

AKTIVITAS PEROKSIDASE DAN PROFIL SENYAWA FLAVOR SELAMA PEMERAMAN BUAH MANGGA PASCA PENYIMPANAN SUHU RENDAH *)

(PEROXIDASE ACTIVITY AND FLAVOR COMPOUNDS PROFILE DURING RIPENING OF MANGO FRUITS FOLLOWING AFTER LOW TEMPERATURE STORAGE)

Tranggono **)

ABSTRACT

Mango fruits were firstly stored at 4°C or 15°C for one week and control samples were also prepared without storage. At the end of storage period to see their effects or chilling injury they were removed from the storage room and then they are placed in a ripening room which is operated at ambient temperature. At three days interval during ripening samples were drawn for analyses of peroxidase activity, texture and appearance of fruits as well as their flavor compounds profile.

Results showed that at the start of ripening period, the peroxidase activity of samples without storage were relatively low, however, those of stored samples were exceptionally high. These phenomena might be due to chilling injury. As the time of ripening increased, the peroxidase activity of samples without storage also increased, on the contrary, those of stored samples slightly lessened. The texture of mango fruit as represented by its firmness was significantly reduced by the low temperature treatment primarily at temperature 15°C. During ripening, firmness reduction occurred for all samples. For samples without storage the optimum length of time for ripening was three days. Low temperature storage at 4°C or 15°C brought about to the development of abnormal ripening accompanied by undesirable appearance which led to the deterioration of fruits. It seemed, that temperature of 15°C was still too low for storage of the mango fruit. Compositional changes with regard to flavor compounds took place during ripening. The pattern of flavor compound changes of samples without storage and stored samples were significantly different. These might be due to chilling injury as a result of low temperature treatment. There was a closed relationship between peroxidase activity and flavor compounds profile during ripening of mango fruit.

Key words : storage, ripening, peroxidase activity and flavor compounds profile.

PENDAHULUAN

Suhu merupakan salah satu dari kondisi lingkungan terpenting yang mempengaruhi proses penyimpanan dan pematangan. Penggunaan suhu rendah dalam penyimpanan sering dilakukan untuk memperpanjang umur simpan, namun untuk komoditas tertentu antara lain mangga sering menyebabkan kerusakan dingin (*chilling injury*). Bila buah disimpan dibawah titik kritis tertentu, proses pematangan yang normal tidak berlangsung (Toraskar dan Modi, 1984). Peroksidase (POD, EC 1.11.1.7, donor : hidrogen - peroksidase oksidoreduktase) tersebar luas pada berbagai tanaman termasuk di dalamnya buah klimakterik dan non klimakterik (Chamaro dan Mulina, 1989; Biles dan Martyn, 1993). Aktivitas peroksidase telah dihubungkan dengan keberadaan isoenzimnya bersifat kationik dan/atau anionik (van Huystee, 1987). Mengenai peran fisiologis enzim peroksidase, telah ditunjukkan bahwa enzim ini memiliki peran pada tahap akhir pembentukan lignin (Wakamatsu dan Takahama, 1993) dan dalam perlindungan kerusakan jaringan oleh infeksi mikrobia patogen (Wakamatsu Takagama, 1993; Biles dan Martyn, 1993). Kapasitas *in vitro* dari enzim ini untuk mengubah 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid (ACC) menjadi etilen telah dilaporkan (Rothan dan Nicolas, 1989). Selanjutnya enzim ini juga dapat memecah klorofil *in vitro* bila terdapat senyawa fenol (Kato dan Shimizu, 1985) dan berperan dalam oksidasi indol asam asetat (Brooks, 1986). Oleh karena etilen merupakan hormon pematangan maka aktivitas peroksidase kemungkinan memiliki hubungan yang erat dengan proses pematangan. Mangga (*Magifera indica* L.) merupakan salah satu dari buah-buahan yang penting di dunia perdagangan. Dewasa ini perdagangan internasional mangga terbatas terutama karena belum adanya teknologi baku tentang penanganan, pengangkutan dan pemeraman. Metoda penyimpanan dan pemeraman di beberapa negara produsen sering mengakibatkan susut pasca panen yang besar, pematangan yang tidak serentak dan mutu yang rendah. Maka dari itu penelitian dasar tentang pengaruh faktor-faktor seperti suhu penyimpanan yang dapat mempengaruhi pematangan selama pemeraman terutama hubungan antara aktivitas peroksidase dengan profil senyawa flavor perlu dilakukan. Penelitian ini

