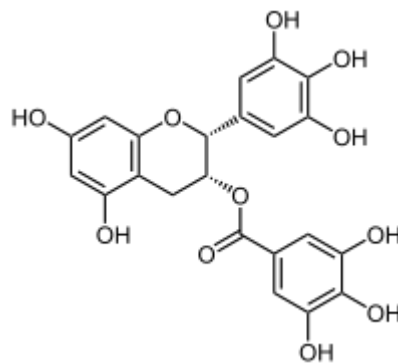
Pohon mimba berukuran sedang, tingginya lebih dari 15 m dengan batang lurus pendek dan sebagian besar ditumbuhi dahan. Kulit batang yang tua berwarna abu-abu tua, tebal dan beralur, daun majemuk dengan 7-17 pasang per tangkai, berbentuk lonjong dan bergigi, pangkal anak daun runcing, panjang 6-8 cm dan lebar 1-3 cm. Bunga pohon mimba berbentuk malai dengan panjang 10-30 cm dan berwarna putih sampai krem (Backer dan Van der Brink, 1965).

Daun mimba mengandung β -sitosterol, hyperoside, nimbolide, quercetin, quercitrin, rutin, azadirachtin, 6-desacetylbinbine, dan nimbine (Neem

Foundation, 1997). Beberapa senyawa diantaranya diungkapkan memiliki aktivitas antikanker (Duke, 1992).

Daun Pisang

Daun pisang pada umumnya digunakan sebagai bahan dekoratif pada berbagai kegiatan keagamaan atau sebagai bahan pelengkap dalam kuliner, seperti yang dilakukan beberapa negara di Asia Selatan dan Asia Tenggara. Daun pisang mengandung polifenol berbentuk EGCG dalam jumlah besar, sehingga menghasilkan aroma khas ketika menjadi bahan pelengkap makanan. Epigallocatechin gallate (EGCG), yang juga dikenal dengan nama epigallocatechin 3-gallate, adalah senyawa ester dari epigallocatechin dan asam gallat, dan merupakan tipe dari catechin. EGCG adalah jenis catechin yang umum terdapat pada daun teh, daun pisang, dan beberapa jenis tanaman lainnya, dan juga merupakan antioksidan yang baik dan memiliki kemampuan untuk mencegah kanker, serta inhibitor HIV. Adapun struktur EGCG ditunjukkan pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1. Struktur kimia EGCG

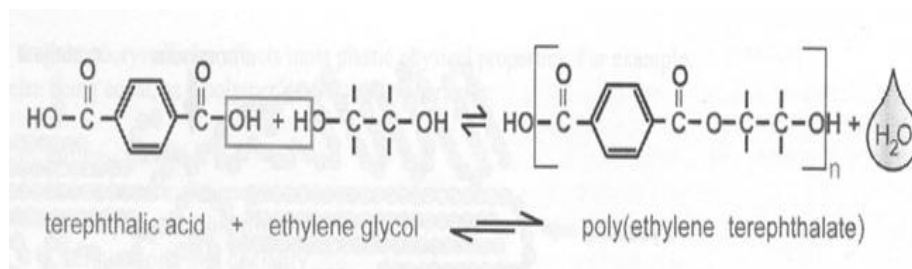
Plastik Polietilen

Polietilen merupakan plastik yang banyak digunakan oleh konsumen sebagai kemasan karena memiliki sifat kedap air, kuat, tahan terhadap zat kimia dan harganya murah. Polietilen termasuk kedalam plastik yang memiliki kepadatan dan penahan air yang baik. Polietilen dengan kepadatan yang tinggi dibuat melalui proses suhu dan tekanan rendah, sehingga mampu memberi

perlindungan yang baik terhadap air dan meningkatkan stabilitas terhadap panas (Buckle, 1987).

