

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil pengamatan visual pada penelitian pendahuluan

Buah yang diolah minimal akan lebih cepat rusak daripada buah yang segar karena adanya pengupasan dan pengirisan. Hal ini menyebabkan buah menjadi lebih mudah rusak dan lebih rentan terhadap serangan mikrobia (Nisperos dan Baldwin, 1996). Pada tahap awal penelitian ini dilakukan pengamatan mengenai jenis kerusakan yang terjadi pada sawo setelah diolah minimal dan disimpan pada suhu 5°C. Pengamatan ini dilakukan secara visual meliputi perubahan warna, tekstur (kekerasan), timbulnya bau off-flavor dan tumbuhnya jamur.

4.1.1. Perubahan warna

Pengamatan perubahan warna dilakukan secara visual setiap 2 hari, kemudian dilakukan pemotretan terhadap sample. Hasil pemotretan sample dapat dilihat pada Gambar 4.1.

Hasil pengamatan visual menunjukkan bahwa terjadi perubahan warna dari coklat muda menjadi coklat tua. Perubahan warna ini disebabkan oleh aktifitas enzim polifenol oksidase yang mengubah senyawa polifenol menjadi melanin yang berwarna coklat (Eskin dkk., 1971).

Hari ke 0



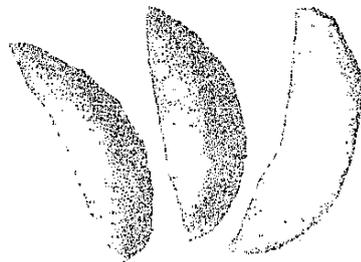
Hari ke 2

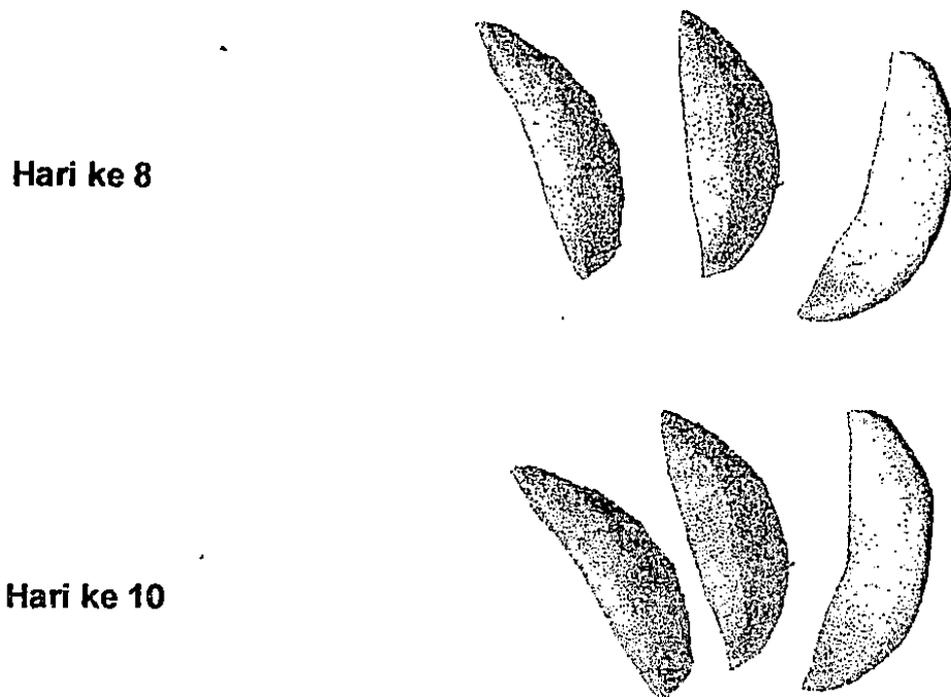


Hari ke 4



Hari ke 6





Gambar 4.1. Perubahan warna pada sawo yang diolah minimal selama penyimpanan pada 5°C

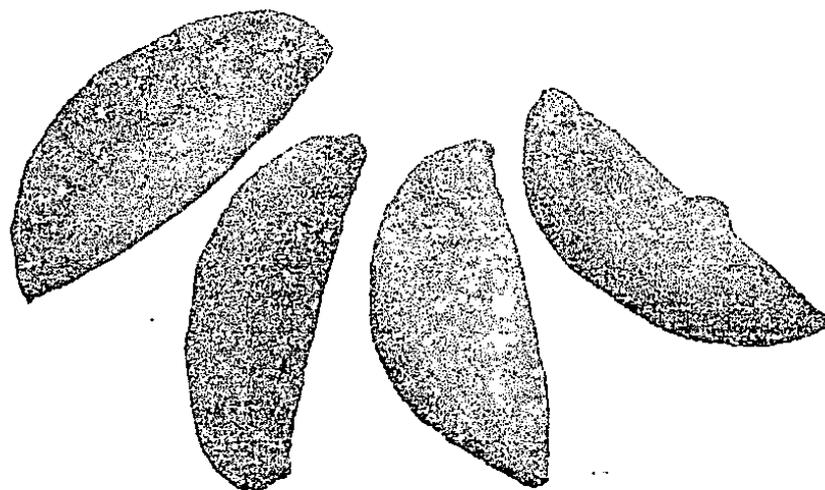
4.1.2. Perubahan tekstur

Pengamatan perubahan tekstur sawo dilakukan setiap hari dengan cara menekan daging buah sawo dengan jari tangan. Meskipun tidak dapat diketahui secara persis kapan mulai terjadi penurunan kekerasan dan seberapa besar penurunan tersebut, tetapi dapat dikatakan secara pasti bahwa terjadi penurunan kekerasan daging buah sawo selama penyimpanan. Penurunan kekerasan ini disebabkan oleh aktivitas enzim pemecah protopektin, yang mengubah protopektin menjadi pektin yang larut. Perlakuan seperti pengupasan dan

...sajian akan mempercepat perubahan tekstur tersebut

4.1.3. Timbulnya off-flavor dan tumbuhnya jamur

Pada penyimpanan ke 13 mulai tercium off-flavor. Timbulnya off-flavor ini segera diikuti dengan tumbuhnya jamur yang mulai muncul pada hari ke 14, seperti terlihat dalam Gambar 4.2. Pembusukan buah sawo ini disertai dengan bau yang menyengat. Penyimpangan bau terjadi karena perombakan substrat dalam daging buah sawo menjadi senyawa-senyawa yang volatil. Kerusakan ini dapat menular dengan cepat dari potongan buah yang satu ke potongan buah lainnya.