*) Dibiayai oleh Proyek Pengkajian dan Penelitian Ilmu Pengetahuan Dasar No. Kontrak 14D/PPIPD/DPPM/V/1998, tanggal 20 Mei 1998).

**) PAU Pangan dan Gizi Universitas Gadjah Mada Yogyakarta

bertujuan untuk mengetahui pengaruh penyimpanan suhu rendah yang dilakukan pada buah mangga kultivar Arum Manis sebelum dilakukan pemeraman terhadap aktivitas peroksidase dan profil senyawa flavor selama proses pemeraman pada suhu kamar. Penelitian ini memiliki manfaat untuk menambah informasi tentang aktivitas peroksidase dan profil flavor selama pemeraman buah mangga pada suhu kamar dalam kaitannya dengan penyimpanan suhu rendah yang dilakukan sebelum pemeraman yang mungkin menyebabkan kerusakan dingin.

METODE PENELITIAN

Bahan

Buah mangga kultivar Arum Manis ukuran sedang diperoleh dari perkebunan PT. Galasari Group desa Sekapak, kecamatan Sedayu, kabupaten Gresik, Jawa Timur. Buah ini dipetik pada derajat kemasakan yang optimal seperti yang biasa dilakukan pada perkebunan mangga tersebut dan diangkut ke laboratorium pada hari yang sama.

Rancangan Percobaan

Buah mangga kultivar Arum Manis disimpan pada dua macam suhu rendah yaitu 4°C, dan 15°C selama 1 minggu. Sebagai kontrol dilakukan percobaan tanpa penyimpanan (0 minggu) pada suhu kamar, dan mangga ini langsung diperam selama 6 hari agar menjadi matang. Buah mangga yang telah mengalami penyimpanan selama 1 minggu pada suhu 4°C atau 15°C kemudian juga diperam pada suhu kamar selama 6 hari. Selama pemeraman pada hari ke 0, 3, dan 6 dilakukan pengambilan sampel untuk dianalisis. Analisis yang dilakukan meliputi aktivitas enzim peroksidase dari ekstrak enzim dengan metoda spektrofotometrik, tekstur dan kenampakan visual buah dan analisis profil senyawa flavor dengan kromatografi gas terhadap distilat bubuk buah mangga. Percobaan ini diulang dua kali sedangkan analisis masing-masing sampel diulang tiga kali.

Ekstraksi Enzim

Untuk preparasi ekstrak enzim digunakan metoda Sharon-Raber dan Khan (1983) dengan sedikit modifikasi. Ditimbang sebanyak 5 g daging buah mangga lalu digiling dengan Waring blender selama 2 menit dengan menambahkan 25 ml bufer Na-Pa (pH 6,5). Bubur buah ini lalu diaduk dengan pengaduk magnetik selama satu jam, kemudian disentrifus selama 15 menit pada 8000 x g dan supernatannya dipisahkan untuk analisis. Semua tahap ekstraksi ini dilakukan pada suhu 4°C.

Tekstur

Penentuan tekstur dilakukan dengan menggunakan Lloyd's Universal Testing Instrument. Data yang diperoleh dilengkapi dengan pengamatan visual tentang kenampakannya.

