

#### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilakukan pada bulan September selama 15 hari. Buah salak yang digunakan pada penelitian ini diambil langsung dari petani salak di daerah Turi, Sleman, D.I. Yogyakarta. Kriteria buah salak yang digunakan pada penelitian ini adalah buah salak yang siap panen dengan ukuran yang seragam dengan diameter buah yang berkisar 5 – 7 cm atau minimal memiliki 2 buah biji. Setelah buah tiba di lab pasca panen, buah dikupas kemudian direndam ke dalam air bersih yang sudah dicampur dengan bahan pencuci buah. Tujuan dari perendaman buah ini adalah untuk mencegah *browning* dari buah sebelum proses perlakuan. Perendaman produk terolah minimal ke air adalah salah satu cara untuk mencegah produk *browning*. Tujuan utama perendaman buah adalah mengurangi paparan oksigen dari udara terbuka yang akan memicu bereaksinya enzim dengan oksigen yang terdapat di udara terbuka yang menyebabkan reaksi oksidasi yang dikatalis oleh enzim fenolase, polifenol oksidase, tirosinase, atau katekolase (Arsa, 2016).

Perlakuan buah dilakukan dengan cara mencelupkan buah ke dalam larutan alginat yang sebelumnya sudah dibuat sebelum hari perlakuan sesuai dengan konsentrasi perlakuan. Perlakuan pencelupan buah, dilakukan dengan cara manual dengan mencelup buah dengan tangan satu per satu. Pencelupan dilakukan ke dalam larutan alginat dilakukan selama 30 detik. Setelah buah dicelupkan larutan alginat, buah diangkat dan ditiriskan hingga lapisan merata di seluruh permukaan buah. setelah lapisan merata, buah di celupkan kedalam larutan  $\text{CaCl}_2$

dengan konsentrasi 2% untuk membuat lapisan alginat mengeras dan menutup seluruh permukaan buah selama 60 detik. Buah yang telah dicelupkan larutan  $\text{CaCl}_2$ , dikering-anginkan.

Pengerasan lapisan alginat terjadi seketika karena alginat merespon kalsium dengan sangat cepat, dan mengakomodasi struktur ion  $\text{Ca}^{2+}$  membentuk jembatan garam, sesuai dengan zona penggabungan disekitar rantai polimer terdekat (Donati *et al.*, 2005). Pencelupan ke dalam larutan kalsium klorida juga memungkinkan penghambatan produksi etilen pada penelitian terhadap buah apel terolah minimal (Rojas-Grau *et al.*, 2007) Seluruh buah yang telah melalui proses perlakuan, langsung dikemas dengan menggunakan sterofom dan ditutup dengan menggunakan plastik wrap. Buah yang telah dikemas, dimasukkan ke dalam lemari pendingin dengan temperatur penyimpanan 6 – 10°C dan disimpan selama 15 hari dan dilakukan pengamatan setiap tiga hari.

#### **A. Susut Bobot**

Pengamatan parameter susut bobot buah dilakukan setiap 3 hari selama 15 hari dan dimulai pada hari ke-0 atau pada saat buah diberikan perlakuan untuk menentukan bobot awal buah. Bobot buah ditimbang setelah diberikan perlakuan dan dikeringkan dari larutan  $\text{CaCl}_2$ . Buah yang tidak mendapatkan perlakuan, langsung ditimbang berat awalnya lalu langsung dikemas.

Susut bobot merupakan salah satu parameter yang dapat menunjukkan penurunan kualitas buah yang dipengaruhi oleh aktivitas biokimia buah yaitu transpirasi. Transpirasi pada buah terjadi karena adanya penguapan air yang

berasal dari buah yang disebabkan oleh faktor internal yaitu suhu jaringan buah, ukuran buah, dan lapisan lilin buah dan faktor eksternal seperti ketinggian dari permukaan laut, pergerakan udara, suhu ruang penyimpanan. Air yang menguap dari buah sebagian besar merupakan air yang menembus dinding sel dan kutikula (di luar protoplas) yang memiliki ekulibrium dinamik dengan isi sel, dan tergantung pada tekanan turgor sel. Hasil rerata setiap hari pengamatan susut bobot pada setiap perlakuan dapat dilihat pada tabel 2.

**Tabel 2. Rerata harian hasil uji susut bobot selama 15 hari pengamatan (gram)**

Waktu Pengamatan	Perlakuan	Alginat 3%	Alginat 3.5%	Alginat 4%	Rerata
0 HSP	Minyak Sirih 0,7 ml/l	0.00	0.00	0.00	0.00
	Minyak Sirih 1 ml/l	0.00	0.00	0.00	0.00
Rerata		0.00	0.00	0.00	(-)
3 HSP	Minyak Sirih 0,7 ml/l	4.13 b	6.59 ab	7.19 a	5.97
	Minyak Sirih 1 ml/l	6.14 ab	5.86 ab	5.01 ab	5.67
Rerata		5.13	6.23	6.10	(+)
6 HSP	Minyak Sirih 0,7 ml/l	5.08 b	7.65 a	8.63 a	7.12
	Minyak Sirih 1 ml/l	7.48 a	6.52 ab	6.98 ab	6.99
Rerata		6.28	7.08	7.80	(+)
9 HSP	Minyak Sirih 0,7 ml/l	9.01 a-c	7.19 d	10.56 a	8.92
	Minyak Sirih 1 ml/l	9.95 ab	8.25 cd	8.72 b-d	8.97
Rerata		8.57	8.63	9.64	(+)
12 HSP	Minyak Sirih 0,7 ml/l	8.90 c	10.21 bc	11.80 a	10.30
	Minyak Sirih 1 ml/l	11.20 ab	9.84 bc	9.96 bc	10.33
Rerata		10.05	10.02	10.88	(+)
15 HSP	Minyak Sirih 0,7 ml/l	9.73 c	11.06 a-c	12.80 a	11.19
	Minyak Sirih 1 ml/l	11.76 ab	10.23 bc	11.00 bc	10.99
Rerata		10.65	10.75	11.898	(+)

Keterangan : angka rerata yang diikuti oleh huruf yang sama dalam satu kolom menunjukkan tidak ada beda nyata berdasarkan hasil DMRT pada taraf 5%

Berdasarkan hasil sidik ragam susut bobot (lampiran) dapat dilihat bahwa ada interaksi antar perlakuan alginat berbagai konsentrasi dengan minyak atsiri daun sirih dari hari ke-0 hingga hari ke-15 pengamatan. Pada tabel 2 menunjukkan bahwa nilai rata-rata dari setiap perlakuan terdapat nilai yang berbeda tidak nyata dan berbeda nyata pada beberapa perlakuan. Rata – rata pada seluruh perlakuan jika dibandingkan dengan perlakuan kontrol yang tidak diberikan lapisan alginat dan minyak atsiri sirih yang bias dilihat pada tabel 3, terdapat perbedaan signifikan.

