

PERILAKU SELULASE BUAH PISANG DALAM PENYIMPANAN UDARA TERMODIFIKASI

Zulafa Noor

STTNAS Yogyakarta
e-mail : gerri_aryza@yahoo.com

ABSTRACT

*The effort to extend the storage life of “ambon” banana (*Musa paradisiaca* L.) was studied by observing Cellulase enzyme activity toward banana’s texture and sweetness during the storage in the modified atmosphere conditions at 15°C. The study then continued to find the right and the appropriate compositions of modified atmospheres to maintain banana’s quality during the storage.*

In this study gas compositions consisting of 2 to 6% oxygen, 3% carbon dioxide, and nitrogen were used. The Cellulase enzyme activity was identified using spectrophotometric methods and tested using CMC 15 methods. The degree of glucose reduction was determined by using spectrophotometric methods; the degree of starch by using Direct Acid Hydrolysis Method; physical test by using Hedonic test.

The results showed that the maximum activity of Cellulase was 26.36–31.30 unit/mg, which was reached at the fifth weeks of storage. After it reached the peak, the Cellulose enzyme activity gradually decreased until the end of storage life. The degree of starch during storage was 23.18–4.46%; the degree of glucose reduction was 0.04–5.97%; the softness during storage was 7.00–96.8 scale/weight 50gr; banana’s color was valued 1–8 PCI.

It is concluded, when Cellulase enzyme activity increase the degree of starch will decrease; in the other hand, when Cellulase enzyme activity increased the degree of glucose reduction would also increase. Cellulase enzyme activity did not directly influence the softness of “ambon” banana.

The right and the appropriate gas compositions in the modified atmosphere condition for “ambon” banana comprises of 6% oxygen, 3% carbon dioxide, and 91% nitrogen. With this as composition at temperature of 15°C the storage life of banana can be extended up to seven weeks. At the seventh week, the banana is optimum, ripe, and the color tends to yellow.

Keywords: Cellulase activity, “Ambon” Banana, Modified Atmosphere

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara penghasil buah-buahan yang cukup mempunyai potensi di pasar luar negeri, sehingga diharapkan dapat menambah devisa negara dan meningkatkan ekspor komoditi non migas. Buah pisang ambon merupakan salah satu jenis buah segar yang disenangi di luar negeri sebagai buah yang mempunyai nilai gizi yang tinggi.

Mengingat buah pisang ambon mudah rusak setelah di panen maka sampai saat ini produksinya belum dapat dimanfaatkan secara maksimal. Salah satu penyebabnya adalah masih kurangnya pengetahuan tentang pengolahan hasil pertanian pasca panen. Pada penelitian yang terdahulu peneliti mencoba menggunakan cara kombinasi antara udara termodifikasi dan pendinginan sebagai usaha memperpanjang umur simpan buah pisang pasca panen supaya dapat lebih tahan dalam pengiriman ke luar negeri dengan kualitas yang tetap prima. Hasil penelitian tersebut memang dapat memperpanjang umur simpan buah pisang ± 7 minggu, namun tekstur buah masih agak keras dan rasa kurang manis. Oleh karena itu, pada penelitian ini ingin diketahui

perilaku enzim selulase selama proses pemasakan buah pisang ambon dalam penyimpanan udara termodifikasi. Dengan mengamati perilaku enzim selulase selama proses pemasakan buah dalam penyimpanan udara termodifikasi akan dapat diketahui pengaruhnya terhadap kekerasan dan rasa manis buah pisang. Di samping itu juga mencari kombinasi udara termodifikasi yang tepat untuk mempertahankan kualitas buah pisang setelah penyimpanan.

2. LANDASAN TEORI

2.1 Komposisi Kimia Buah Pisang Ambon

Pisang ambon (*Musa paradisiaca L.*) mempunyai komposisi kimia sebagai berikut. Menurut Stover (1987), komposisi kimia daging buah pisang ambon masak antara lain adalah: kadar gula 88,28%, gula reduksi 5,44%, Sukrosa 1,05%, pati 0,84%, protein 0,68%, Pektin 0,93%, Protopektin 0,21%, lemak 0,53%, serat kasar 1,28%, an abu 1,33%.