Gambar 4.2. Sawo yang ditumbuhi jamur

Hasil penelitian dari Abu Bakar dan Abdul-Karim (1989) menunjukkan bahwa jamur yang tumbuh pada sawo yang disimpan pada suhu dingin (10°C dan 4°C) selama 16 hari adalah *Aspergillus niger*, *Geotrichum sp.*, dan

Fusarium spp , sedangkan yeast yang tumbuh adalah Pichia anomala, Candida bacarium, Candida silvikutrix dan Klyveromyces manxianus. Pada penelitian ini tidak dilakukan identifikasi terhadap jamur dan yeast yang tumbuh.

4.2. Hasil analisis pada penelitian utama

4.2.1. Warna (L)

Buah yang diolah minimal akan lebih rentan terhadap pencoklatan (Nisperos dan Baldwin, 1993). Hal ini disebabkan karena pengupasan akan menyebabkan senyawa fenol mengalami konversi menjadi melanin yang berwarna coklat. Tabel 4.1. menunjukkan hasil pengamatan kecerahan warna pada sawo selama penyimpanan dalam ruang pendingin 5°C.

Tabel 4.1. Perubahan kecerahan warna sawo (L) selama penyimpanan pada suhu 5°C

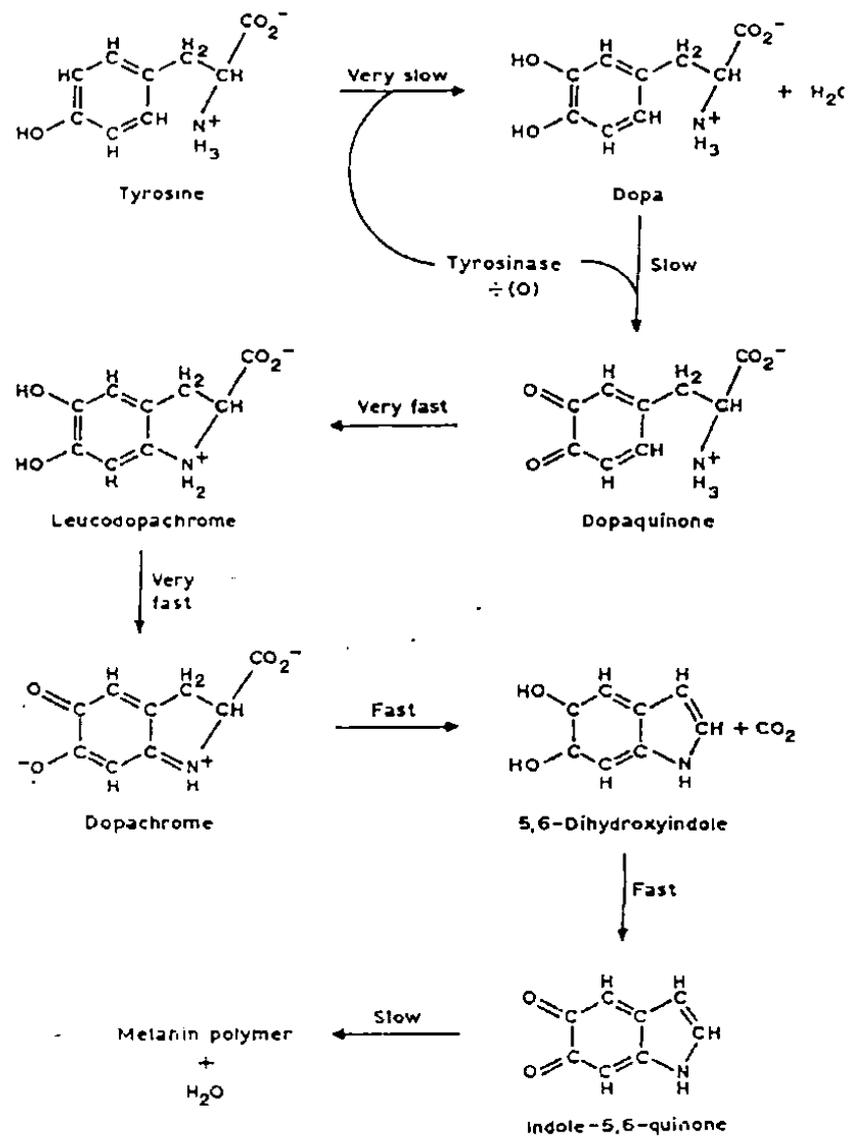
Perlakuan	Lama Penyimpanan (hari)				
	0	4	8	12	16
P1	58,0 ^a	52,3 th	49,4 ⁱ	42,8 ^k	-
P2	58,0 ^a	55,1 ^{fdec}	53,4 ^{fng}	50,1 ^j	50,0 ^j
P3	57,7 ^a	55,6 ^{bdec}	54,6 ^{feg}	50,6 ^{ij}	49,1 ^j
P4	57,4 ^a	52,9 ^{hg}	49,8 ^j	49,7 ^j	49,1 ^j
P5	57,9 ^a	56,6 ^{bac}	55,4 ^{ec}	54,7 ^{deg}	53,6 ^{fng}
P6	57,8 ^a	56,4 ^{bdac}	55,6 ^{dec}	55,2 ^{fdec}	54,6 ^{feg}

Keterangan : rerata dengan huruf yang sama menunjukkan tidak ada perbedaan yang signifikan

Hasil pengamatan tersebut menunjukkan bahwa pada kontrol maupun perlakuan terjadi peningkatan warna coklat seiring dengan lamanya penyimpanan. Sebagaimana dinyatakan oleh Tranggono dan Sutardi (1990), pengupasan akan menyebabkan daging buah kontak dengan udara sehingga terjadi reaksi fenolase yang akan mengubah senyawa fenol menjadi melanin

tersebut adalah polifenol oksidase atau fenolase. Enzim polifenol oksidase merupakan enzim oksidoreduktase yang membutuhkan oksigen sebagai aseptor hidrogennya. Enzim ini mempunyai termostabilitas yang rendah (Zawistowski, 1991).

Adapun mekanisme reaksi pencoklatannya sebagai berikut : Polifenol oksidase (atau katekolase) akan bereaksi dengan substrat difenol membentuk senyawa dopakrom berwarna merah (asam 5,6-quinon indol-2-karboksilat) yang mempunyai cincin heterosiklik. Dopakrom selanjutnya mengalami polimerisasi membentuk melanin yang berwarna coklat (Tranggono dan Sutardi, 1990). Gambar mekanisme reaksi tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3. Mekanisme pembentukan melanin dari tirosin. Meskipun terdapat beberapa variasi, jalur metabolik ini merepresentasikan sebagian besar pembentukan melanin.