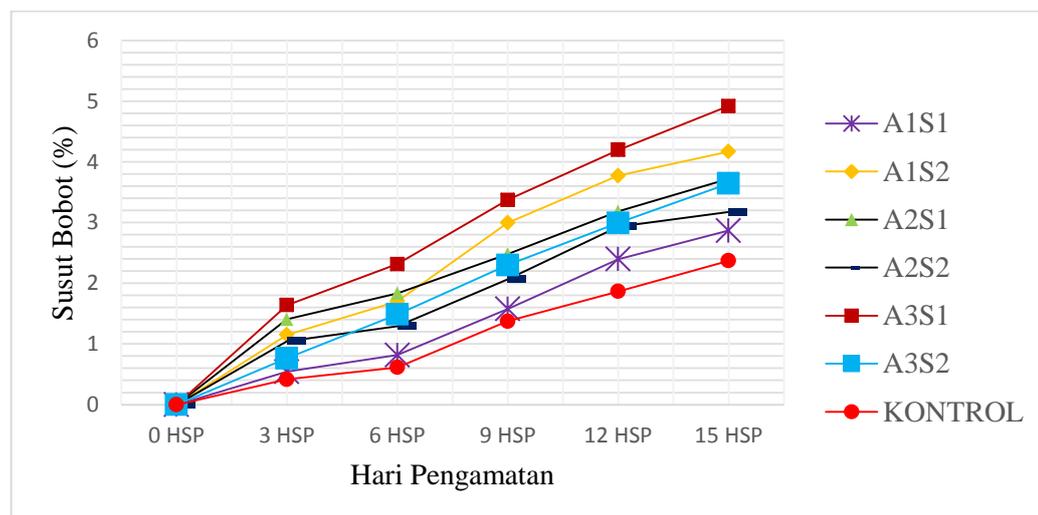
**Tabel 3. Hasil uji kontras perlakuan dengan kontrol (gram)**

HSP	PERLAKUAN	KONTROL
0	0	0
3	5.510 a	3.643 b
6	6.683 a	4.447 b
9	8.625 a	6.708 b
12	9.958 a	7.818 b
15	10.772 a	8.828 b

Keterangan : angka rerata yang diikuti oleh huruf yang sama dalam satu kolom menunjukkan tidak ada beda nyata berdasarkan hasil DMRT pada taraf 5%

Perlakuan pelapis alginat dengan konsentrasi 3% yang dicampur dengan minyak atsiri daun sirih 0,7 ml/l memiliki nilai rerata yang berbeda nyata terhadap perlakuan perlakuan alginat 4% dan minyak atsiri sirih 1 ml/l pada hari ketiga setelah pengamatan. Hal yang sama terjadi pada hari keenam, hari ke-12 dan hari ke-15 setelah panen, perlakuan alginat 3% dan minyak atsiri sirih 0,7 ml/l memiliki nilai rerata paling rendah dan berbeda nyata terhadap perlakuan yang lain. Pengamatan pada hari kesembilan setelah panen, perlakuan alginat 3,5% dan

minyak atsiri sirih memiliki nilai rerata susut bobot yang paling tinggi diantara perlakuan lain dan berbeda nyata dengan perlakuan alginat 4% dan minyak atsiri sirih 0,7 ml/l. Hasil uji kontras yang dapat dilihat pada tabel 3 dilakukan dengan membandingkan rerata seluruh perlakuan alginat dan minyak atsiri sirih dengan perlakuan kontrol, terlihat perbedaan yang nyata. Perlakuan kontrol justru memiliki nilai rerata yang lebih rendah dibandingkan dengan nilai rerata buah yang diberikan perlakuan pelapis alginat dan minyak atsiri daun sirih. Grafik susut bobot dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Grafik peningkatan susut bobot pada tiap hari pengamatan.

Penyebab utama buah mengalami susut bobot adalah karena adanya proses transpirasi pada buah. Proses transpirasi akan tetap berlangsung bahkan setelah buah dipanen. Air yang ter evaporasi dari buah salak adalah air yang dapat menembus dinding sel dan kutikula, mempunyai ekuilibrium dinamik dengan isi sel (Ben-Yehoshua,1987). Bounocore *et al* (2005) melaporkan bahwa pelapis jenis hidrokoloid seperti alginat dapat menahan pertukaran gas oksigen tetapi juga

memiliki permeabilitas yang tinggi terhadap penguapan air. Hal ini ditunjukkan pada hasil analisis data yang menunjukkan bahwa buah yang diberi pelapis memiliki nilai susut bobot yang tinggi dan tidak berbedanya terhadap buah yang tidak diberikan pelapis. Pada perlakuan buah yang dilapisi dengan alginat dengan konsentrasi lebih rendah mengalami penyusutan bobot lebih rendah dibandingkan dengan dibandingkan dengan buah yang diberikan pelapis alginat dengan konsentrasi lebih tinggi. Hal ini diduga karena pelapis buah yang diberikan pada konsentrasi lebih tinggi yang lebih kental dan lebih tebal melapisi buah juga ikut mengalami penguapan air dan juga memiliki laju transpirasi yang tinggi.

## **B. Kekerasan**

Kekerasan buah dipengaruhi oleh tekanan turgor sel, struktur dan komposisi polisakarida dinding sel (Hernandez-Munoz, 2008). Kekerasan menjadi salah satu indikator untuk menentukan kualitas dari buah. Parameter ini digunakan untuk mengetahui tingkat kekerasan buah salak kupas akibat dari pematangan buah. Kekerasan buah merupakan salah satu faktor yang menentukan mutu buah dan menandakan terjadinya penurunan mutu buah (Kholidi, 2009). Pengamatan kekerasan buah dilakukan setiap 3 hari sekali dengan menggunakan alat penetrometer. Hasil rata-rata kekerasan buah salak kupas yang diberikan perlakuan pelapis alginat dan minyak atsiri sirih, dapat dilihat pada tabel 4.