2.2 Perubahan Sifat Fisik dan Kimiawi

Selama proses pemasakan buah pisang akan mengalami perubahan sifat fisik dan kimiawi, antara lain adalah: perubahan tekstur, aroma dan rasa, kadar pati dan gula (Pantastico, 1989).

Tekstur buah ditentukan oleh senyawa-senyawa pektin dan selulosa. Selama pemasakan buah menjadi lunak karena menurunnya jumlah senyawa tersebut. Selama itu jumlah protopektin yang tidak larut berkurang sedang jumlah pektin yang larut menjadi bertambah. Menurut Palmer (1981), jumlah selulosa buah pisang yang baru dipanen adalah 2–3% dan selama pemasakan buah jumlahnya akan berkurang.

Rasa manis setelah buah masak, ditentukan oleh adanya gula hasil degradasi pati yang menjadi gula yang lebih sederhana yaitu sukrosa, glukosa, dan fruktosa (Paul dan Palmer, 1981). Daging buah yang masih mentah memiliki rasa sepet yang disebabkan oleh senyawa tanin. Selama proses pemasakan buah rasa sepet berangsur-angsur kurang, hal ini disebabkan kandungan tanin aktif menurun pada buah yang masak (Stover, 1987).

Timbulnya aroma yang khas pada buah pisang disebabkan terbentuknya senyawa kompleks dari senyawa yang mudah menguap dan beberapa minyak esensial yang ada. Di samping timbulnya aroma terbentuk juga gula selama pemasakan buah. Bertambahnya senyawa mudah menguap pada saat pemasakan buah pisang sangat erat hubungannya dengan pembentukan aroma buah pisang (Stover, 1987).

Komponen penyusun aroma pada buah pisang adalah iso-amil asetat, amil asetat, amil propionat, amil butirrat, heksil asetat, metil asetat, pentanol, butil alkohol, amil alkohol, dan heksil alkohol (Hulme, 1981).

Sebagian besar zat padat dalam buah adalah karbohidrat. Karbohidrat utama jaringan tanaman yang tidak ada hubungannya dengan dinding sel adalah senyawa pati. Pati terdapat dalam plastida intraseluler atau granula yang mempunyai ukuran dan bentuk khusus. Metabolisme pati mempunyai peran yang penting pada proses pemasakan buah. Selama periode pasca panen, pati dapat diubah menjadi gula sederhana seperti sukrosa, glukosa, dan fruktosa. Dalam penyimpanan suhu rendah, terjadinya akumulasi gula adalah akibat dari aktivitas enzim.

Perubahan kadar pati dan penambahan kadar gula merupakan sifat yang menonjol dalam proses pemasakan buah pisang. Pada waktu dipanen, buah pisang mengandung pati sekitar 20–30% berat basah. Pada akhir pemasakan buah, hampir semua pati terhidrolisis menjadi gula sederhana hanya tinggal 1–2% saja. Kandungan gula pada buah pisang yang masih muda hanya sekitar 2% tetapi setelah masak meningkat menjadi 15–20% (Winarno, 1984).

Pada waktu kandungan pati menurun, kandungan sukrosa akan naik, dan sukrosa yang terbentuk akan dipecah menjadi glukosa dan fruktosa. Glukosa yang terbentuk akan digunakan untuk proses respirasi atau diubah menjadi senyawa lain.

2.2 Penyimpanan dengan Udara Termodifikasi

Proses penyimpanan dengan udara termodifikasi merupakan cara baru yang paling baik dalam penyimpanan buah. Cara ini dapat menghambat kegiatan respirasi, menunda pelunakan buah, perubahan warna, proses pembongkaran lain dengan mempertahankan atmosfer yang mengandung lebih banyak CO₂ dan lebih sedikit O₂. Secara teknis udara termodifikasi mencakup penambahan atau pengurangan gas-gas yang mempunyai susunan berbeda dengan udara biasa. Jadi, CO₂, O₂, dan N₂ dapat diatur untuk memperoleh kombinasi gas. Tetapi dalam penerapannya, udara termodifikasi merupakan istilah untuk penambahan CO₂ dan pengurangan O₂, dengan N₂ lebih tinggi daripada udara biasa (Pantastico, 1989).