(Sumber: Mason dalam Zoustaewski, 1994)

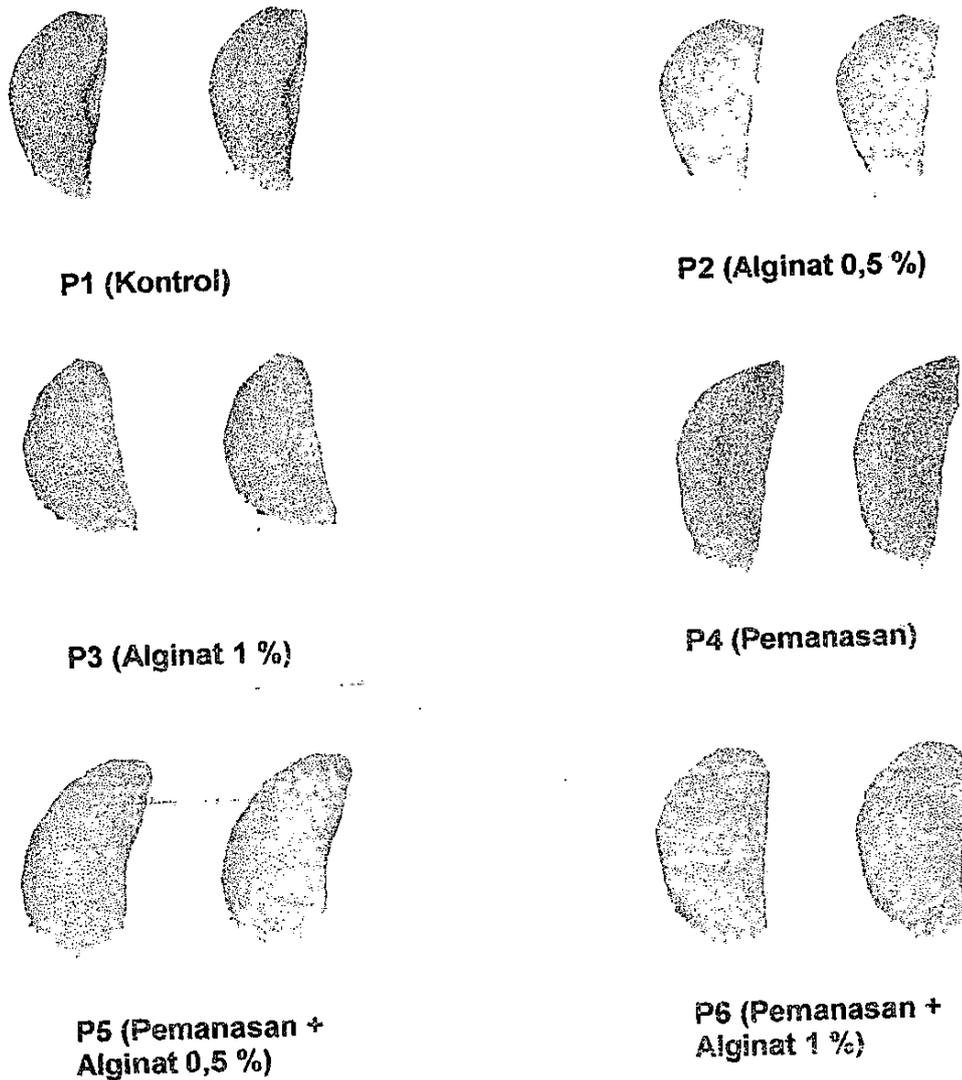
Hasil regresi linier dari 6 perlakuan dapat dilihat pada Lampiran 11, sedangkan slope untuk tiap perlakuan dapat dilihat pada Tabel 4.2. Persamaan liniernya adalah $y_P = ax + b$, dimana y_P adalah kecerahan warna, sedangkan a adalah besarnya slope yang akan menunjukkan kontribusi perlakuan terhadap kecerahan warna. Pada Tabel 4.2. dapat dilihat bahwa P6 (perlakuan dengan pemanasan dan pelapisan alginat 1%) mempunyai slope yang paling kecil yaitu 0,19, sebaliknya P1 (kontrol) mempunyai slope yang paling besar yaitu 1,21. Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan pada kontrol memberikan pengaruh paling besar terhadap kecerahan warna sawo yang diolah minimal.

Tabel 4.2. Besar slope untuk tiap perlakuan dengan persamaan $y_P = ax + b$, dimana y_P adalah kecerahan warna.

Perlakuan	Slope
P1 (kontrol)	(-)1,21
P2 (alginat 0,5%)	(-)0,53
P3 (alginat 1%)	(-)0,56
P4 (pemanasan)	(-)0,5
P5 (pemanasan dan alginat 0,5%)	(-)0,26
P6 (pemanasan dan alginat 1%)	(-)0,19

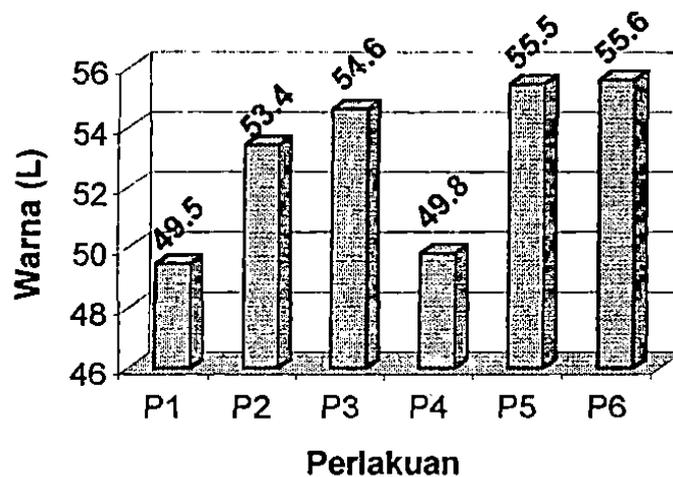
Pengaruh perlakuan terhadap sawo pada 8 hari penyimpanan seperti yang disajikan dalam Gambar 4.4. dan Gambar 4.5. menunjukkan bahwa antara kontrol (P1) dan perlakuan panas (P4) tidak berbeda nyata ($p \leq 0,05$). Hal ini menunjukkan bahwa pemanasan pada suhu 50°C selama 45 menit tidak cukup efektif untuk menginaktifkan enzim polifenol oksidase. Hasil penelitian ini berbeda dengan beberapa penelitian pada apel atau pun mangga yang

memberikan kestabilan warna pada pemanasan 38°C - 55°C selama lebih dari 15 menit (Coates dalam Jacobi 1993; Couey 1989; Conway dkk, 1994; Diaz dalam Jacobi 1993; Mc.Guire 1991; Miller 1991, Sams dkk, 1994 ; Conway dkk, 1994 ; Saftner dkk, 1999).