Analisis Enzim

Metoda Sharon-Raber dan Kahn (1983) digunakan untuk penentuan aktivitas peroksidase. Pertama-

tama disiapkan larutan A yang merupakan campuran 100 ml 0,05 M Na-Pa, 10 ml guaiakol 1% dalam 50% etanol dan 10 ml larutan H₂O₂ 0,3%. Diambil 0,3 ml supernatan ekstrak enzim ditambah 2,7 ml larutan A. Campuran ini diinkubasi pada suhu kamar dan ditera absorbansinya pada panjang gelombang 470 nm. Unit aktivitas enzim didefinisikan sebagai banyaknya enzim yang diperlukan untuk meningkatkan 0,001 unit absorbansi per menit pada kondisi percobaan. Aktivitas enzim dinyatakan dalam unit per mg protein. Penentuan protein dilakukan dengan metoda Lowry (Cooper, 1977).

Profil Senyawa Flavor

Metoda Askar *et al.* (1983) digunakan untuk analisis senyawa flavor. Sebanyak 300 gram bubuk buah diencerkan dengan aquadest sehingga beratnya menjadi 2 kalinya (600 gram) lalu didistilasi vakum pada suhu 65°C selama 2 jam. Distilat yang diperoleh diekstraksi dengan n-heksana : dietil eter 1 : 1 dan difiltrasi melalui natrium sulfat anhidrat. Ekstrak dipekatkan dalam rotary evaporator pada suhu 40°C sampai volumenya menjadi 2 ml yang siap diinjeksikan ke kromatografi gas. Detektor yang dipakai FID dengan kolom carbowax. Suhu kolom diprogram dari 150°C sampai 230°C.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Aktivitas Enzim Peroksidase

Aktivitas enzim peroksidase buah mangga selama pemeraman baik yang tidak disimpan terlebih dahulu maupun yang telah mengalami penyimpanan pada suhu rendah disajikan pada Tabel 1. Untuk buah mangga yang tanpa mengalami penyimpanan, aktivitas enzim peroksidasinya selama pemeraman cenderung meningkat yaitu dari 0 ke 3 ke 6 hari pemeraman berturut-turut 344, 557, dan 778 unit per mg protein.

Tabel 1. Aktivitas enzim peroksidase selama pemeraman buah mangga setelah perlakuan penyimpanan

Perlakuan penyimpanan sebelum pemeraman	Aktivitas enzim peroksidase selama pemeraman (unit/mg protein) *		
	0 hari	3 hari	6 hari
Tanpa penyimpanan	344 ± 100	557 ± 158	778 ± 267
4°C 1 minggu	1269 ± 210	995 ± 200	967 ± 137
15°C 1 minggu	1088 ± 398	749 ± 131	982 ± 204

* rata-rata 2 kali ulangan percobaan dan 3 kali ulangan analisis ± standar deviasi

Penyimpanan pada suhu rendah mengakibatkan pengaruh dramatik terhadap aktivitas enzim peroksidase setelah buah mangga dikembalikan ke suhu kamar. Aktivitas enzim peroksidase pada suhu kamar untuk sampel yang telah disimpan selama satu minggu pada suhu 4°C adalah 1269 unit per mg protein, sedangkan untuk sampel yang telah disimpan pada waktu yang sama

Tabel 2. Kenampakan dan tekstur buah mangga selama pemeraman setelah perlakuan penyimpanan

Perlakuan penyimpanan sebelum pemeraman	Lama pemeraman					
	0 hari		3 hari		6 hari	
	Kenampakan	Tekstur (Newton)	Kenampakan	Tekstur (Newton)	Kenampakan	Tekstur (Newton)
Tanpa penyimpanan	Baik	99,61 ± 34,27	Baik	26,20 ± 15,43	Kurang baik/ mulai rusak	25,54 ± 10,72
4°C 1 minggu	Baik	81,67 ± 37,20	Kurang baik/ mulai rusak	24,08 ± 5,89	Jelek/ rusak	23,51 ± 5,79
15°C 1 minggu	Baik	50,05 ± 21,36	Kurang baik/ mulai rusak	16,82 ± 8,03	Jelek/ rusak	16,38 ± 4,29