Diduga, CO₂ mempunyai pengaruh terhadap hidrolisis protopektin. Kandungan pektin terlarut jauh lebih tinggi bila suhunya lebih tinggi atau tidak ada CO₂ (Baker, 1982).

Penyimpanan dengan udara termodifikasi dilakukan dengan jalan penambahan CO₂, penurunan O₂, dan kandungan N₂ tinggi dibandingkan dengan udara biasa.

Dibandingkan dengan buah yang diambil dari penyimpanan dingin biasa, buah yang disimpan dalam udara termodifikasi menunjukkan laju respirasi yang rendah. Udara termodifikasi dengan komposisi 2,5% CO₂ dan 2,5% O₂ yang terkombinasi dengan pengemasan plastik dapat mengurangi laju respirasinya (Pantastico, 1989).

Konsentrasi O₂ sebanyak 5–8% dapat mengurangi timbulnya pembusukan. Pertumbuhan jamur dapat dihambat pada konsentrasi O₂ rendah.

Pada konsentrasi CO₂ sekitar 15% dihasilkan aroma yang tidak dikehendaki dan disebabkan oleh penimbunan etanol dan etanal. Bersamaan dengan itu timbul warna yang tidak dikehendaki.

Penyimpanan dalam udara termodifikasi terdapat pengaruh gabungan antara CO₂, O₂, dan suhu. Pengaruh yang menguntungkan dari gabungan tersebut adalah bila salah satu faktor itu dikombinasikan dengan yang lain dapat menambah keefektifan penyimpanan. Untuk kebanyakan buah, kisaran kondisi optimum untuk penyimpanan adalah O₂ = ± 3% dan CO₂ = ± 0–5%.

2.3 Selulosa

Selulosa adalah salah satu penyusun dinding sel pada buah pisang. Senyawa ini tidak larut dalam air. Hidrolisis selulosa dengan enzim selulase mengakibatkan terpecahnya ikatan β-1,4 glukosida yang menghasilkan selobiosa dan glukosa (Mandels, 1986).

Enzim selulase merupakan enzim ekstraseluler dan bersifat induktif. Enzim selulase kemungkinan aktif selama penyimpanan buah meskipun kontribusinya dalam perubahan tekstur tidak jelas. Meskipun aktivitas selulase berakibat lemahnya dinding sel, namun belum jelas apakah juga mengakibatkan pelunakan pada daging buah.

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dirancang dengan Rancangan Acak Lengkap dengan tiga kali ulangan. Data yang diperoleh dianalisis dengan Anava, untuk mengetahui apakah ada pengaruh faktor ubahan bebas terhadap ubahan gayutnya. Selanjutnya dilakukan uji perbedaan untuk mengetahui perlakuan yang paling efektif untuk penyimpanan buah pisang pasca panen. Sebagai ubahan gayut adalah perilaku selulase, sedangkan ubahan bebasnya adalah komposisi gas yang ditambahkan dan kondisi penyimpanan.

3.2 Bahan Penelitian

Bahan penelitian yang digunakan adalah buah pisang ambon yang masak optimum dan baru dipetik, kemasan plastik polipropilen, gas CO₂, O₂, dan N₂, dan bahan-bahan kimia.

3.2 Peralatan

Alat-alat yang digunakan adalah sebagai berikut: spektrofotometer, penetrometer KIC, ruang pendingin, oven, tabung gas, tabung reaksi, timbangan dan botol timbang, mortir porselen, erlen meyer, beker glas, pipet volum, gelas ukur, dll.

3.3 Jalannya Penelitian

Buah pisang dipilih dengan ukuran seragam kemudian dilakukan sebagai berikut.

1. Dicuci dan direndam 1 menit dalam larutan Benomil, kemudian dikeringkan dengan cara diangin-anginkan.
2. Mengatur komposisi udara dalam kemasan plastik dengan menggunakan tabung pencampur gas. Komposisi gas yang dipakai adalah sebagai berikut: CO₂ sebanyak 3%, dengan O₂ sebanyak 2% 4% 6%, sedangkan untuk N₂ mengisi kekurangannya dari campuran kedua gas tersebut.
3. Masukkan sampel yang telah siap ke dalam ruang pendingin dengan suhu 15°C.