Gambar 4.4. Pengaruh perlakuan terhadap sawo yang diolah minimal pada 8 hari penyimpanan

Vámos-Vigyázó dalam Zawistowski (1991) menyatakan bahwa termostabilitas polifenol oksidase berbeda untuk tiap kultivar, demikian pula termostabilitas PPO berbeda untuk tiap bagian tanaman, contohnya PPO yang berasal dari jaringan buah memiliki termostabilitas yang berbeda dengan PPO yang berasal dari cairan buah. Hal ini kiranya yang bisa menjelaskan mengapa hasil penelitian ini berbeda dengan hasil penelitian yang lain, meskipun berhubungan dengan enzim yang sama.



Gambar 4.5. Pengaruh perlakuan terhadap warna pada penyimpanan suhu 5°C selama 8 hari

Lebih jauh dikatakan bahwa pemanasan pada suhu 70-90°C dalam waktu yang singkat akan menghilangkan aktivitas polifenol oksidase. Tranggono dan Sutardi (1990) menyatakan bahwa pemanasan pada suhu 80°C selama 8 detik akan membuat lebih kurang separoh aktivitas polifenol oksidase hilang, sedangkan pemanasan pada suhu 90°C selama 8 detik akan membuat semua aktivitas PPO hilang.

Di sisi lain, perlakuan dengan alginat ternyata cukup efektif dalam

sebagaimana disajikan dalam gambar 4.5.). Hal ini disebabkan karena pelapisan alginat (baik 0,5% atau pun 1%) akan menghambat konsentrasi O_2 yang berinteraksi dengan substrat sehingga reaksi pencoklatan dapat dihambat. Hasil penelitian ini sama dengan hasil dari beberapa peneliti untuk komoditas yang berbeda (Avena-Bustillos dan Krochta 1993; Mc.Hugh 1999; Nisperos dan Baldwin 1996; Saftner dkk, 1999; Sams dkk, 1994)

4.2.2. Kekerasan (N)

Kekerasan merupakan salah satu faktor penentu kualitas buah-buahan segar. Hasil pengamatan kekerasan sawo dengan satuan Newton (N) disajikan pada Tabel 4.3. Buah yang diberi perlakuan atau pun kontrol semuanya mengalami penurunan kekerasan dengan penurunan paling tajam pada kontrol. Perlakuan pemanasan yang diikuti dengan pelapisan alginat 1% memberikan hasil yang terbaik.

Tabel 4.3. Perubahan kekerasan sawo selama penyimpanan pada suhu $5^{\circ}C$.

Perlakuan	Lama Penyimpanan (hari)				
	0	4	8	12	16
P1	9,1 ^a	6,1 ^{hg}	4,0 ^{jt}	2,0 ^k	-
P2	9,1 ^a	8,4 ^{bac}	6,7 ^{egf}	6,0 ^{hg}	4,6 ^t
P3	9,1 ^a	8,4 ^{bac}	7,1 ^{edf}	6,2 ^{hgf}	4,6 ^t
P4	9,1 ^a	8,2 ^{bc}	6,2 ^{hgf}	5,6 ^h	3,5 ^j
P5	9,1 ^a	8,3 ^{bac}	8,2 ^{bc}	7,1 ^{ed}	5,7 ^h
P6	9,1 ^a	8,6 ^{ba}	8,4 ^{bac}	7,6 ^{dc}	6,0 ^{hg}

Keterangan : rerata dengan huruf yang sama menunjukkan tidak ada perbedaan yang signifikan

Penurunan kekerasan ini berkaitan dengan senyawa pektin. Pektin merupakan suatu heteropolisakarida yang tersusun oleh rangkaian asam D-galakturonat dengan pola ikatan 1,4 α . Di samping senyawa dasar itu dalam molekul pektin terdapat pula D-xilosa, D-galaktosa, L-arabinosa, L-ramnosa dalam jumlah yang kecil. Selama penyimpanan, substansi pektin akan berubah dari senyawa yang tidak larut menjadi larut. Pektin yang ada ini akan berpengaruh terhadap kekerasan buah.

Fenomena perubahan tekstur ini erat pula kaitannya dengan perubahan komposisi penyusun dinding sel, terutama poligalakturonat yang berperan sebagai perekat yang berada pada lamella tengah. Perubahan kekerasan jaringan dalam hal ini tekstur buah, terjadi karena adanya degradasi poligalakturonat menjadi senyawa senyawa yang lebih sederhana dan mempunyai berat molekul yang lebih kecil sehingga mudah larut. Hal yang sama dikemukakan oleh Kader dan Baret (1996) yang menyatakan bahwa terjadinya pelunakan jaringan tersebut akibat katabolisme polisakarida dinding sel. Beberapa enzim yang berperan di dalam pemecahan dinding sel adalah pektin esterase, poligalakturonase, selulase dan hemiselulase. Enzim pektin esterase berfungsi memecah protopektin menjadi pektin yang larut dalam air dan poligalakturonase berfungsi menghidrolisis ikatan glikosidik antara asam poligalakturonat sehingga jaringan buah menjadi lunak.

Kertsz dalam Abidin (1997) mengemukakan ketidaklarutan protopektin mungkin disebabkan oleh beberapa hal yaitu berasosiasi dengan selulosa, adanya ion-ion pelindan, ukuran molekul yang besar, atau karena kombinasi dari

Hasil penelitian Abidin (1997) juga menunjukkan kemungkinan enzim lain dalam pemecahan poligalakturonat, seperti enzim protipektinase, pectin esterase dan selulase.

Dikemukakan Doesburg dalam Jen dan Robinson (1984) dari hasil penelitian nampaknya pektin esterase mempersiapkan substansi pektat untuk dapat digunakan oleh poligalakturonase.