Polietilen tereftalat yang biasa disingkat sebagai PETE atau PET $\{OH-(-CH_2CH_2O_2(C_6H_4CO_2)NCH_2CH_2-)-\}$ memiliki beberapa nama dagang diantaranya cellanex (Hoechst Celanese) untuk PET campuran, ektar dan eastpac (Eastman Chemical) untuk poliester-PET, mylar (DuPont) untuk PET film, dan rynite (DuPont) untuk PET (plasticsusa). Senyawa-senyawa ini dibuat dari etilen glikol dan asam tereftalat (Gambar 2). Untuk botol kemasan, penggunaan PET yang biasa disebut dengan poliester PET, disebabkan sifatnya yang keras, jernih, murah, dan dapat dikembangkan dalam teknologi pemrosesan botol berkecepatan tinggi.

Wadah yang terbuat dari polietilen tereftalat memiliki logo daur ulang dengan angka 1 ditengahnya dan tulisan PET atau PETE dibawah segitiga yang menunjukkan jenis plastik serta nama jenis plastik tersebut. Biasanya logo tersebut berada dibagian bawah kemasan plastik. Kode ini dikeluarkan oleh *The Society of Plastic Industry* pada tahun 1988 di Amerika Serikat dan diadopsi pula oleh lembaga-lembaga yang mengembangkan sistem kode, seperti ISO (*International Organization for Standardization*).



Gambar 2. Struktur asam tereftalat

Penyekeban

Pisang biasanya dipanen sewaktu masih hijau, dan langsung dilakukan proses penyekeban agar pisang yang dipanen dapat matang dengan serentak dengan warna kuning yang seragam, cerah, dan indah. Selain pematangan, tujuan lain dari penyekeban buah pisang diantaranya adalah untuk menghindari kerusakan hama, menghindari kebusukan yang terlalu cepat dan degradasi vitamin akibat

sinar matahari. Karena buah pisang termasuk buah klimaterik, maka buah ini masih dapat melakukan respirasi meskipun telah dipanen sehingga kematangan bisa tercapai. Kematangan pisang berkaitan dengan perubahan warna kulit, yaitu dari hijau, kuning, sampai timbulnya bercak-bercak coklat. Biasanya pisang sudah mencapai kematangan optimum ketika seluruh kulitnya berwarna kuning. Selain dari perubahan warna kulit, tingkat kematangan buah pisang juga ditentukan oleh tekstur dan rasa. Winarno (1992) menyatakan bahwa rasa manis pada pisang terjadi karena perubahan kandungan pati menjadi fruktosa dan glukosa sampai pati tersebut habis.

Selama dilakukan penyejukan, kekerasan pisang mengalami penurunan yang dipengaruhi oleh suhu, misalnya pada suhu 5°C dan 10°C terjadi penurunan yang lebih lambat dibandingkan dengan suhu 15°C. Pisang dengan lama simpan 5 hari memiliki tingkat kekerasan yang paling tinggi dibandingkan dengan pisang yang disimpan selama 10 atau 15 hari.

Selama proses pematangan, buah pisang akan mengalami perubahan sifat fisik dan kimiawi, antara lain perubahan tekstur, aroma, rasa, kadar pati dan gula (Syaefullah *et al.*, 2008). Tekstur buah ditentukan oleh senyawa-senyawa pektin dan selulosa. Penurunan kandungan senyawa-senyawa tersebut akan menyebabkan buah menjadi lunak. Selain itu, kandungan protopektin yang tidak larut juga akan berkurang, sedangkan kandungan pektin menjadi meningkat.

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan antara lain kantong plastik PETE, daun pisang, daun mimba, dan keranjang bambu. Sedangkan bahan yang digunakan adalah pisang raja.

Metode

Perlakuan untuk kontrol, satu sisir pisang raja dimasukkan ke dalam keranjang bambu lalu disimpan pada suhu ruang dan diamati perubahan yang terjadi setiap 1, 3, dan 5 hari dengan parameter pengamatan meliputi perubahan warna, aroma dan rasa.

Daun pisang dimasukkan kedalam keranjang bambu, lalu dimasukkan satu sisir pisang raja, dan setelah itu pisang ditutup kembali dengan daun pisang. Keranjang kemudian disimpan pada suhu ruang dan diamati perubahan yang terjadi setiap 1, 3, dan 5 hari dengan parameter pengamatan seperti pada perlakuan kontrol. Daun pisang yang digunakan yaitu daun pisang segar dan daun pisang kering.