Berdasarkan hasil sidik ragam (lampiran) dapat dilihat bahwa ada interaksi antara perlakuan pelapis alginat yang ditambahkan minyak atsiri sirih pada hari pengamatan ke-3, ke-12, dan ke 15, sedangkan pada hari lainnya tidak

terlihat adanya interaksi antara perlakuan alginat dan minyak atsiri sirih. Pada tabel 4 yang menunjukkan hasil uji DMRT rerata tiap perlakuan pada tiap hari pengamatan, pada hari ketiga pengamatan rerata perlakuan dari alginat 4% yang dikombinasikan dengan minyak atsiri sirih 1 ml/l berbeda nyata dengan perlakuan alginat 3,5% yang dikombinasikan dengan minyak atsiri sirih 0,7 ml/l sedangkan dengan perlakuan lainnya berbeda tidak nyata. Pada hari pengamatan ke-12 rerata perlakuan alginat 4% yang dikombinasikan dengan minyak atsiri sirih dengan konsentrasi 1 ml/l berbeda nyata dengan perlakuan alginat 3,5% yang dikombinasikan dengan minyak atsiri sirih dengan konsentrasi 1 ml/l.

**Tabel 4. Rerata tiap hari pengamatan pada uji kekerasan (N)**

Waktu Pengamatan	Perlakuan	Alginat 3%	Alginat 3.5%	Alginat 4%	Rerata
0 HSP	Minyak Sirih 0,7 ml/l	1.897	1.937	1.970	1.938
	Minyak Sirih 1 ml/l	1.927	1.957	1.930	1.934
	Rerata	1.917 a	1.947 a	1.950 a	(-)
3 HSP	Minyak Sirih 0,7 ml/l	1.703 ab	1.603 c	1.553 cb	1.672
	Minyak Sirih 1 ml/l	1.623 a-c	1.663 a-c	1.73 a	1.620
	Rerata	1.608	1.663	1.667	(+)
6 HSP	Minyak Sirih 0,7 ml/l	1.490	1.380	1.457	1.479
	Minyak Sirih 1 ml/l	1.437	1.487	1.513	1.442
	Rerata	1.463 a	1.433 a	1.485 a	(-)
9 HSP	Minyak Sirih 0,7 ml/l	1.207	1.213	1.327	1.310
	Minyak Sirih 1 ml/l	1.293	1.330	1.307	1.249
	Rerata	1.250 a	1.272 a	1.317 a	(-)
12 HSP	Minyak Sirih 0,7 ml/l	1.11 bc	1.280 ab	1.030 bc	1.254
	Minyak Sirih 1 ml/l	1.257 bc	0.940 c	1.567 a	1.140
	Rerata	1.183	1.110	1.298	(+)
15 HSP	Minyak Sirih 0,7 ml/l	1.123 b	1.097 b	1.517 a	1.273
	Minyak Sirih 1 ml/l	1.11 b	1.347 ab	1.363 ab	1.246
	Rerata	1.117	1.222	1.440	(+)

Keterangan : angka rerata yang diikuti oleh huruf yang sama dalam satu kolom menunjukkan tidak ada beda nyata berdasarkan hasil DMRT pada taraf 5%

Pengamatan pada hari ke-15, rerata perlakuan alginat yang dikombinasikan dengan minyak atsiri sirih dengan konsentrasi 0,7% berbeda nyata dengan dengan perlakuan alginat 3% yang dikombinasikan dengan minyak atsiri sirih dengan konsentrasi 0,7% dan 1 ml/l dan juga dengan perlakuan alginat 3,5% yang dikombinasikan dengan minyak atsiri sirih dengan konsentrasi 0,7 ml/l. Hasil uji kontras pada tabel 5, rerata dari semua perlakuan kombinasi antara pelapisan alginat dan minyak atsiri yang dibandingkan dengan kontrol yang tidak diberikan perlakuan, terlihat bahwa tidak ada beda nyata. Hal ini menunjukkan bahwa pemberian lapisan alginat yang dikombinasikan dengan minyak atsiri sirih tidak dapat menahan kekerasan buah. Pada hasil uji kontras yang dapat dilihat pada tabel 5, menunjukkan bahwa tidak ada beda nyata antara seluruh perlakuan dengan kontrol, tetapi jika dilihat pada grafik kekerasan, terlihat bahwa nilai kekerasan buah kontrol cenderung lebih rendah dari perlakuan pelapis buah dengan alginat.

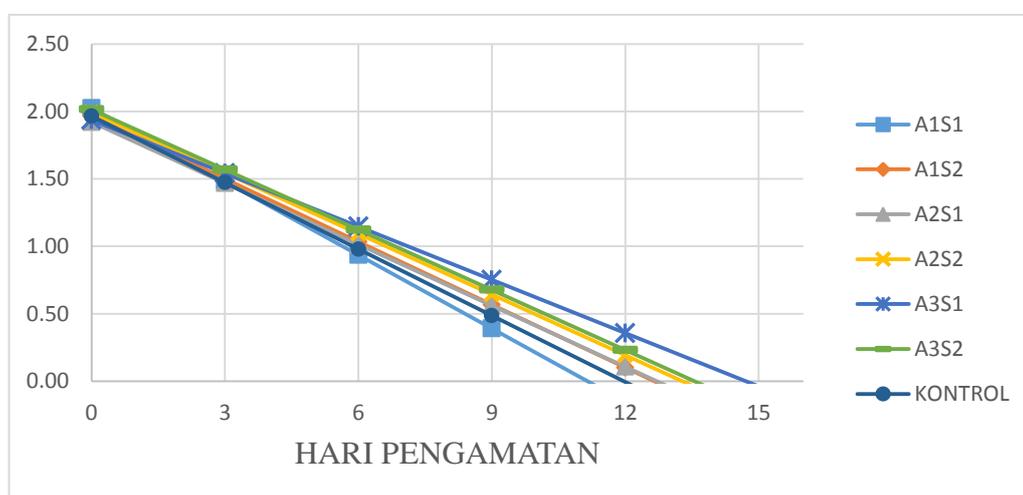
**Tabel 5. Hasil uji kontras perlakuan dengan kontrol (N).**