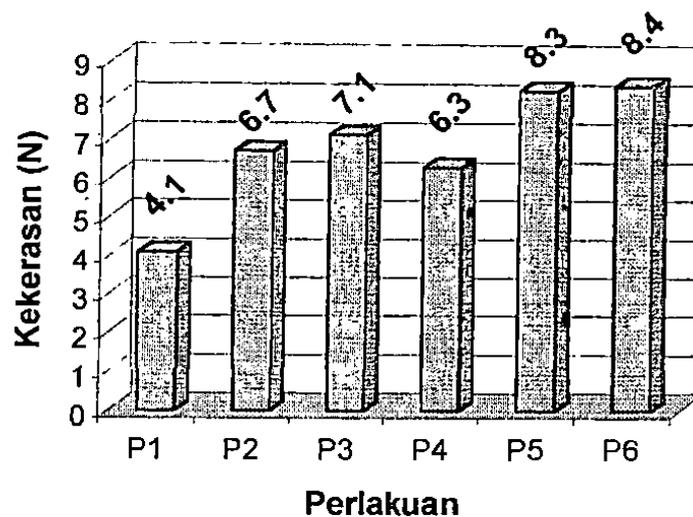
Hasil regresi linier dari 6 perlakuan untuk kekerasan dapat dilihat pada Lampiran 12, sedangkan slope untuk tiap perlakuan dapat dilihat pada Tabel 4.4. Persamaan liniernya adalah $y_P = ax + b$, dimana y_P adalah kekerasan, sedangkan a adalah besarnya slope yang akan menunjukkan kontribusi perlakuan terhadap kekerasan. Pada Tabel 4.4. dapat dilihat bahwa P6 (perlakuan dengan pemanasan dan pelapisan alginat 1%) mempunyai slope yang paling kecil yaitu 0,18, sebaliknya P1 (kontrol) mempunyai slope yang paling besar yaitu 1,59. Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan pada kontrol memberikan pengaruh paling besar terhadap kekerasan sawo yang diolah minimal.

Tabel 4.4. Besar slope untuk tiap perlakuan dengan persamaan $y_P = ax + b$, dimana y_P adalah kekerasan

Perlakuan	Slope
P1 (kontrol)	(-)0,59
P2 (alginat 0,5%)	(-)0,29
P3 (alginat 1%)	(-)0,28
P4 (pemanasan)	(-)0,35
P5 (pemanasan dan alginat 0,5%)	(-)0,2
P6 (pemanasan dan alginat 1%)	(-)0,18

Terjadinya pelunakan jaringan tersebut akibat katabolisme polisakarida dinding sel. Beberapa enzim yang berperan di dalam pemecahan dinding sel adalah pektin esterase, poligalakturonase, selulase dan hemiselulase. Enzim pektin esterase berfungsi memecah protopektin menjadi pectin yang larut dalam air dan poligalakturonase berfungsi menghidrolisis ikatan glikosidik antara asam poligalakturonat sehingga jaringan buah menjadi lunak (Kader dan Barret, 1996).

Hasil analisis sidik ragam pada 8 hari penyimpanan seperti yang disajikan dalam Gambar 4.6 menunjukkan bahwa perlakuan panas, pelapisan alginat atau pun kombinasi keduanya menunjukkan pengaruh yang signifikan ($p \leq 0,05$).



Gambar 4.6. Pengaruh perlakuan terhadap kekerasan pada penyimpanan suhu 5°C selama 8 hari

Hasil penelitian dari beberapa peneliti juga menunjukkan adanya pengaruh positif dari pemanasan terhadap tingkat kekerasan, meskipun mekanismenya sejauh ini belum dapat dijelaskan secara memuaskan. Mekanisme yang dapat dijelaskan adalah panas akan menyebabkan enzim yang

mendegradasi dinding sel menjadi tidak aktif, sebagaimana hasil penelitian dari Conway dkk. (1994); Sams dkk. (1993); Saftner dkk. (1999). Di samping itu, perlakuan panas kemungkinan menghambat sintesis protein yang diperlukan untuk degradasi dinding sel dan sintesis etilen (Lurie dan Klein, 1990).

Selain aktivitas enzim, pelunakan jaringan juga dipengaruhi oleh perubahan ukuran dan turgor sel. Aktivitas respirasi dan transpirasi yang cukup tinggi pada kontrol menyebabkan kehilangan air yang cukup banyak sehingga ukuran sel dan tekanan isi sel terhadap dinding sel berkurang yang akhirnya mengakibatkan tekstur menjadi lunak. Dengan demikian dapatlah dipahami mengapa kontrol memberikan tingkat kekerasan yang paling rendah.

Selain alginat, CaCl_2 yang dipergunakan dalam proses dipping diperkirakan juga memberikan kontribusi yang berarti dalam mempertahankan kekerasan. Hal ini disebabkan karena adanya CaCl_2 secara nyata menurunkan respirasi, produksi etilen, O_2 dan menaikkan CO_2 , meskipun hal ini hanya bersifat sementara. Perlakuan CaCl_2 yang diikuti pelapisan (coating) akan memberikan pengaruh yang lebih lama karena pelapisan akan memberikan 'barrier' yang lebih permanen terhadap pertukaran CO_2 dan O_2 antara jaringan buah dan atmosfer sekelilingnya (Conway dkk., 1994; Conway dkk., 1999; Kader 1995; Saftner dkk, 1999; Sams dkk., 1993).

4.2.3. Kadar air (%)

Kehilangan air dari produk hortikultura merupakan penyebab utama dari kerusakan selama penyimpanan. Tranggono dan Sutardi (1990) menyatakan bahwa kehilangan air merupakan salah satu faktor penting dalam

sehingga juga merupakan kehilangan langsung dalam pemasaran; dan susut berat sebesar 5% saja akan mengakibatkan komoditas kelihatan layu atau berkerut sehingga ditolak oleh konsumen.

Hasil pengamatan kadar air sawo, seperti disajikan pada Tabel 4.5., menunjukkan adanya penurunan kadar air selama penyimpanan, baik pada kontrol atau pun perlakuan.

Tabel 4.5. Perubahan kadar air sawo selama penyimpanan pada suhu 5°C.

Perlakuan	Lama Penyimpanan (hari)				
	0	4	8	12	16
P1	83,4 ^a	77,3 th	75,6 ^{lk}	73,9 ^m	-
P2	83,5 ^a	80,6 ^{cd}	78,1 ^{gh}	76,3 ^{jk}	73,9 ^m
P3	83,6 ^a	80,4 ^d	78,4 ^{gf}	76,8 ^{it}	74,3 ^m
P4	83,2 ^a	79,1 ^{ef}	77,0 ^{jt}	74,7 ^{ml}	72,1 ⁿ
P5	83,7 ^a	82,0 ^b	79,6 ^{ed}	77,4 ^{gh}	76,1 ^{jk}
P6	83,4 ^a	81,6 ^{cb}	79,2 ^{ef}	78,1 ^{gh}	76,7 ^{jk}

Keterangan : rerata dengan huruf yang sama menunjukkan tidak ada perbedaan yang signifikan

Penurunan kadar air ini disebabkan karena adanya proses transpirasi. Menurut Kader dan Barret (1996), laju transpirasi dipengaruhi oleh faktor internal yaitu : sifat anatomis dan morfologis buah, ratio permukaan-volume, adanya luka dan tahap pematangan buah; dan faktor eksternal, yaitu : temperatur, kelembaban, pergerakan air dan tekanan atmosfer.