Daun mimba dimasukkan kedalam keranjang bambu dan dimasukkan satu sisir pisang raja, kemudian pisang ditutup kembali dengan daun mimba. Keranjang disimpan pada suhu ruang, kemudian diamati perubahan yang terjadi setiap 1, 3, dan 5 hari, dengan parameter pengamatan meliputi perubahan warna, aroma dan rasa. Daun mimba yang digunakan juga terdiri atas 2 macam yaitu daun mimba segar dan daun mimba kering.

Terakhir, satu sisir pisang raja dimasukkan kedalam plastik dan disimpan dalam keranjang pada suhu ruang, kemudian diamati perubahan yang terjadi setiap 1, 3, dan 5 hari, dengan parameter pengamatan meliputi perubahan warna, aroma dan rasa.

PEMBAHASAN

Proses Pematangan Buah Klimaterik

Buah pisang yang sudah matang akan memiliki rasa manis. Rasa manis ini disebabkan oleh adanya gula hasil degradasi pati menjadi sukrosa, glukosa, dan fruktosa. Aroma yang khas pada buah pisang ditimbulkan oleh terbentuknya senyawa kompleks dari senyawa yang mudah menguap dan beberapa minyak atsiri yang ada dalam buah pisang. Komponen penyusun aroma pada buah pisang adalah isoamil asetat, amil asetat, amil propionat, amil butirat, heksil asetat, metil asetat, pentanol, butil alkohol, amil alkohol, dan heksil alkohol.

Secara fisiologis, tanaman yang dipanen dan dimanfaatkan untuk konsumsi segar dicirikan dengan adanya aktivitas metabolisme yang dinamakan respirasi. Dalam proses respirasi, komponen dalam tanaman terutama kompleks karbohidrat dirombak menjadi bentuk karbohidrat yang paling sederhana (gula), selanjutnya dioksidasi untuk menghasilkan energi. Hasil sampingan dari respirasi ini adalah CO₂, uap air dan panas. Semakin tinggi laju respirasi maka semakin cepat pula perombakan-perombakan senyawa yang mengarah pada penurunan kualitas produk tersebut. Air yang dihasilkan ditranspirasikan, dan jika tidak dikendalikan produk akan cepat menjadi layu, sehingga laju respirasi sering digunakan sebagai index yang baik untuk menentukan masa simpan pascapanen produk segar. Berbagai produk mempunyai laju respirasi berbeda, umumnya tergantung pada struktur morfologi dan tingkat perkembangan jaringan bagian tanaman tersebut (Kays, 1991). Secara umum, sel-sel muda yang tumbuh aktif cenderung mempunyai laju respirasi lebih tinggi dibandingkan dengan sel-sel yang lebih tua atau dewasa.

Metabolisme pati mempunyai peran yang penting pada proses pematangan buah. Perubahan kadar pati dan penambahan kadar gula merupakan sifat yang menonjol dalam proses pematangan buah pisang. Pada waktu dipanen, buah pisang mengandung pati sekitar 20-30% berat basah, tetapi pada akhir pematangan buah, hampir semua pati terhidrolisis menjadi gula sederhana. Kandungan gula pada buah pisang yang masih muda hanya sekitar 2%, tetapi setelah masak meningkat menjadi 15–20% (Winarno, 1992). Dengan semakin

matangnya buah, berat daging buah semakin meningkat, sedangkan berat kulitnya berangsur-angsur menurun. Penurunan ini disebabkan adanya selulosa dan hemiselulosa pada kulit pisang yang dikonversi menjadi pati selama penuaan buah.

Pada saat pematangan buah, terjadi peningkatan respirasi, produksi etilen, serta akumulasi gula, perombakan klorofil dan senyawa lain sehingga buah menjadi lunak. Pelunakan buah disebabkan juga oleh degradasi protopektin tidak larut menjadi pektin yang larut. Pada suhu 35 °C, laju respirasi akan meningkat tajam, walaupun pada suhu tersebut produksi etilen terhenti. Peranan mitokondria pada proses pematangan buah sangat penting sebagai sumber energi ATP yang akan digunakan untuk membentuk UDP-glukosa yang merupakan substrat untuk sintesis sukrosa. Sukrosa disintesis lewat UDP dan glukosa didalam sitosol. Sukrosa juga dapat dibentuk lewat pemecahan pati.