pada suhu 15°C adalah 1088 unit per mg protein. Perubahan aktivitas enzim ini tampaknya berkaitan dengan terjadinya kerusakan dingin (*chilling injury*) selama sampel disimpan pada dua macam suhu tersebut. Wang (1982) menyatakan bahwa sistem enzim yang dipengaruhi oleh suhu rendah dihubungkan dengan membran. Dalam hal ini menurut Raison (1980) bila suhu diturunkan aktivitas respirasi produk yang peka terhadap kerusakan dingin menyebabkan ketidakseimbangan dalam metabolisme. Akibat selanjutnya adalah menurunnya produksi senyawa-senyawa esensial dan sebaliknya metabolit yang toksis produksinya malahan berlebihan sehingga merusak jaringan. Komponen utama membran adalah protein dan fosfolipid yang sebagian gugus asilnya berasal dari asam lemak tak jenuh. Gugus asil tak jenuh inilah yang merupakan substrat dari enzim peroksidase dan adanya kerusakan jaringan akibat suhu rendah kemungkinan kontak antara enzim dan substrat menjadi lebih besar.

Pada permulaan pemeraman aktivitas enzim peroksidase sampel yang telah mengalami penyimpanan pada suhu 4°C lebih besar daripada yang disimpan dengan suhu 15°C, hal ini disebabkan kerusakan dingin yang terjadi lebih besar apabila suhunya semakin rendah. Kebanyakan jenis buah mangga dari daerah subtropis seperti varietas Alphonso, dan Neelum (dari India) mengalami kerusakan dingin pada kisaran suhu -1°C sampai dengan 11°C (Cheema *et al.*, 1950). Sangatlah menarik untuk dicatat bahwa dalam percobaan ini digunakan varietas mangga Arum Manis hasil produksi daerah tropis (Indonesia) yang dengan penyimpanan pada suhu 15°C telah menunjukkan adanya gejala kerusakan dingin.

Aktivitas enzim peroksidase pada suhu kamar dari buah mangga yang telah mengalami penyimpanan suhu rendah baik 4°C maupun 15°C kurang lebih konstan dan tetap relatif tinggi selama pemeraman sampai dengan 6 hari. Hal ini berarti bila masih cukup tersedia substrat maka laju reaksi peroksidasi oleh enzim peroksidase ini tetap tinggi. Richardson dan Hyslop (1985) menyatakan bahwa dalam reaksi oleh enzim peroksidase ini senyawa peroksida direduksi sedangkan suatu donor elektron dioksidasi. Sebagai elektron donor dapat berupa askorbat,

fenol, amina, atau senyawa organik lain. Peroksidase dapat mengkatalisis pemecahan asam lemak tak jenuh menghasilkan senyawa karbonil mudah menguap dan berbau tak enak. Enzim ini juga dapat mengkatalisis pemucatan karotenoid serta hilangnya warna anthosianin dan dapat menimbulkan radikal bebas sebagai akibat dekomposisi hidroperoksida. Reaksi-reaksi inilah yang menimbulkan gejala kerusakan dingin.

Kerusakan yang terjadi ditunjukkan dengan kenampakan visual dan tekstur yang diukur dengan Lloyd's Instrument dalam satuan Newton (Tabel 2). Akibat penyimpanan selama satu minggu terjadi penurunan tekstur dari 99,61 Newton menjadi 81,67 Newton sedangkan bila suhunya 15°C penurunannya lebih besar yaitu menjadi 50,05 Newton. Setelah penyimpanan ini keduanya masih memiliki kenampakan yang baik.