HSP	Perlakuan	Kontrol
0	1.936 a	1.957 a
3	1.646 a	1.587 a
6	1.461 a	1.380 a
9	1.279 a	1.157 a
12	1.197 a	1.140 a
15	1.259 a	1.120 a

Keterangan : angka rerata yang diikuti oleh huruf yang sama dalam satu kolom menunjukkan tidak ada beda nyata berdasarkan hasil DMRT pada taraf 5%

Perubahan kekerasan buah cenderung menurun selama masa penyimpanan. Penyebab utama buah mengalami penurunan kekerasan adalah

adanya proses pematangan pada buah. selama proses pematangan, polisakarida dinding sel termodifikasi sehingga terjadi perubahan struktur dan kekuatan dinding sel (Toivonen dan Brummel, 2008). Perubahan tersebut terjadi karena adanya pemutusan gugus metil ester oleh pektin metilesterase dalam asam galakturonat di dalam dinding sel sehingga bermuatan negatif dan meninggalkan gugus asam karboksilik.



Gambar 2 Grafik kekerasan buah setiap hari pengamatan

Penurunan kekerasan berhubungan dengan perubahan fraksi pektin lamela tengah dan dinding sel yang secara khusus mengalami pelarutan dan depolimerasi pektin (Huber dalam Payasi *et al*, 2003). Menurut Pantastico (1975), ada dua proses Pada buah matang, kandungan pektat dan pektinat yang larut meningkat, sedangkan jumlah zat – zat pektat seluruhnya menurun. Seiring dengan perubahan pektin, kekerasan buah berkurang. Penurunan kekerasan selama proses pemasakan dipengaruhi oleh aktivitas dari berbagai enzim

pektolitik, misalnya poligalakturonase (PG), Pektat liase (PL), dan pektin metil esterase (PME).

Enzim pektat metil esterase secara eksklusif berada dalam dinding sel (Draye dan Van Castem, 2008). Mekanisme PME dalam pelunakan selama perkembangan dan pemasakan buah adalah melakukan perubahan pada pektin. Aktivitas PME meningkat pada tahap awal pematangan buah sebelum enzim PL dan PG dapat melakukan degradasi, kemudian menurun dan meningkatkan jumlah pektin. Enzim poligalakturonase yang mengalami aktivitas semakin tinggi ditandai dengan menurunnya kekerasan buah selama proses pemasakan buah. Aktivitas PG yang berhubungan dengan tingginya depolimerasi pektin (Rosli dalam Villareal *et al.*, 2008). Poligalakturonase sangat peka terhadap pH rendah dan tingkat kenaikan kation monovalent. Selain itu PG dalam pericarp mengalami peningkatan jumlah dan peningkatan kekuatan ionic jaringan rusak dapat melepaskan ikatan PG dari dinding sel (Almeida & Hubber, 2008). Pelepasan gugus metil pada polimer asam galakturonat oleh enzim pektinesterase menyebabkan pelunakan buah (Lee dan MacMillan dalam Goukh dan Bashir, 2003). Aktivitas PE tersebut memacu enzim PG untuk melakukan depolimerasi rantai poligalakturonat yang telah diesterifikasi dan mengalami pengurangan berat molekul (Benkova dan Markovic dalam Goukh dan Bashir, 2003).

### **C. Total Asam Titrasi**

Perubahan total asam merupakan indikasi dari terjadinya perubahan fisiologis pada buah setelah dipanen. Total asam titrasi merupakan parameter

yang digunakan untuk mengetahui tingkat kualitas dari buah. Pengamatan total asam tertitrisasi dilakukan menggunakan indikator PP yang kemudian dititrisasi dengan NaOH setiap 3 hari sekali.

**Tabel 6. Rerata total asam tertitrisasi semua perlakuan (%)**

Waktu Pengamatan	Perlakuan	Alginat 3%	Alginat 3.5%	Alginat 4%	Rerata
0 HST	Minyak Sirih 0,07 ml/l	0.270	0.270	0.270	0.270 a
	Minyak Sirih 0,1 ml/l	0.270	0.270	0.270	0.270 a
	Rerata	0.270 a	0.270 a	0.270 a	(-)
3 HST	Minyak Sirih 0.07 ml/l	0.390	0.390	0.360	0.380 a
	Minyak Sirih 0.1 ml/l	0.330	0.360	0.330	0.340 a
	Rerata	0.360 a	0.375 a	0.345 0	(-)
6 HST	Minyak Sirih 0,07 ml/l	0.893	0.570	0.657	0.707 a
	Minyak Sirih 0,1 ml/l	0.600	0.630	0.630	0.620 a
	Rerata	0.747 a	0.600 a	0.643 a	(-)
9 HST	Minyak Sirih 0,07 ml/l	0.657	0.890	0.630	0.725 a
	Minyak Sirih 0,1 ml/l	0.743	0.777	0.657	0.725 a
	Rerata	0.700 ab	0.833 a	0.643 b	(-)
12 HST	Minyak Sirih 0,07 ml/l	0.687	0.830	0.657	0.724 a
	Minyak Sirih 0,1 ml/l	0.743	0.687	0.687	0.705 a
	Rerata	0.715 a	0.758 a	0.672 a	(-)
15 HST	Minyak Sirih 0,07 ml/l	0.890	0.713	0.743	0.782 a
	Minyak Sirih 0,1 ml/l	0.657	0.627	0.683	0.655 a
	Rerata	0.773 a	0.670 a	0.7133 a	(-)

Keterangan : angka rerata yang diikuti oleh huruf yang sama dalam satu kolom menunjukkan tidak ada beda nyata berdasarkan hasil uji kontras pada taraf 5%

Asam-asam organik yang dominan terdapat pada salak adalah asam suksinat, asam adipat, Asam malat dan asam sitrat. Asam-asam organik dalam buah akan mempengaruhi rasa dan aroma buah sehingga digunakan untuk menentukan mutu buah-buahan (Muchtadi dkk. 2010). Hasil rata-rata total asam tertitrisasi buah salak kupas yang diberikan perlakuan pelapis alginat dan minyak atsiri sirih, dapat dilihat pada tabel 6.