Pada penelitian ini dilakukan pengamatan dan analisis laboratorium terhadap aktivitas Selulase dan beberapa sifat fisik dan kimia buah pisang dengan parameter pengamatan sebagai berikut:

1. Aktivitas selulase dengan CMC15 (Mandels, 1986)
2. Kadar gula reduksi dengan cara spektrofotometri
3. Kadar pati dilakukan dengan Direct Acid Hydrolysis Method
4. Pengujian sifat fisik dengan cara tes Hedonik

Pengamatan umur simpan buah pisang dilakukan dengan cara mengamati perubahan warna yang terjadi pada kulitnya. Pengamatan diakhiri jika sampel mencapai standar warna PCI 8, yaitu ditandai dengan adanya warna bintik-bintik coklat dan dianggap sebagai akhir penyimpanan buah pisang.

Variasi kombinasi gas yang dipake pada sampel adalah sebagai berikut.

1. Sampel A: 2% O₂, 3% CO₂, dan 95% N₂
2. Sampel B: 4% O₂, 3% CO₂, dan 93% N₂
3. Sampel C: 6% O₂, 3% CO₂, dan 91% N₂
4. Sampel D: 20% O₂, 1% CO₂, dan 79% N₂
5. Sampel E: tanpa perlakuan (kontrol).

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Bahan Dasar

Hasil analisis terhadap sifat fisik dan kimia dari buah pisang ambon segar yang baru dipanen antara lain adalah kadar air 75,04%, kekerasan 7,00, warna kulit buah 1,00, kadar pati 23,18%, kadar gula reduksi 0,04%, dan perilaku enzim Selulase 9,02 unit/mg.

Hasil analisis kadar air pisang ambon segar adalah 75,04% jika dibanding dengan analisis yang dilakukan oleh Stover adalah 88,28% maka kadar air tersebut relatif masih rendah sebab buah

pisang Ambon yang dipakai penelitian dalam kondisi masak optimum, baru dipanen, dan masih mentah sehingga kandungan patinya belum banyak yang terhidrolisis menjadi gula dan air.

Kekerasan buah pisang ambon menunjukkan nilai 7,00 berarti buah mempunyai tekstur yang masih keras. Hal ini disebabkan karena senyawa yang menentukan kekerasan buah seperti selulosa, pektin, hemiselulosa belum berkurang jumlahnya sehingga teksturnya masih keras.

Warna kulit buah pisang ambon menunjukkan nilai 1,00 berarti warna kulit buah masih hijau tua. Warna hijau disebabkan oleh pigmen klorofil pada kulit buah belum terdegradasi. Selama proses pemasakan, semua klorofil akan terdegradasi sehingga warna kulit berubah menjadi kuning karena adanya karotenoid dan xantofil yang semula tertutup (Winarno, 1984).

Kadar pati buah pisang ambon menunjukkan angka 23, 18%. Ini disebabkan kandungan pati pada buah tersebut belum terhidrolisis. Menurut Winarno (1984), pada waktu dipanen buah pisang mengandung pati antara 20-30%.

Kadar gula reduksi pada buah pisang Ambon segar yang baru dipanen menunjukkan jumlah 0,04%. Jumlah ini sangat kecil karena pati belum terhidrolisis menjadi gula sangat sederhana. Menurut Stover (1987), kandungan gula dalam buah pisang yang masih mentah hanya berkisar 1% dan setelah masak akan meningkat menjadi 15-20%.

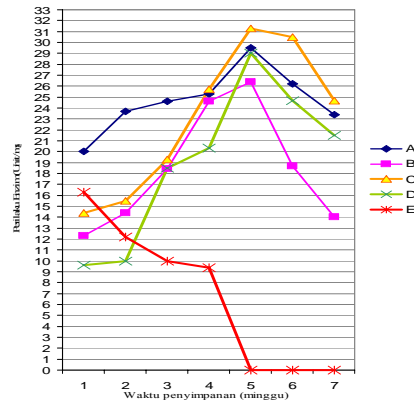
Hasil pengujian perilaku selulase buah pisang Ambon yang baru dipanen menunjukkan jumlah 9,02 unit/ mg. jumlah ini relatif rendah sebab enzim belum aktif. Menurut Pantastico (1989), menerangkan bahwa enzim selulase perilakunya akan naik selama proses pemasakan. Selulase akan merubah selulosa menjadi glukosa.