Selama pemeraman terjadi perubahan tekstur yang drastis dari agak keras sampai keras dengan nilai berkisar 50 – 100 Newton menjadi lunak sampai lunak sekali atau kisaran 16 – 26 Newton. Untuk buah mangga yang tanpa penyimpanan terlebih dahulu, proses pemeraman selama 3 hari menghasilkan buah matang yang kenampakannya lebih baik. Namun bila pemeraman diperpanjang menjadi 6 hari hasilnya terlalu matang dengan kenampakan kurang baik karena telah mulai terjadi kerusakan. Untuk buah yang sebelum pemeraman dilakukan penyimpanan selama satu minggu baik pada suhu 4°C maupun suhu 15°C, pada pemeraman 3 hari keduanya memiliki kenampakan kurang baik yaitu mulai terjadi kerusakan. Kerusakan ini ditandai dengan gejala terjadinya noda-noda berwarna coklat yang dimulai dari bagian kulit yang diikuti bagian daging buah serta dikenal sebagai kerusakan dingin (*chilling injury*). Kerusakan tampak menjadi lebih besar bila lama pemeraman diperpanjang yaitu terjadi pembusukan (*deterioration*) baik kulit maupun daging buah. Hal ini menunjukkan bahwa mangga Arum Manis tidak cocok untuk disimpan pada suhu rendah baik 4°C maupun 15°C sebelum dilakukan pemeraman.

Profil Senyawa Flavor

Perubahan senyawa flavor selama pemeraman

dianalisis dengan menggunakan kromatografi gas dan hasilnya dicantumkan pada Tabel 3. Buah mangga segar (tanpa penyimpanan dengan lama pemeraman 0 hari) mengandung senyawa flavor yang tersusun dari 12 komponen. Dari komponen-komponen ini, tiga yang utama dari besar ke kecil adalah komponen no. 10, no. 7 dan no. 19 berturut-turut dengan waktu retensi 9,7 – 10,2 ; 7,6 – 7,7 dan 21,9 – 22,0 menit. Akibat proses pendinginan pada suhu 4°C selama 1 minggu terjadi peningkatan jumlah macam senyawa flavornya yaitu menjadi 15 macam dengan

3 komponen terbesarnya adalah no. 9, 19 dan 21. Selama penyimpanan dengan suhu 15°C selama 1 minggu terjadi perubahan macam dan persentase relatif komponen penyusunnya yaitu menjadi 18 komponen dengan 3 macam yang utama adalah komponen no. 1, 3 dan 5 masing-masing dengan waktu 3,7 – 4,0 ; 5,0 – 5,2 dan 6,1 – 6,3 menit. Meskipun gejala visual terjadinya kerusakan dingin belum tampak, namun perubahan senyawa flavor yang cukup besar telah terjadi akibat penyimpanan pada suhu rendah baik 4°C maupun 15°C. Perubahan senyawa flavor

Tabel 3. Perubahan senyawa flavor selama pemeraman (%)

No. Pun cak	Waktu Retensi (menit)	Lama pemeraman pada suhu kamar								
		0 hari			3 hari			6 hari		
		Tanpa penyim- panan	4°C 1 ming- gu	15°C 1 ming- gu	Tanpa penyim- panan	4°C 1 ming- gu	15°C 1 ming- gu	Tanpa penyim- panan	4°C 1 ming- gu	15°C 1 ming- gu
1	3,7 - 4,0	7,18	11,78	25,74	-	24,23	12,26	-	0,71	4,68
2	4,3 - 4,7	-	10,01	5,76	-	5,24	1,56	-	-	-
3	5,0 - 5,2	11,88	-	15,77	12,63	15,03	11,41	11,77	-	-
4	5,6 - 5,7	-	0,63	5,37	-	5,18	1,43	-	1,12	10,24
5	6,1 - 6,3	2,90	14,00	12,12	1,19	11,89	13,87	1,08	-	-
6	6,7 - 6,9	-	-	-	21,68	-	-	16,02	-	-
7	7,6 - 7,7	19,05	0,60	2,06	-	2,62	0,49	-	0,07	10,71
8	8,7 - 8,4	0,76	1,38	2,67	-	11,77	1,32	0,54	1,42	10,72
9	8,7 - 9,1	1,56	18,10	11,45	-	-	18,34	1,08	0,96	-
10	9,7 - 10,2	24,12	-	-	28,95	1,03	-	21,03	-	-
11	11,3 - 11,4	-	-	1,02	-	1,42	-	-	-	-
12	12,1 - 12,2	-	0,54	1,40	-	5,15	0,43	-	-	6,20
13	13,3 - 13,7	0,47	10,31	5,19	-	-	9,52	0,54	6,44	7,46
14	13,9 - 14,1	-	-	-	-	1,59	-	-	-	-
15	13,8 - 15,4	13,13	0,74	2,09	15,62	-	0,46	12,10	-	-
16	16,8 - 16,9	-	-	-	-	1,16	-	1,11	-	-
17	17,4 - 17,5	-	-	0,71	-	0,89	-	-	74,96	-
18	19,0 - 19,5	0,61	0,77	0,54	-	-	0,30	0,66	-	-
19	21,9 - 22,0	15,35	14,92	3,70	19,93	5,22	11,47	14,19	-	-
20	23,8 - 24,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21	27,1 - 27,3	-	14,82	3,45	-	4,62	14,24	-	14,32	-
22	30,1 - 32,5	-	1,41	0,18	-	0,29	0,71	17,74	-	-
23	36,2 - 36,4	2,97	1,41	0,79	-	0,54	2,20	2,18	-	-