Hasil dari uji sidik ragam (lampiran) terlihat bahwa tidak ada interaksi antara perlakuan pelapisan alginat dengan minyak atsiri daun sirih. Hasil uji kontras yang membandingkan perlakuan pelapisan yang dikombinasikan dengan minyak sirih dengan kontrol yang tidak diberikan pelapisan dan minyak sirih terlihat bahwa pada hari pengamatan ke-3, ke-9, dan ke-12 rerata perlakuan berbeda nyata dengan kontrol yang tidak diberikan pelapis. Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan pelapis yang diberikan dapat menahan laju respirasi aerob buah salak kupas. Perlakuan dengan pelapis alginat 4% yang ditambahkan dengan minyak atsiri sirih 0,7 ml/l menjadi perlakuan yang memiliki nilai asam titrasi yang paling baik dibandingkan dengan perlakuan yang lain. Hasil perbandingan antara perlakuan buah yang diberikan pelapis dan minyak atsiri sirih dengan kontrol dapat dilihat pada tabel 7.

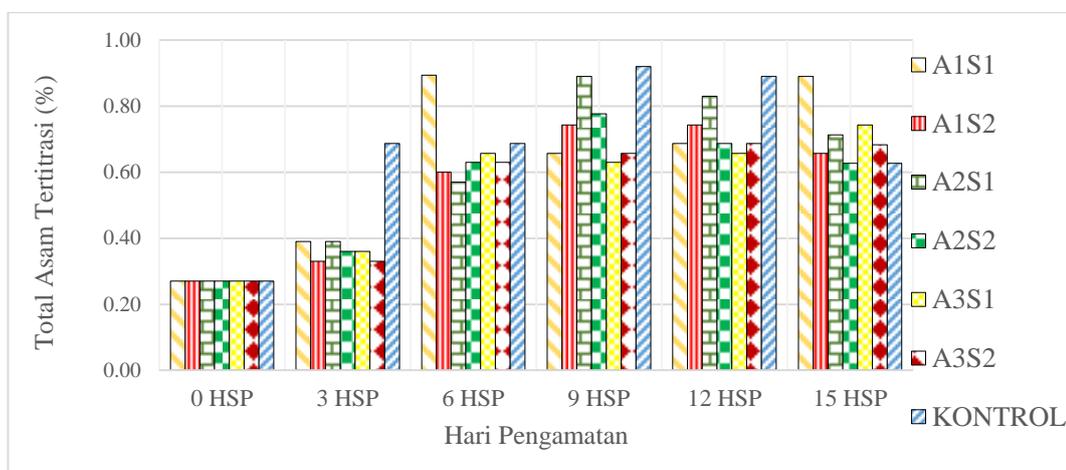
**Tabel 7. Hasil uji kontras perlakuan dengan kontrol (%)**

HSP	Perlakuan	Kontrol
0	0.270 a	0.270 a
3	0.360 b	0.687 a
6	0.663 a	0.687 a
9	0.726 a	0.920 b
12	0.715 b	0.890 a
15	0.719 a	0.627 a

Keterangan : angka rerata yang diikuti oleh huruf yang sama dalam satu kolom menunjukkan tidak ada beda nyata berdasarkan hasil DMRT pada taraf 5%

Gambar 3 yang menunjukkan histogram rerata total asam tertitrasi terlihat bahwa kebanyakan rerata total asam buah mengalami peningkatan dari hari pengamatan ke-0 hingga hari ke-9. Pada hasil penelitian terlihat bahwa seluruh perlakuan mengalami peningkatan yang cukup tinggi, hal ini disebabkan

karena pelapis alginat dapat mengatur pertukaran gas yang dibutuhkan oleh buah dalam hal ini oksigen dan karbondioksida. Alginat merupakan pelapis buah yang berjenis hidrokoloid yang bersifat menahan pertukaran gas yang sangat baik, sehingga pertukaran gas yang dibutuhkan oleh buah terhalang oleh pelapis alginat (Buonocore *et al.* 2005).



Gambar 3. Histogram rerata total asam tertitiasi pada tiap hari pengamatan

Pada histogram total asam (gambar 3) terlihat bahwa perlakuan kontrol memiliki nilai asam titrasi yang lebih tinggi dibandingkan perlakuan pada hari pengamatan ke-3, ke-9, dan ke-12. Buah yang memiliki pelapis dapat menahan laju respirasi lebih baik jika dibandingkan dengan buah yang tidak diberikan pelapis. Hal ini disebabkan karena perlakuan kontrol tidak dapat menahan laju respirasi dengan baik karena dimungkinkan perlakuan kontrol memiliki laju respirasi yang lebih cepat karena tidak diberikan pelapis. Berbeda dengan perlakuan yang diberikan pelapis, perlakuan kontrol mengalami respirasi aerob yang baik, hanya saja buah perlakuan kontrol tidak dapat menekan pertumbuhan

mikrobia. Mikroorganisme aerob dapat menerima oksigen sebagai penerima electron akhir selama metabolisme karbohidrat, untuk menghasilkan piruvat melalui beberapa jalur metabolisme (Sopandi dan Wardah., 2014).

#### **D. Total Padatan Terlarut**

Parameter pengamatan total padatan terlarut merupakan salah satu cara untuk mengetahui perubahan tingkat kemanisan salak. Nilai total padatan terlarut merupakan nilai yang menggambarkan gula yang terdapat pada buah pada keseluruhan atau gula total (Santosa, 2007). Hasil rerata total padatan terlarut disajikan pada tabel 8.