4.2. Analisis Perilaku Enzim Selulase Selama Penyimpanan dalam Udara Termodifikasi

Besarnya Enzim Selulase pada buah pisang ambon selama penyimpanan dinyatakan sebagai Unit CMC. Satu unit setara dengan jumlah enzim yang mampu menghasilkan glukosa sebesar 0,5 mg/jam. Hasil analisis perilaku Enzim Selulase dapat dilihat dalam gambar 1 dibawah ini.

Dari data di atas menunjukkan bahwa enzim Selulase mempunyai perilaku dengan pola yang hampir sama untuk semua perlakuan. Perlakuan A, B, dan D menunjukkan perilaku enzim Selulase mencapai puncaknya pada minggu kelima. Perlakuan C menunjukkan perilaku enzim Selulase mencapai puncaknya pada minggu kelima sampai keenam. Sedangkan pada E (kontrol) mencapai puncaknya pada minggu pertama. Jika dibandingkan dengan awal penelitian, perilaku enzim Selulase menunjukkan kenaikan sampai pada puncaknya, dan berangsur-angsur turun sesuai dengan proses pematangan buah pisang ambon tersebut. Hal ini sesuai dengan pendapat dari Pantastico yang menerangkan bahwa perilaku Selulase akan meningkat selama proses pematangan. Selama proses ini Selulosa akan diubah menjadi glukosa. Untuk lebih jelasnya perubahan perilaku enzim Selulase dapat dilihat pada gambar 1.

Dari analisis sidik ragam untuk perilaku enzim Selulase menunjukkan bahwa perlakuan kombinasi waktu simpan dan interaksi antara keduanya terapat pengaruh yang sangat nyata terhadap perilaku enzim Selulase selama penyimpanan. Dari hasil uji Duncan menunjukkan bahwa semua perlakuan berbeda nyata dengan kontrol. Hal ini disebabkan karena penyimpanan alam udara termodifikasi dapat menunda kematangan buah dan memperpanjang umur simpannya. Penambahan gas CO₂ yang lebih tinggi dari atmosfer yang biasa dapat menghambat kegiatan enzimatik. Hal ini terlihat pada gambar 1 bahwa perilaku Selulase sedikit demi sedikit naik sampai minggu kelima, setelah itu berangsur-angsur menurun. Sedangkan pada kontrol terlihat kenaikan maupun penurunan Selulase terjadi secara drastis. Pada kombinasi B menunjukkan perbedaan nyata dengan A dan C. Pada gambar 1 terlihat perilaku Selulase pada B paling rendah jika dibandingkan dengan kombinasi lainnya kecuali dengan kontrol. Hal ini mungkin disebabkan karena kombinasi gas pada B mempunyai komposisi yang lebih tepat untuk penyimpanan.



Gambar 1. Perilaku Selulase Selama Penyimpanan dari Beberapa Kombinasi Perlakuan

Dari hasil uji Duncan pada efek waktu simpan terhadap perilaku enzim Selulase selama penyimpanan, menunjukkan bahwa waktu simpan minggu kelima dan keenam berbeda nyata dengan minggu ketujuh. Pada minggu kelima dan keenam enzim paling aktif. Perilaku Selulase pada akhir pematangan sudah sangat rendah. Hal ini mungkin disebabkan karena Selulosa yang ada dalam buah pisang hampir semuanya sudah mengalami perubahan pada periode waktu sebelumnya.