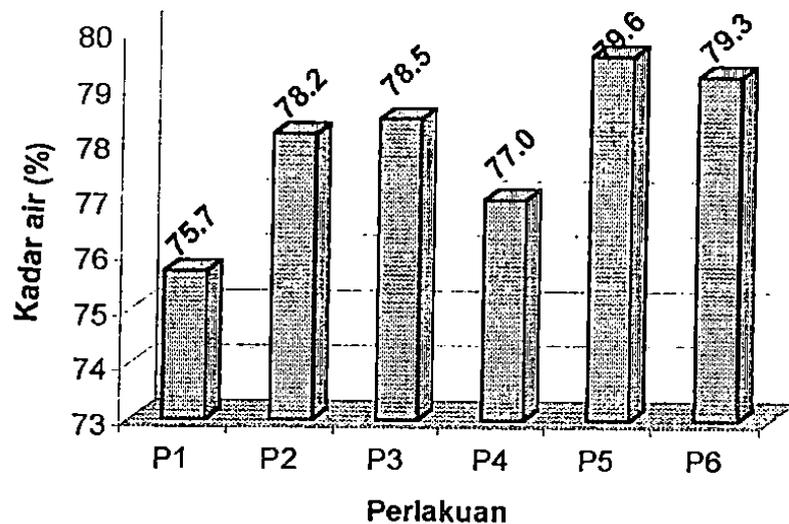
Hasil regresi linier dari 6 perlakuan dapat dilihat pada Lampiran 13, sedangkan slope untuk tiap perlakuan dapat dilihat pada Tabel 4.6. Persamaan liniernya adalah $y_P = ax + b$, dimana y_P adalah kadar air, sedangkan a adalah besarnya slope yang akan menunjukkan kontribusi perlakuan terhadap kadar air. Pada Tabel 4.6. dapat dilihat bahwa P6 (perlakuan dengan pemanasan dan

P1 (kontrol) mempunyai slope yang paling besar yaitu 0,76. Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan pada kontrol memberikan pengaruh paling besar terhadap kadar air sawo yang diolah minimal.

Tabel 4.6. Besar slope untuk tiap perlakuan dengan persamaan $y_P = ax + b$, dimana y_P adalah kadar air

Perlakuan	Slope
P1 (kontrol)	(-)0,76
P2 (alginat 0,5%)	(-)0,59
P3 (alginat 1%)	(-)0,56
P4 (pemanasan)	(-)0,67
P5 (pemanasan dan alginat 0,5%)	(-)0,50
P6 (pemanasan dan alginat 1%)	(-)0,42

Pada hari ke 16, kontrol sudah tidak layak dikonsumsi karena daging buah sudah kisut sehingga analisis tidak dilakukan. Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan yang diberikan dalam penelitian mampu memperpanjang umur simpan sawo dari 12 hari menjadi 16 hari. Hasil analisis sidik ragam semua perlakuan memberikan hasil yang berpengaruh nyata ($p \leq 0,05$) terhadap kadar air sawo,



Gambar 4.7. Pengaruh perlakuan terhadap kadar air pada penyimpanan suhu 5°C selama 8 hari

Hasil analisis sidik ragam pada hari penyimpanan ke 8 ($p \leq 0,05$) sebagaimana disajikan pada Gambar 4.7. menunjukkan bahwa pemanasan, pelapisan alginat maupun kombinasi keduanya dapat menghambat laju kehilangan air. Laju kehilangan air yang paling kecil dialami oleh P6, yaitu perlakuan pemanasan yang diikuti dengan pelapisan alginat 1%. Hal ini sejalan dengan pernyataan Kester dan Fennema (1989) yang menyatakan bahwa edible coating akan mampu menahan laju transmisi uap air karena edible coating berfungsi sebagai barrier terhadap gas O_2 , CO_2 dan H_2O . Selain itu, coating dengan alginat secara nyata dapat mengurangi lepasnya air dari makanan karena bersifat "sacrifying agent", atau dengan kata lain air dalam gel alginat ter evaporasi lebih dulu sehingga kondisi desikasi produk dapat dihambat.

Tranggono dan Sutardi (1990) menyatakan bahwa kehilangan air dipengaruhi oleh pelapis alami permukaan buah dan dalam hal ini pengemasan memegang peranan yang penting. Alginat dalam hal ini dapat diheratkan

sebagai pelapis alami atau pengemas primer yang secara rapat melindungi sawo yang akan membuat aliran udara di sekeliling sawo terhambat sehingga kehilangan air pun juga terhambat.

4.2.4. Kadar gula reduksi (%)

Hasil pengamatan kadar gula reduksi daging buah sawo disajikan pada Tabel 4.7. Pada penyimpanan 8 hari, seluruh perlakuan mengalami peningkatan kadar gula reduksi, kemudian untuk kontrol (P1) mengalami penurunan, sedangkan untuk perlakuan yang lain mengalami penurunan setelah 12 hari. Hasil pengamatan di atas didukung oleh pernyataan Pantastico (1975) bahwa selama buah-buahan masih melakukan aktifitas respirasi akan melalui tiga fase yaitu (1) pemecahan polisakarida menjadi gula-gula sederhana yang mengakibatkan kadar gula sederhananya meningkat dan dilanjutkan dengan (2) oksidasi gula-gula sederhana menjadi asam piruvat dan asam-asam organik yang mengakibatkan kadar gula turun, seterusnya dilanjutkan dengan (3) transformasi piruvat dan asam-asam organik secara aerobik menjadi CO₂, air dan energi.