Hasil uji sidik ragam untuk nilai total padatan terlarut (lampiran) terlihat hanya ada interaksi pada hari pengamatan keenam dan hari pengamatan yang lainnya tidak ada interaksi antara perlakuan pelapis alginat dengan minyak atsiri daun sirih. Tabel 8 yang menunjukkan rerata nilai total padatan terlarut pada hari pengamatan keenam dapat dilihat bahwa perlakuan pelapis alginat 4% yang dikombinasikan dengan minyak atsiri sirih 1 ml/l memiliki nilai rerata padatan terlarut yang paling tinggi diantar perlakuan yang lain. Pada hasil uji kontras, rerata semua perlakuan setiap hari pengamatan dibandingkan dengan rerata kontrol dan hasilnya adalah perlakuan kontrol memiliki nilai padatan terlarut yang lebih tinggi dari semua perlakuan. Perubahan total padatan terlarut berbanding lurus dengan perubahan total asam tertitrasi. Hal ini dapat dilihat pada grafik nilai padatan terlarut yang menurun hingga hari pengamatan ke-6 dan grafik asam titrasi yang mengalami peningkatan hingga hari ke-9.

**Tabel 8. Rerata nilai total padatan terlarut setiap perlakuan pada pengamatan total padatan terlarut (Brix<sup>o</sup>).**

Waktu Pengamatan	Perlakuan	Alginat 3%	Alginat 3.5%	Alginat 4%	Rerata
0 HST	Minyak Sirih 0,7 ml/l	17.33	18.67	18.67	19.0 a
	Minyak Sirih 1 ml/l	18.67	19.33	19.00	18.22 b
	Rerata	18.0 c	19.0 a	18.84 b	(-)
3 HST	Minyak Sirih 0,7 ml/l	13.55	13.00	11.33	13.22 a
	Minyak Sirih 1 ml/l	13.89	12.67	13.11	12.63 a
	Rerata	13.72 a	12.83 ab	12.22 b	(-)
6 HST	Minyak Sirih 0,7 ml/l	12.33 a	10.89 ab	13.22 a	12.15
	Minyak Sirih 1 ml/l	8.67 b	11.44 a	11.89 a	10.67
	Rerata	10.5	11.165	12.56	(+)
9 HST	Minyak Sirih 0,7 ml/l	12.50	14.33	12.67	13.17 a
	Minyak Sirih 1 ml/l	12.56	12.67	10.67	11.96 b
	Rerata	12.53 ab	13.50 a	11.67 b	(-)
12 HST	Minyak Sirih 0,7 ml/l	10.33	13.56	11.67	11.85 a
	Minyak Sirih 1 ml/l	10.67	12.44	12.22	11.78 a
	Rerata	10.50 b	13.00 a	11.95 ab	(-)
15 HST	Minyak Sirih 0,7 ml/l	10.56	11.56	10.22	11.18 a
	Minyak Sirih 1 ml/l	10.78	11.66	11.11	10.78 a
	Rerata	10.67 a	11.61 a	10.67 a	(-)

Keterangan : angka rerata yang diikuti oleh huruf yang sama dalam satu kolom menunjukkan tidak ada beda nyata berdasarkan hasil DMRT pada taraf 5%

Penurunan total padatan terlarut pada perlakuan kontrol terjadi sangat drastis, hal ini disebabkan karena pada perlakuan kontrol, buah yang tidak memiliki pelapis tidak dapat menghambat pertukaran gas yang terjadi pada proses respirasi sehingga banyak gula yang terombak dari buah. sedangkan buah yang diberikan pelapis dapat menahan pertukaran gas yang terjadi pada buah dengan baik sehingga penurunan total padatan terlarut tidak begitu drastis. Hasil perbandingan antara perlakuan buah yang dilapisi dengan buah yang tidak diberikan pelapis ditampilkan pada tabel 9.

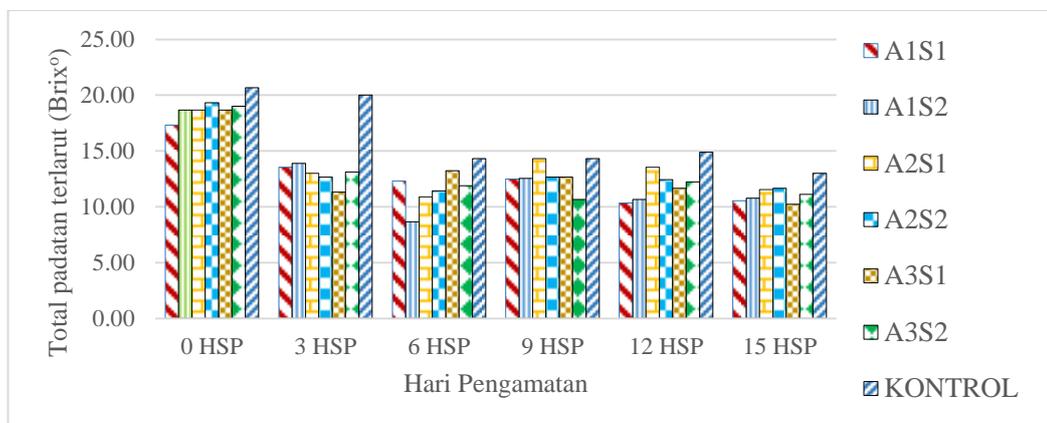
**Tabel 9. Hasil uji kontras perlakuan dengan kontrol (Brix<sup>o</sup>)**

HSP	Perlakuan	Kontrol
0	18.61 b	20.67 a
3	12.93 b	20.00 a
6	11.41 b	14.33 a
9	12.57 b	14.33 a
12	11.82 b	14.89 a
15	10.98 b	13.00 a

Keterangan : angka rerata yang diikuti oleh huruf yang sama dalam satu kolom menunjukkan tidak ada beda nyata berdasarkan hasil DMRT pada taraf 5%

Penurunan total padatan terlarut juga disebabkan karena adanya aktivitas mikrobial yang ada pada buah salak. Menurut Sopandi dan Wardah (2014), semua mikrobial dapat memetabolisme glukosa dalam buah. Mikroorganisme yang mampu memanfaatkan polisakarida adalah mikroorganisme jenis kapang atau jamur. Hal ini sesuai dengan pendapat Pratomo (2009) bahwa mikrobial dominan pada buah salak adalah *Chalaropsis sp* yang berjenis kapang atau jamur berwarna putih.