Proses respirasi buah klimaterik meningkat hanya pada waktu awal pematangan (*ripening*) sampai mencapai puncak klimaterik, yang selanjutnya segera diikuti penurunan yang tajam sampai buah mudah terinfeksi oleh mikroorganisme. Salisbury dan Ross (1995) berpendapat bahwa respirasi merupakan rangkaian dari 50 atau lebih reaksi komponen yang masing-masing dikatalisis oleh enzim yang berbeda. Wills *et al.* (1998) mengatakan bahwa mitokondria mengandung enzim respirasi pada lintasan asam trikarboksilat (TCA) dan sistem transport elektron untuk sintesis adenosin triposfat. Pantastico (1997) juga melaporkan adanya peningkatan aktivitas enzim-enzim yang nyata dalam siklus TCA dan oksidasi mitokondrial selama pematangan buah pisang.

Peranan Media Pada Proses Penyekembangan

Proses penyekembangan menggunakan tiga jenis media yaitu daun pisang, daun mimba dan kantong plastik. Dari ketiga media tersebut akan diteliti tingkat kematangan buah pisang. Daun pisang digunakan dalam proses penyekembangan dikarenakan daun pisang mempunyai faktor fisiologis dengan buah pisang. Hormon etilen yang terdapat pada daun pisang diharapkan akan mempercepat proses pematangan buah pisang.

Penggunaan daun pisang dan daun mimba yang ukurannya berbeda akan menunjukkan apakah ukuran daun dapat mempengaruhi jumlah etilen yang

dihasilkan atau tidak. Selain itu, penggunaan daun dengan usia yang berbeda yaitu daun segar dan daun kering bertujuan untuk melihat hubungan antara usia daun dengan senyawa etilen. Jika daun yang digunakan adalah daun kering, diduga konsentrasi hormon etilen telah berkurang atau tidak ada, sehingga proses pematangan buah menjadi lama, tetapi sebaliknya pada daun segar.

Pada pemakaian daun mimba yang mengandung β -sitosterol, hyperoside, nimbolide, quercetin, quercitrin, rutin, azadirachtin, dan nimbine yang biasa digunakan oleh masyarakat Bali pada proses penyekeban, dapat dilihat korelasi antara senyawa-senyawa tersebut dengan hormon etilen yang diduga berperan dalam pematangan buah. Jika laju pematangannya lebih cepat dan kualitas buah pisangnya lebih baik, maka hal ini berarti bahwa senyawa-senyawa tersebut sinergis dengan hormon etilen. Pada proses penyekeban dengan daun mimba, juga digunakan daun mimba segar dan daun mimba kering. Diduga daun mimba segar lebih efektif dalam proses pematangan karena hormon etilen yang dihasilkan pada daun segar lebih banyak dibandingkan dengan daun kering.

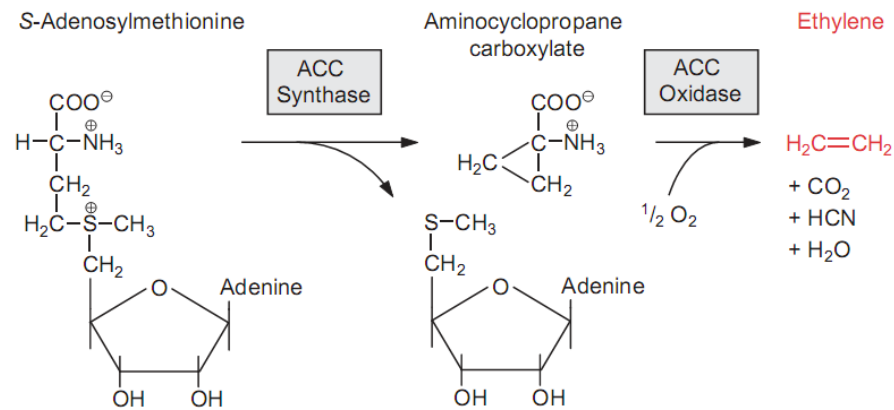
Pada pisang yang dibungkus dengan plastik, proses pematangan disebabkan hanya oleh gas etilen yang dihasilkan buah pisang, dan gas etilen tidak dapat bermigrasi dari luar ke dalam atau sebaliknya. Selain itu, pada buah pisang yang dibungkus oleh plastik, akan terjadi peningkatan suhu yang disebabkan oleh akumulasi gas CO_2 sehingga pada perlakuan ini terdapat pengaruh suhu terhadap proses pematangan buah pisang.