pada suhu 15°C lebih besar daripada perubahan yang terjadi pada suhu 4°C.

Data pada Tabel 3 juga menunjukkan bahwa perlakuan pemeraman mengakibatkan perubahan senyawa flavor yang nyata. Pada pemeraman selama 3 hari, pada buah mangga yang tanpa penyimpanan terjadi kehilangan beberapa komponen flavor yaitu no. 1, 7, 8, 9, 13, 18 dan 23, tetapi ada komponen baru yang terjadi yaitu no. 6 dengan waktu retensi 6,7 – 6,9 menit. Perubahan ini menyebabkan persentase relatif beberapa komponen flavor meningkat yaitu komponen no. 3, 10, 15 dan 19 sedangkan komponen no. 5 malahan menurun. Untuk sampel yang telah mengalami penyimpanan pada suhu 4°C selama 1 minggu, pemeraman pada suhu kamar selama 3 hari menyebabkan terbentuknya beberapa senyawa flavor baru yaitu komponen no. 3, 10, 11, 14, 16, dan 17 sementara itu beberapa senyawa flavor malahan hilang yaitu komponen no. 9, 13, 15 dan 18. Beberapa senyawa flavor yang semula telah ada persentasenya meningkat yaitu komponen no. 1, 4, 7, 8 dan 12 sedangkan beberapa lainnya menurun yaitu no. 2, 5, 19, 21, 22 dan 23. Untuk buah mangga yang telah mengalami penyimpanan pada suhu 15°C selama 1 minggu, dan pemeraman selama 3 hari pada suhu kamar mengalami perubahan dalam persentase relatif komponen penyusun flavornya dimana macam senyawa flavornya sedikit berubah yaitu dari 18 menjadi 16 macam. Komponen flavor yang mengalami penurunan adalah no. 1, 2, 3, 4, 7, 8, 12, 15, 18 dan 23, komponen yang hilang adalah no. 11 dan 17 sedangkan komponen lainnya meningkat. Pada pemeraman 3 hari ini adanya gejala kerusakan dingin pada sampel yang telah mengalami penyimpanan pada suhu 4°C atau 15°C mulai tampak dengan jelas.

Pada pemeraman selama 6 hari untuk sampel yang tanpa penyimpanan terjadi peningkatan dalam jumlah macam senyawa flavornya yaitu dari 6 macam pada pemeraman 3 hari menjadi 12 macam. Namun demikian untuk sampel yang telah mengalami penyimpanan pada suhu rendah yaitu 4°C atau 15°C terjadi penurunan dalam jumlah macam senyawa flavornya. Pada periode ini tiga senyawa flavor utama untuk sampel tanpa penyimpanan adalah senyawa no. 10, 22 dan 6. Untuk sampel yang telah mengalami penyimpanan pada suhu 4°C selama 1 minggu, tiga flavor utamanya pada pemeraman 6 hari adalah senyawa no. 17, 21 dan 13, sedangkan untuk sampel yang mengalami penyimpanan pada suhu 15°C yaitu senyawa 13, 8 dan 7. Pengamatan kenampakan terhadap sampel menunjukkan bahwa sampel tanpa penyimpanan kenampakannya kurang baik karena telah lewat matang dan mulai rusak sedangkan untuk dua sampel yang dengan perlakuan penyimpanan kenampakannya sudah jelek dan telah rusak.