Gambar 4 yang menunjukkan grafik rerata seluruh perlakuan tiap hari pengamatan terlihat bahwa kontrol memiliki nilai rerata yang lebih tinggi terhadap seluruh perlakuan yang diberikan pelapis alginat dan minyak atsiri sirih. Nilai padatan terlarut perlakuan kontrol yang lebih tinggi dari semua perlakuan ini disebabkan oleh buah yang diberikan pelapis alginat mengalami respirasi aerob yang meningkat sehingga gula yang ada pada buah terurai menjadi karbondioksida, air, dan energi. Akibat dari terjadinya respirasi pada buah, maka akan terjadi adanya penurunan rasa terutama rasa manis pada buah karena gula yang ada pada buah berkurang (Weichman, 1987).



Gambar 4. Grafik rerata nilai total padatan terlarut tiap perlakuan setiap hari pengamatan

### E. Gula Reduksi

Gula merupakan salah satu substrat yang digunakan untuk proses respirasi. Proses pematangan selama penyimpanan buah, zat pati seluruhnya dihidrolisa menjadi sukrosa yang kemudian berubah menjadi gula-gula reduksi sebagai substrat dalam respirasi (Harianingsih, 2010). Pengamatan gula reduksi ini menggunakan alat *spectrophotometer*. Hasil rerata pengamatan gula reduksi pada setiap perlakuan dapat dilihat pada tabel 10.

Hasil uji sidik ragam pengamatan gula reduksi (lampiran) terlihat bahwa tidak adanya interaksi antara pelapisan alginat dengan minyak atsiri sirih. Interaksi antara kedua perlakuan hanya terdapat pada hari pengamatan ke-15. Pada tabel 10 yang menunjukkan rerata setiap perlakuan pada setiap hari pengamatan, dapat dilihat pada hari ke-15. Hasil uji kontras yang ditunjukkan dalam tabel 11 terlihat bahwa rerata seluruh perlakuan pada hari ketiga dan

keenam pengamatan berbeda nyata dengan rerata kontrol dan memiliki nilai yang lebih rendah daripada kontrol.

**Tabel 10. Rerata nilai total padatan terlarut setiap perlakuan pada pengamatan gula reduksi (%)**

Waktu Pengamatan	Perlakuan	Alginat 3% (w/v)	Alginat 3.5% (w/v)	Alginat 4% (w/v)	Rerata
0 HST	Minyak Sirih 0,7 ml/l	1.957	1.883	2.025	1.955 a
	Minyak Sirih 1 ml/l	2.066	1.902	1.837	1.955 b
	Rerata	2.012 a	1.893 c	1.931 b	(-)
3 HST	Minyak Sirih 0,7 ml/l	1.911	1.797	1.964	1.932 a
	Minyak Sirih 1 ml/l	1.840	1.878	2.078	1.891 a
	Rerata	1.876 b	1.837 b	2.021 a	(-)
6 HST	Minyak Sirih 0,7 ml/l	1.829	1.747	1.890	1.930 a
	Minyak Sirih 1 ml/l	1.876	1.807	2.106	1.822 b
	Rerata	1.852 b	1.777 b	1.998 a	(-)
9 HST	Minyak Sirih 0,7 ml/l	1.739	1.712	1.788	1.760 a
	Minyak Sirih 1 ml/l	1.778	1.733	1.769	1.746 a
	Rerata	1.758 a	1.723 a	1.779 a	(-)
12 HST	Minyak Sirih 0,7 ml/l	1.652	1.639	1.607	1.652 a
	Minyak Sirih 1 ml/l	1.657	1.675	1.625	1.632 a
	Rerata	1.655 a	1.657 a	1.616 a	(-)
15 HST	Minyak Sirih 0,7 ml/l	1.630 b	1.848 a	1.660 b	1.712
	Minyak Sirih 1 ml/l	1.713 ab	1.613 b	1.692 ab	1.672
	Rerata	1.671	1.730	1.676	(+)

Keterangan : angka rerata yang diikuti oleh huruf yang sama dalam satu kolom menunjukkan tidak ada beda nyata berdasarkan hasil DMRT pada taraf 5%

Buah salak yang diberikan perlakuan pelapis alginat 3,5% yang dikombinasikan dengan minyak atsiri sirih 0,7% memiliki nilai rata-rata lebih rendah dibandingkan pada perlakuan pelapis yang lain. Menurunnya nilai gula reduksi pada buah salak yang diberikan pelapis diduga karena terjadinya respirasi anaerob, sehingga gula reduksi sebagai substrat dalam proses respirasi yang akan dipecah menjadi asam piruvat.

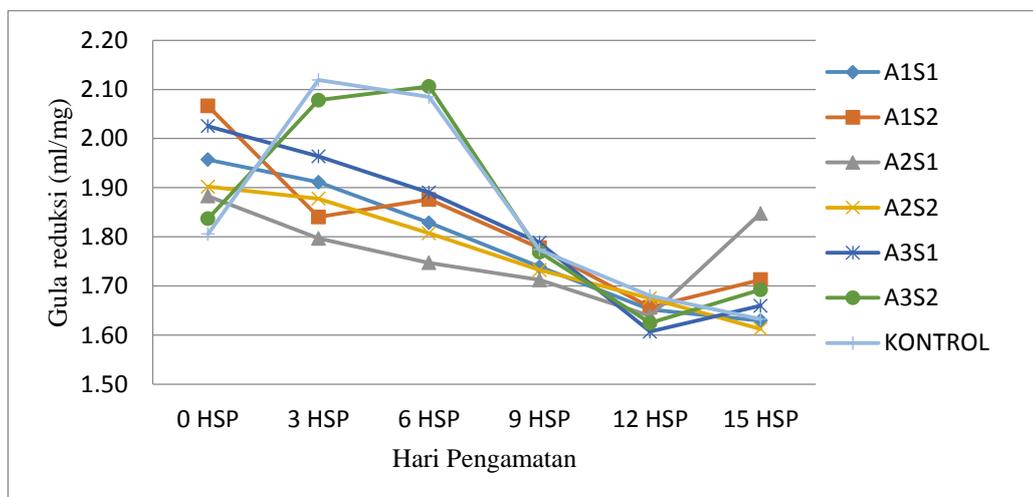
Pada penelitian Harianingsih (2010) penurunan kadar gula reduksi buah stroberi yang terjadi karena laju respirasi yang merupakan pemecahan gula reduksi menjadi asam piruvat dan selanjutnya menghasilkan CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>O, sehingga semakin lama penyimpanan maka kadar gula reduksi buah stroberi menurun. Hal yang sama mungkin terjadi pada buah salak. Buah salak yang merupakan buah non klimakterik mengalami penurunan gula reduksi yang disebabkan oleh meningkatnya laju respirasi baik aerob maupun anaerob.