Peranan Gas Etilen Dalam Pematangan Buah

Pada proses pematangan pisang, salah satu senyawa yang berperan penting adalah gas etilen. Etilen adalah senyawa organik sederhana yang berfungsi sebagai hormon pertumbuhan, perkembangan dan kelayuan. Oleh sebab itu keberadaan etilen perlu ditekan pada saat buah telah mengalami kematangan agar daya simpan buah menjadi lebih lama. Dalam keadaan normal, etilen dengan rumus molekul C_2H_4 akan berada dalam bentuk gas. Etilen ini dihasilkan oleh tumbuhan dan berfungsi mengatur proses pematangan pada buah-buahan. Sintesis etilen dalam tanaman diawali oleh S-adenosilmetionin sebagai prekursornya.

Produksi etilen pada pisang dimulai dengan pembentukan 1-aminosiklopropana-1-asam karboksilat (ACC) dari S-adenosilmetionin (SAM) yang

dikatalisis oleh ACC sintase. Adapun reaksi pembentukan etilen ditunjukkan pada gambar berikut:



Gambar 3. Reaksi pembentukan etilen

Muatan positif atom S pada S-adenosilmetionin dapat menyebabkan S-adenosilmetionin membentuk siklopropana. Selanjutnya, ACC oksidase akan mengkatalisis oksidasi siklopropana menjadi etilen, CO₂, HCN dan H₂O. HCN akan langsung didetoksifikasi melalui pengubahannya menjadi β-sianoalanin.

Pengaruh etilen dalam proses pematangan buah dipengaruhi oleh perubahan ekspresi gen. Etilen yang dihasilkan oleh tanaman ($\sim 10^{-9}$ mol/liter) akan berikatan dengan reseptor etilen dengan afinitas yang tinggi. Reseptor ini memiliki dimer *histidine receptor kinases* yang mengandung residu histidin. Pengikatan etilen pada reseptor dimer ini akan menginaktivasi autofosforilasi.

Secara teoritis, mekanisme/kerja etilen dalam proses pematangan buah dapat digambarkan sebagai berikut:

1. Pada tingkat molekular, etilen dapat terikat pada ion logam yang ada pada enzim atau ikut serta dalam sistem pengangkutan elektron yang khusus.
2. Pada tingkat sel, etilen meningkatkan permeabilitas membran sel dan membran-membran bagian sub seluler sehingga membuat substrat lebih mudah dapat dicapai oleh enzim-enzim yang bersangkutan karena etilen mudah larut dalam air dan lemak.
3. Kemudahan enzim dalam mencapai substrat menyebabkan terjadinya percepatan proses respirasi di dalam buah dan mempercepat proses perubahan karbohidrat menjadi gula pada proses pematangan tersebut.

Pisang yang belum matang mengandung pati sebesar 20-25%, tetapi selama proses pematangan, baik sebelum maupun setelah dipanen (klimaterik), pati ini akan terdegradasi dengan cepat menjadi gula (Cordenunsi and Lajolo, 1995). Pada buah klimaterik, proses fosforolitik (Mota *et al.*, 2002) dan hidrolitik (Purgatto *et al.*, 2001; Bassinello *et al.*, 2002) memiliki peran yang penting dalam pematangan buah. Selain etilen, hormon asam indole-3-acetat (Purgatto *et al.*, 2001) dan asam gibberelat (Rossetto *et al.*, 2003) juga ikut terlibat sebagai modulator metabolisme pati.