Bila dilihat perubahan senyawa flavor selama penyimpanan dan pemeraman untuk tiga macam perlakuan sampel buah mangga tersebut tampak bahwa dari buah mangga mentah terjadi perubahan yang polanya berbeda dalam jumlah macam senyawa flavornya sampai buah

menjadi matang optimal. Namun demikian jika buah mangga diperam lebih lanjut sampai lewat matang yang diikuti kerusakan jaringan akan terjadi peningkatan yang diikuti penurunan dalam jumlah macam senyawa flavor. Persentase relatif masing-masing senyawa flavor dan macam senyawa flavor yang dominan berbeda-beda untuk tahap-tahap pemeraman yang berbeda. Adanya perlakuan penyimpanan saja pada suhu rendah yaitu 4°C atau 15°C sebelum dilakukannya proses pemeraman menyebabkan proses pematangannya menjadi abnormal dengan komposisi senyawa flavor yang berbeda baik macam maupun persentase relatifnya.

Bila profil senyawa flavor selama proses pemeraman dihubungkan dengan aktivitas enzim peroksidase tampak bahwa diantara keduanya terdapat hubungan yang erat. Selama proses pematangan terjadi peningkatan aktivitas enzim peroksidase dan perubahan jumlah macam senyawa flavornya. Selanjutnya kerusakan jaringan dimulai pada tahap lewat matang yang diikuti dengan kerusakan yang lebih parah ditandai dengan tingginya aktivitas enzim peroksidase namun jumlah macam senyawa flavornya cenderung menurun. Proses pematangan yang abnormal yang terjadi pada sampel yang terlebih dahulu disimpan pada suhu 4°C atau 15°C mungkin juga disebabkan oleh tingginya aktivitas enzim peroksidase.

Mengenai jumlah macam senyawa flavor dalam proses pematangan dalam penelitian ini telah terdeteksi sebanyak 23 macam senyawa flavor. Askar *et al.*, (1983) melaporkan bahwa selama pematangan buah mangga varietas Zebda telah terdeteksi adanya 17 macam senyawa flavor dengan senyawa yang dominan berupa α -pinene. Kandungan senyawa ini mencapai maksimal pada puncak derajat pematangan yang kemudian menurun bila buah ini dibiarkan menjadi lewat matang. Dengan demikian kecenderungan perubahan senyawa flavor dari mangga Arum Manis dalam penelitian ini serupa dengan laporan Askar *et al.* (1983).

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dan pembahasan di atas dapat disimpulkan hal-hal sebagai berikut :

1. Pada permulaan periode pematangan, aktivitas enzim peroksidase dari sampel tanpa penyimpanan relatif rendah, namun demikian dari sampel dengan penyimpanan suhu rendah, sangat tinggi dan fenomena ini disebabkan adanya kerusakan dingin.
2. Dengan meningkatnya lama pematangan, aktivitas peroksidase sampel tanpa penyimpanan meningkat, sebaliknya sampel dengan penyimpanan sedikit menurun.
3. Perlakuan suhu dingin terutama 15°C selama satu minggu mengakibatkan penurunan derajat kekerasan buah mangga dan selama proses pematangan terjadi penurunan derajat kekerasan dari semua sampel.
4. Lama waktu optimal pematangan buah mangga tanpa

penyimpanan adalah tiga hari.