Tabel 4.7. Perubahan gula reduksi sawo selama penyimpanan pada suhu 5°C

Perlakuan	Lama Penyimpanan (hari)				
	0	4	8	12	16
P1	6,9 ⁿ	9,0 ^{bdc}	9,2 ^{ba}	7,2 ^{kmln}	-
P2	7,1 ^{mn}	8,1 ^{fhg}	8,3 ^{fehg}	8,9 ^{bedc}	7,3 ^{kjmln}
P3	7,1 ^{ln}	8,3 ^{fehg}	7,8 ^{kjthg}	8,9 ^{bedc}	7,5 ^{jlmln}
P4	6,9 ⁿ	8,6 ^{fedc}	9,4 ^{ba}	9,7 ^a	7,6 ^{kjtml}
P5	7,0 ⁿ	7,9 ^{jthg}	8,4 ^{fedg}	8,8 ^{bedc}	7,7 ^{kjthi}
P6	6,9 ⁿ	7,9 ^{jthg}	8,9 ^{bedc}	9,2 ^{bac}	8,1 ^{fhg}

Keterangan : rerata dengan huruf yang sama menunjukkan tidak ada perbedaan yang signifikan

Hasil regresi linier dari 6 perlakuan dapat dilihat pada Lampiran 14, sedangkan slope untuk tiap perlakuan dapat dilihat pada Tabel 4.8. Persamaan liniernya adalah $y_P = ax + b$, dimana y_P adalah gula reduksi, sedangkan a adalah besarnya slope yang akan menunjukkan kontribusi perlakuan terhadap kecerahan warna. Pada Tabel 4.8. dapat dilihat bahwa P6 (perlakuan dengan pemanasan dan pelapisan alginat 1%) mempunyai slope yang paling besar yaitu 0,09, sebaliknya P 1 (kontrol) mempunyai slope yang paling kecil yaitu 0,02. Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan pemanasan dan alginat 1% memberikan pengaruh paling besar terhadap gula reduksi sawo yang diolah minimal.

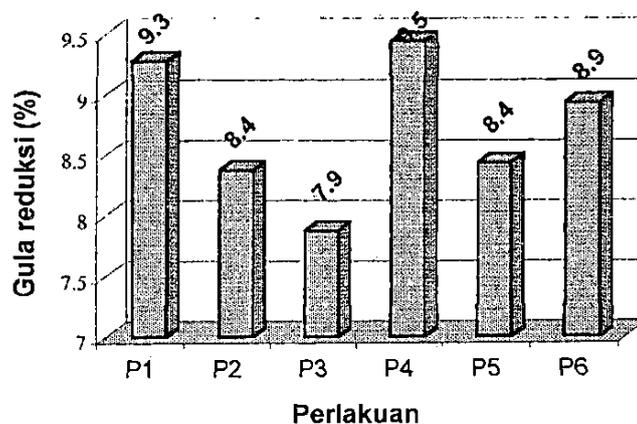
Tabel 4.8. Besar slope untuk tiap perlakuan dengan persamaan $y_P = ax + b$, dimana y_P adalah gula reduksi

Perlakuan	Slope
P1 (kontrol)	0,02
P2 (alginat 0,5%)	0,03
P3 (alginat 1%)	0,04
P4 (pemanasan)	0,06
P5 (pemanasan dan alginat 0,5%)	0,06
P6 (pemanasan dan alginat 1%)	0,09

Pada penyimpanan 8 hari, dapat dikatakan bahwa sawo yang tidak dilapisi alginat mempunyai kadar gula reduksi yang lebih tinggi (9,2% untuk P1 dan 9,4% untuk P4) dibandingkan dengan sawo yang dilapisi alginat (8,3% untuk P2, 7,8% untuk P3, 8,4% untuk P5 dan 8,9% untuk P6), sebagaimana

mampu menekan laju respirasi sehingga degradasi polisakarida menjadi gula sederhana dapat dihambat.

Penelitian Hugh (1999) maupun Saftner (1993) juga menunjukkan adanya penurunan laju respirasi pada buah yang diberi coating. Lebih lanjut dikatakan bahwa penghambatan laju respirasi ini karena lapisan alginat mampu berfungsi sebagai "barrier" yang akan menekan O_2 sehingga respirasinya terhambat.



Gambar 4.8. Pengaruh perlakuan terhadap gula reduksi pada penyimpanan suhu $5^{\circ}C$ selama 8 hari

4.2.5. Total asam (%)

Menurut Tranggono dan Sutardi (1990), asam-asam organik akan mengalami penurunan selama penyimpanan. Kecepatan penurunan tersebut dipengaruhi oleh suhu dan kondisi penyimpanan. Pernyataan ini sejalan dengan hasil pengamatan total asam sebagaimana disajikan pada Tabel 4.9. dan Gambar 4.9 yang menunjukkan terjadinya penurunan total asam baik pada kontrol maupun perlakuan.

Tabel 4.9. Perubahan total asam sawo selama penyimpanan pada suhu 5°C

Perlakuan	Lama Penyimpanan (hari)				
	0	4	8	12	16
P1	0,32 ^b	0,09 ^{ghf}	0,07 ^{gh}	0,04 ^h	-
P2	0,33 ^{ba}	0,22 ^c	0,12 ^{gef}	0,06 ^h	0,05 ^h
P3	0,38 ^a	0,18 ^{dc}	0,14 ^{def}	0,06 ^h	0,04 ^h
P4	0,35 ^{ba}	0,15 ^{de}	0,09 ^{ghf}	0,07 ^{gh}	0,05 ^h
P5	0,34 ^{ba}	0,35 ^{ba}	0,21 ^c	0,08 ^{gh}	0,07 ^{gh}
P6	0,32 ^b	0,34 ^{ba}	0,18 ^{dc}	0,08 ^{gh}	0,08 ^{gh}

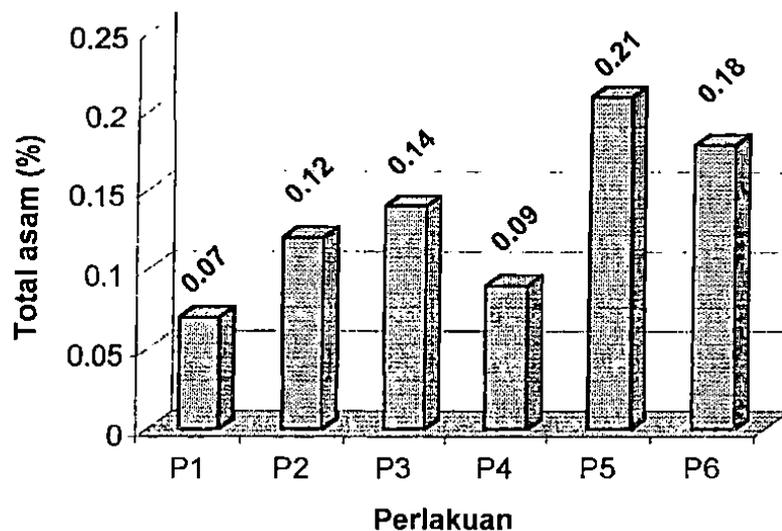
Keterangan : rerata dengan huruf yang sama menunjukkan tidak ada perbedaan yang signifikan

Hasil regresi linier dari 6 perlakuan dapat dilihat pada Lampiran 15, sedangkan slope untuk tiap perlakuan dapat dilihat pada Tabel 4.10. Persamaan liniernya adalah $y_P = ax + b$, dimana y_P adalah total asam, sedangkan a adalah besarnya slope yang akan menunjukkan kontribusi perlakuan terhadap total asam. Pada Tabel 4.10. dapat dilihat bahwa semua perlakuan memberikan nilai slope yang sama besarnya. Hal ini menunjukkan bahwa semua perlakuan memberikan kontribusi yang sama terhadap total asam sawo yang diolah minimal.