DAFTAR PUSTAKA

- Bassinello, P.Z., Cordenunsi, B.R., Lajolo, F.M., 2002. Amylolytic activity in fruits: comparison of different substrates and methods using banana as model. *J. Agric. Food Chem.* 50, 5781–5786.
- Buckle, K.A., R.A. Edwards, G.H & M. Wootton. 1987. Ilmu pangan. Diterjemahkan oleh: Purnomo, H. & Adiono. UI-Press, Jakarta.
- Cordenunsi, B.R., Lajolo, F.M., 1995. Starch breakdown during banana ripening: sucrose synthase and sucrose phosphate synthase. *J. Agric. Food Chem.* 43, 347–351.
- Departemen Pertanian. 2009. *Standar Prosedur Operasional (SPO) Pengolahan Pisang*. Direktorat Pengolahan Hasil Pertanian & Direktorat Jenderal Pengolahan dan Pemasaran Hasil Pertanian. Departemen Pertanian. Jakarta.
- Departmen Pertanian. 2005. *Prospek dan Arah Pengembangan Agribisnis: dukungan Aspek Teknologi Pascapanen*. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Departemen Pertanian. Jakarta.
- Kader, A.A. 1980. *Prevention Of Ripening Fruits By Use Of Controlled Atmospheres*. Food Technology :51-54.
- Kandungan Gizi Pisang, accessed April 2010, [Online] available at : <http://www.enformasi.com/2008/12/kandungan-gizi-pisang.html>
- Kays, S.J. 1991. *Postharvest Physiology of Perishable Plant Products*. Van Nostrand Reinhold, NY.
- Mota, R.V., Cordenunsi, B.R., Nascimento, J.R.O., Purgatto, E., Rosseto, M.R.M., Lajolo, F.M., 2002. *Activity and expression of banana starch phosphorylases during fruit development and ripening*. *Planta* 216, 325–333.
- Noor, Z. 2007. *Perilaku Selulase Buah Pisang dalam Penyimpanan Udara Termodifikasi*. Seminar Nasional Teknologi. Yogyakarta.
- Pantastico, ER.B. 1989. *Fisiologi Pasca Panen, Penanganan dan Pemanfaatan Buah-buahan dan Sayur-sayuran Tropika dan Sub Tropika*. Penerbit. Gadjah Mada University Press:Yogyakarta
- Purgatto, E., Lajolo, F.M., Nascimento, J.R.O., Cordenunsi, B.R., 2001. *Inhibition of β -amylase activity, starch degradation and sucrose formation by indole-3-acetic acid during banana ripening*. *Planta* 212, 823–828.
- Purgatto, E., Lajolo, F.M., Nascimento, J.R.O., Cordenunsi, B.R., 2002. *The onset of starch degradation during banana ripening is concomitant to changes in the content of free and conjugated forms of indole-3-acetic acid*. *J. Plant Physiol.* 159, 1105–1111.
- Rossetto, M.R.M., Purgatto, E., Nascimento, J.R.O., Lajolo, F.M., Cordenunsi, B.R., 2003. *Effects of gibberellic acid on sucrose accumulation and sucrose biosynthesizing enzymes activity during banana ripening*. *Plant Growth Regul.* 41 (3), 207–214.

- Sutomo, H. 2007. Pengaruh pemberian natrium klorida terhadap performa buah pisang (*Musa paradisiaca*). *Jurnal Agrijati* 5: 27-32.
- Syaefullah, E., H. Maulana & Suroso. *Pendugaan mutu pisang raja bulu setelah penyimpanan dengan jaringan syaraf tiruan*. Di dalam: Teknologi dan Seminar Nasional Teknik Pertanian. Proceeding Seminar Nasional Teknik Pertanian; Yogyakarta, 18-19 Nov 2008. Fakultas Teknologi Pertanian UGM. Yogyakarta.
- Wills, R.B.H., McGlasson, B., Graham, D., and Joice, D. 1998. *Postharvest, An Introduction to the Physiology and Handling of Fruit, Vegetables and Ornamentals*. 4th Ed. The Univ. of New South Wales, Sydney. 22pp.
- Winarno, F.G. 1984. *Kimia Pangan dan Gizi* PT. Gramedia Pustaka Utama: Jakarta.