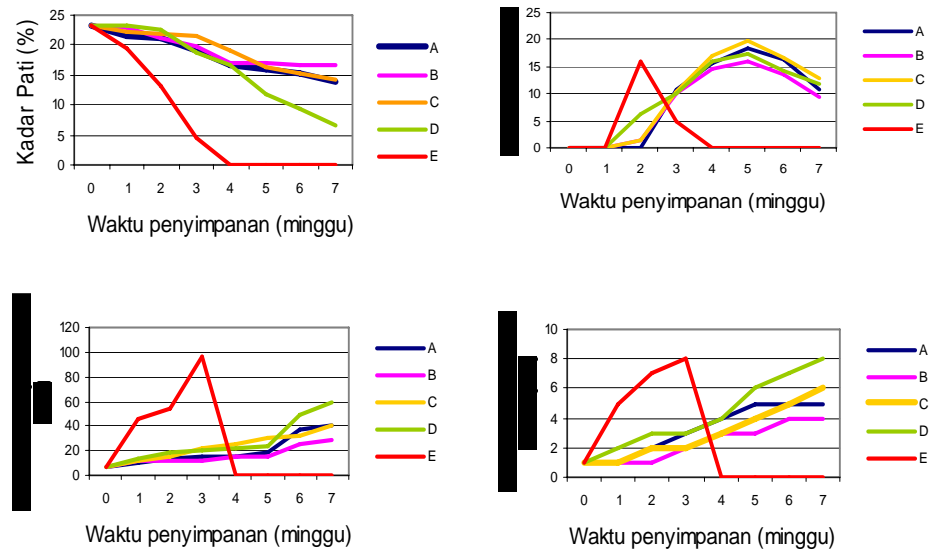
Dari hasil uji Duncan pada efek interaksi antara kombinasi gas dan waktu simpan terhadap perilaku enzim Selulase selama penyimpanan menunjukkan bahwa pada penyimpanan minggu pertama perilaku Selulase pada C dan A berbeda nyata dengan semua interaksi yang lain. Pada gambar 1 terlihat bahwa perilaku Selulase C dan A meningkat dengan cepat setelah disimpan seminggu. Hal ini mungkin disebabkan karena komposisi gas kurang sesuai untuk penyimpanan buah pisang. Sehingga belum dapat menghambat Selulase pada penyimpanan minggu pertama. Di samping itu Stover (1987), menerangkan bahwa komposisi gas yang digunakan untuk menyimpan buah pisang akan mempengaruhi perilaku Selulase.

Dari hasil analisis sidik ragam kadar pati pisang ambon selama penyimpanan terlihat bahwa A, B, C, D kadarnya masih tinggi pada minggu ke nol hingga ketiga, kemudian berangsur-angsur menurun sampai akhir penyimpanan. Sedangkan pada E kadar pati menurun drastis pada minggu kedua dan ketiga. Secara keseluruhan semua perlakuan menunjukkan beda nyata dengan E seperti terlihat pada gambar 2.

Pada semua perlakuan kecuali pada E terlihat bahwa kadar gula reduksi mencapai puncaknya pada minggu kelima. Sejak minggu pertama sampai minggu kelima, kadar gula reduksi meningkat terus dan secara berangsur-angsur menurun pada minggu keenam. Dan pada akhir penyimpanan hingga 5%.

Hal ini menunjukkan bahwa selama penyimpanan tetap berlangsung proses pemasakan buah, sehingga respirasi berjalan dan pati terhidrolisis menjadi gula-gula sederhana. Setelah minggu kelima kadar gula reduksi menurun perlahan-lahan dan selanjutnya menurun dengan tajam. Penurunan ini disebabkan karena gula-gula yang terbentuk dipecah lagi dan digunakan untuk respirasi lanjutan hingga buah menjadi busuk (Winarno, 1984).

Dari hasil analisis sidik ragam ternyata penyimpanan dalam udara termodifikasi berpengaruh sangat nyata terhadap kekerasan dan warna buah pisang selama penyimpanan. Interaksi antara kombinasi gas dan waktu penyimpanan terhadap kekerasan dan warna kulit buah pisang selama penyimpanan menunjukkan pengaruh sangat nyata. Menurut Winarno (1984), makin cepat proses pemasakan buah makin cepat pula proses respirasi di mana ikatan selulosa pada dinding sel makin cepat rusak dan mengalami perubahan. Perubahan kekerasan buah selama penyimpanan, juga karena adanya perubahan turgor sel. Perubahan ini menyebabkan hilangnya sifat getas dan kesegaran buah.