Tabel 4.10. Besar slope untuk tiap perlakuan dengan persamaan $y_P = ax + b$, dimana y_P adalah total asam

Perlakuan	Slope
P1 (kontrol)	(-)0,02
P2 (alginat 0,5%)	(-)0,02
P3 (alginat 1%)	(-)0,02
P4 (pemanasan)	(-)0,08
P5 (pemanasan dan alginat 0,5%)	(-)0,02
P6 (pemanasan dan alginat 1%)	(-)0,02

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa terjadi perbedaan yang signifikan terhadap total asam pada penyimpanan hari ke 8, sebagaimana ditampilkan pada Gambar 4.10.



Gambar 4.10. Pengaruh perlakuan terhadap total asam pada penyimpanan suhu 5°C selama 8 hari

4.2.6. Total koloni jamur dan yeast

Hasil pengamatan sebagaimana disajikan pada Tabel 4.11. menunjukkan bahwa total jamur meningkat setelah penyimpanan 8 hari pada kontrol (P1) dan perlakuan panas (P4), sedangkan pada perlakuan alginat dan kombinasi antara panas dengan alginat total jamurnya tidak meningkat. Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan panas 50°C selama 45 menit tidak cukup efektif untuk menghambat pertumbuhan jamur. Hasil penelitian Abdul Karim dkk. (1989) menunjukkan bahwa jamur yang tumbuh pada sawo yang disimpan suhu dingin (10°C dan 15°C) adalah *Aspergillus niger*, *Geotrichum* spp. dan *Fusarium* spp.

buah. Selain itu, *A. niger* menghasilkan ekso dan endopoligalakturonidase dan enzim ini akan memecah pektin menjadi asam galakturonat bebas.

Tabel 4.11. Perhitungan total koloni jamur dan yeast pada hari ke 0 dan ke 8 selama penyimpanan 5°C

Perlakuan	Total jamur (cfu/g)		Yeast (cfu/g)	
	Hari ke 0	Hari ke 8	Hari ke 0	Hari ke 8
P1	0	< 25	$3,4 \times 10^3$	$> 10^5$
P2	0	0	$2,5 \times 10^3$	$4,1 \times 10^6$
P3	0	0	$1,2 \times 10^3$	$3,5 \times 10^6$
P4	0	< 25	$2,5 \times 10^2$	$3,5 \times 10^5$
P5	0	0	$5,0 \times 10^2$	$3,4 \times 10^5$
P6	0	0	$2,5 \times 10^3$	$6,8 \times 10^5$

Hasil pengamatan juga menunjukkan bahwa perlakuan dengan alginat mampu menekan pertumbuhan jamur. Menurut Bracket (1993), adanya faktor antimikrobia dapat mempengaruhi pertumbuhan dan daya hidup mikrobia. Faktor antimikrobia tersebut dapat berupa asam organik, antibiotik maupun metabolit sekunder yang bersifat racun. Dalam hal ini, perlakuan dengan CaCl_2 dan asam sitrat akan menekan pertumbuhan jamur. Friend dalam Bracket (1993) juga menyebutkan adanya faktor 'physical barrier' yang mempengaruhi pertumbuhan mikrobia dalam buah dan sayuran segar.

Hasil pengamatan terhadap pertumbuhan yeast, sebagaimana disajikan pada tabel 4.11 menunjukkan bahwa perlakuan panas, pelapisan alginat

4.2.7. Uji sensoris

Hasil uji sensoris mengenai aroma, penampakan dan rasa disajikan pada Tabel 4.12. Tingkat kesukaan panelis dari nilai 1 (paling sangat disukai) sampai nilai 9 (paling sangat tidak disukai, sehingga semakin tinggi nilainya semakin tidak disukai oleh panelis. Lembar kuesioner untuk panelis dapat dilihat pada lampiran 2.

Tabel 4.12. Hasil uji sensoris sawo yang diolah minimal setelah penyimpanan 8 hari pada 5°C

Perlakuan	Atribut sensoris		
	Aroma	Penampakan	Rasa
P1	3,7 ^{ab}	4,4 ^{ab}	2,7 ^b
P2	3,4 ^{ab}	2,8 ^c	3,6 ^{ab}
P3	3,7 ^{ab}	3,0 ^c	3,7 ^{ab}
P4	4,4 ^a	5,2 ^a	2,8 ^b
P5	4,6 ^a	3,8 ^{bc}	4,7 ^a
P6	4,3 ^a	3,6 ^{bc}	4,6 ^a

Keterangan : rerata dengan huruf yang sama menunjukkan tidak ada perbedaan yang signifikan

Dari hasil uji sensoris dapat dikatakan bahwa panelis menyukai aroma sawo yang tidak diberi perlakuan (P1) atau pun sawo yang diberi alginat saja (P2 dan P3). Sebaliknya, panelis tidak menyukai aroma sawo yang diberi perlakuan panas (P4), maupun sawo yang diberi perlakuan panas dan alginat (P5 dan P6).

Akan halnya dengan rasa, panelis menyukai sawo yang tidak diberi perlakuan (P1) dan sawo yang diberi perlakuan panasa saja (P4). Mereka tidak menyukai sawo yang dilapis dengan alginat. Hal ini diduga karena panelis tidak bisa menerima rasa kecut dan sedikit getar yang disebabkan proses dipping dalam CaCl₂ + asam sitrat, yang dilakukan sebelum proses pelapisan alginat.

Hal yang berbeda dikemukakan panelis menyangkut penampakan sawo.

adanya pelapisan mampu mencegah terjadinya warna coklat dan kekisutan yang terjadi pada semua bahan panelis memiliki kesamaan.