5. Penyimpanan suhu rendah baik 4°C maupun 15°C selama satu minggu menyebabkan terjadinya pematangan abnormal disertai kenampakan yang tidak menarik yang diikuti dengan pembusukan buah.
6. Suhu 15°C masih terlalu rendah bila dipakai untuk penyimpanan buah mangga sebelum dilakukan pemeraman.
7. Perubahan senyawa flavor terjadi selama pematangan dengan pola yang berbeda nyata antara sampel tanpa dan dengan penyimpanan pada suhu rendah dan hal ini disebabkan adanya kerusakan dingin.
8. Selama proses pematangan terdapat hubungan yang erat antara aktivitas peroksidase dan profil senyawa flavor buah mangga.

Saran :

Perlu dilakukan percobaan serupa dengan suhu penyimpanan di atas 15°C.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Direktorat Pembinaan Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (DPPM), Ditjen Pendidikan Tinggi, Departemen P dan K atas penyediaan dana untuk penelitian ini melalui kontrak no. 14D/PPIPD/DPPM/V/1998 tanggal 20 Mei 1998.

DAFTAR PUSTAKA

- Askar, A., M.M. Abdel-Baki; S.K. El-Sahami and S.S. Ibrahim 1983. Flavour changes in ripening mango fruit (*Mangifera indica* L.); *Confructa* 27 (516): 96-107.
- Biles, C. and R.D. Martyn, 1993. Peroxidase, polyphenoloxidase, and shikimate dehydrogenase isozymes in relation to tissue type, maturity and pathogen induction of watermelon seedlings. *Plant Physiol. Biochem.* 31 (4) : 499-506.
- Brooks, J.L. 1986. Oxidase reaction of tomato anionic peroxidase. *Plant physiol.* 80 : 130 - 133.
- Chamarro, J., and I. Molina, 1989. Oxidation of indoleacetic acid by an apparently homogenous peroxidase from the flavedo of Washington navel oranges (*Citrus cinensis*). *J. Food Biochem.* 13: 361-375.
- Cheema, G.S., D.V. Karmarkar and B.M. Joshi, 1950. Investigations on the cold storage of mangoes. *Indian J. Agric. Sci.* 20 : 259 - 325.
- Cooper, T.G., 1977. *The Tools of Biochemistry*, John Wiley and Sons, New York p. 53 - 55.
- Kato, M. and S. Shimizu, 1985. Chlorophyll metabolism in higher plants VI Involvement of peroxidase in chlorophyll degradation. *Plant Cell Physiol.* 26 (7) : 1291 - 1301.
- Raison, J.K., 1980. Effect of low temperature on respiration. In : *The Biochemistry of Plants* (D.D. Davis, ed.), Academic Press, New York. p. 613.
- Richardson, T. and D.B. Hyslop, 1985. Enzymes. In : *Food Chemistry*, O.R. Fennema (ed.), 2nd edition, Marcell Dekker, Inc. New York. P. 451-452.
- Rothan, C. and J. Nicolas, 1989. Changes in acidic and basic peroxidase activities during tomato fruit ripening. *Hortic. Sci.* 24 (2) : 340 - 342.
- Sharon-Raber, O. and V. Kahn, 1983. Avocado Mesocarp; Browning Potential, Carotenoid Content, Polyphenol Oxidase, Calatase and Peroxidase Activities; Comparison Between Six Avocado Cultivars. *J. Food Science* 48 (6) : 1874 - 1875.
- Toraskar, M.V. and V.V. Modi, 1984. Peroxidase and Chilling Injury in Banana Fruit, *J. Agric. Food Chem.* 32 (6) : 1352-1354.
- Van Huystee, R.B. 1987. Some molecular aspects of plant peroxidase biosynthetic studies. *Annu. Rev. Plant Physiol.* 38 : 205 - 219.
- Wakamatsu, K. and U. Takahama, 1993. Changes in peroxidase activity and in peroxidase isozymes in carrot callus. *Physiol. Plant* 88 : 167 - 171.
- Wang, C.Y., 1982. Physiological and biochemical responses of plants to chilling stress, *Hort. Sci.*, 17 : 173.