Gambar 2. Kurva Hubungan Kadar Pati, Kadar Gula Reduksi, Kekerasan dan Warna Buah dengan Waktu Penyimpanan

Pada pengamatan warna buah pisang selama penyimpanan ternyata pada perlakuan B mempunyai skor nilai terendah pada akhir penyimpanan jika dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan tersebut efektif dapat menghambat pemasakan buah pisang dan dapat memperpanjang umur simpan buah pisang daripada perlakuan E maupun kombinasi yang lain.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Pada penelitian ini dipakai buah pisang ambon yang baru dipetik dengan kondisi masak optimum dan segar. Hasil analisis awal diperoleh kadar air 74,04%, kadar pati 23,18%, kadar gula reduksi 0,04%, kekerasan buah 7, warna kulit buah 1, perilaku enzim Selulase 9,02 unit/mg.

Penyimpanan dengan udara termodifikasi pada ruang bersuhu 15°C dengan beberapa macam kombinasi gas ternyata dapat menghambat Selulase sehingga dapat memperpanjang umur simpannya.

Selama proses penyimpanan, perilaku Selulase pada semua perlakuan mencapai puncaknya pada minggu kelima (26,36–31,30 unit/mg). Sedangkan pada E puncaknya dicapai pada minggu pertama yaitu 16,30 unit/mg. Walaupun Selulase dapat dihambat, namun masih tetap bekerja sehingga pembentukan gula an perubahan warna masih tetap terjadi sehingga tidak mengurangi kualitas buah pisang masak.

Dari penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa perlakuan C merupakan kombinasi yang terbaik, kecuali dapat memperpanjang umur simpan sampai 7 minggu juga mempunyai nilai sensoris, warna yang lebih menarik yaitu kuning lebih banyak dari hijau, kondisi buah masak dengan tekstur yang optimum yaitu dengan nilai kekerasan 31,4–41,0. Sedangkan pada perlakuan E hanya bertahan sampai minggu ketiga, dan masak optimum pada hari ke sembilan belas.

Menurut pendapat kami dalam pengujian perilaku enzim Selulase sebaiknya dilakukan pada kondisi yang sama dengan kondisi penyimpanannya, sehingga dapat dilihat perilakunya dalam

konisi yang sama. Karena terbatasnya sarana dan aanya kesulitan yang dihadapi, pengujian dalam penelitian ini dilakukan dalam kondisi standar.

Sebagai parameter pemasakan buah pisang ambon pada umumnya dapat digunakan parameter warna nilai PCI 4–5, yaitu warna kuning dan hijau seimbang sampai kuning lebih banyak daripada hijau. Kekerasannya agak lunak dengan nilai 40–50skala.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Bakers. (1982). Higher Polymer Pectins and Their De Esterification, *Advances in Food Research I*, Academic Press Inc. Publishers, New York.
- Hulme, A.C. (1981). *The Biochemistry of Fruits and Their Product. Vol 2*, Academic Press London and New York.
- Mandels, M. and Weber, J. (1986). *The Production of Cellulase. Adv. Chem. Ser.*
- Noor, Zulafa. (1993). Perubahan Sifat Buah Pisang Selama Disimpan Dalam Udara Termodifikasi dan Pendinginan. Lap. Penelitian Kopertis V, Yogyakarta.
- Palmer, J.K. (1981). The Banana. Dalam: Hulme, A.C. (Ed). *The Biochemistry of Fruits and Their Product. Vol 2*. Academic Press London and New York.
- Pantastico, Er. B. (1989). Post harvest Physiology Handling and Utilization of Tropical and Subtropical Fruits and Vegetables, College of Agriculture, Laguna, Phillipines.
- Paul, P.C. and H. P. Halen. (1981). *Fruit Theory and Application*, John Willey and Sons Inc. Co., New York.
- Stover, R.H. and N.W. Simmons. (1987). *Bananas 3rd*, Longmans Group, U.K. Ltd. Singapore.
- Winarno, F.G. dan S. Laksmi. (1984). *Pigmen dalam Pengolahan Pangan*, Dept. THP. Fatemeta IPB, Bogor.