**Tabel 11. Hasil uji kontras perlakuan dengan kontrol (%)**

HSP	Perlakuan	Kontrol
0	1.945 a	1.806 b
3	1.911 b	2.119 a
6	1.876 b	2.085 a
9	1.753 a	1.774 a
12	1.643 a	1.680 a
15	1.693 a	1.633 a

Keterangan : angka rerata yang diikuti oleh huruf yang sama dalam satu kolom menunjukkan tidak ada beda nyata berdasarkan hasil DMRT pada taraf 5%

Tabel 11 menunjukkan hasil dari uji kontras. Uji kontras yang membandingkan antara perlakuan buah yang dilapisi dengan buah yang tidak dilapisi, terlihat bahwa ada perbedaan yang signifikan antara keduanya pada hari ketiga dan ke-enam pengamatan. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan pelapis alginat berpengaruh terhadap laju respirasi buah salak kupas hanya sesaat.



Gambar 5. Grafik rerata gula reduksi tiap hari pengamatan

## F. Pengamatan Mikrobial

Berbagai jenis mikrobial seperti kapang, khamir, dan bakteri asam laktat, tumbuh pada buah – buahan mempunyai kadar karbohidrat yang cukup tinggi dengan nilai pH rendah. Salah satu metode untuk menentukan kandungan mikroorganisme dalam salak pondoh adalah dengan pengukuran total mikroba (*Total Plate Count*). Total mikroba pada salak pondoh menunjukkan jumlah jamur yang ada dalam salak pondoh. Mikrobial yang diamati dalam penelitian ini adalah mikrobial jenis kapang yang biasa menyerang buah salak dari tanaman dan merusak buah pada saat penyimpanan.

Tabel 12 yang menunjukkan hasil *plate count* mikrobial dari buah salak selama masa penyimpanan dapat dilihat bahwa tidak banyak mikrobial jamur yang tumbuh pada buah salak. Hal ini disebabkan oleh minyak atsiri sirih yang mengandung senyawa fenol dan beberapa turunannya dapat menghambat dan mencegah tumbuhnya mikrobial buah salak.

**Tabel 12. Hasil *plate count* mikrobia kapang pada buah salak selama 15 hari pengamatan.**

Perlakuan	Pengenceran	Hari Pengamatan					
		0	3	6	9	12	15
A1S1	10 <sup>4</sup>	2.0	14.5	0.0	0.0	0.0	0.0
	10 <sup>5</sup>	0.0	5.5	1.0	0.0	0.0	0.0
	10 <sup>6</sup>	1.0	0.5	1.0	1.0	0.0	0.0
A1S2	10 <sup>4</sup>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	10 <sup>5</sup>	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0
	10 <sup>6</sup>	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0
A2S1	10 <sup>4</sup>	0.0	1.7	0.0	21.5	0.0	0.0
	10 <sup>5</sup>	0.0	4.3	0.0	3.0	0.0	0.0
	10 <sup>6</sup>	0.0	0.0	0.0	18.5	0.0	0.0
A2S2	10 <sup>4</sup>	2.0	1.0	1.0	0.0	0.0	1.5
	10 <sup>5</sup>	0.0	3.0	10.0	9.0	1.0	23.0
	10 <sup>6</sup>	1.0	1.0	1.5	1.0	2.0	1.0
A3S1	10 <sup>4</sup>	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0
	10 <sup>5</sup>	0.0	6.0	0.0	0.0	0.0	1.0
	10 <sup>6</sup>	0.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.0
A3S2	10 <sup>4</sup>	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	2.0
	10 <sup>5</sup>	0.0	0.0	0.0	1.0	2.0	0.0
	10 <sup>6</sup>	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0
KONTROL	10 <sup>4</sup>	2.0	1.5	4.3	1.0	2.0	3.3
	10 <sup>5</sup>	2.0	0.0	1.5	1.5	1.5	2.5
	10 <sup>6</sup>	0.0	0.0	2.0	2.0	1.0	1.5

Daun sirih hijau mengandung 4,2% minyak atsiri yang komponen utamanya terdiri dari bethel phenol dan beberapa derivatnya yaitu *Eugenol* 26,8-43,5%, *allpyrocatechine* 2,4-4,8%, *metil eugenol* 4,2-15,8%, *Caryophyllen* (siskuitерpen) 3-9,8%, *hidroksi kavikol* 7,2-16,7%, *kavibetol* 2,7-6,2%, *estragol* 0-9,6%, *karvakrol* 2,2-5,6%, *alkaloid*, *flovonoid*, *triterpenoid* atau *steroid*, *saponin*, *terpen*, *fenilpropan*, *terpinen*, *diastase* 0,8-1,8% dan *tannin* 1-1,3% (Darwis, S. N. 1992).

Senyawa fenol merupakan senyawa yang memiliki sifat anti mikroorganisme. Menurut Pelczar dan Reid (1972), kerja dari senyawa anti mikroorganisme ada beberapa cara yaitu :

1. Merusak dinding sel mikroorganisme sehingga menyebabkan terjadinya lisis;
2. Mengubah permeabilitas membrane sitoplasma sehingga menyebabkan kebocoran nutrient dari dalam sel;
3. Menghambat kerja enzim dalam sel.

Pada tabel 12 dapat dilihat bahwa buah salak dengan perlakuan pelapisan alginat 3% yang dikombinasikan dengan minyak sirih 1 ml/l memiliki rerata koloni jamur yang sangat sedikit. Koloni jamur pada perlakuan tersebut hanya ada pada hari pengamatan kesembilan. Perlakuan lainnya yang memiliki campuran minyak atsiri sirih dengan konsentrasi 1 ml/l memiliki rerata koloni yang juga sedikit. Hal ini menunjukkan semakin banyak konsentrasi minyak atsiri sirih yang diberikan semakin baik pula penghambatan pertumbuhan mikrobiana. Jika dibandingkan dengan kontrol perlakuan pelapis yang diberikan minyak atsiri sirih mampu menghambat pertumbuhan mikrobia dengan lebih baik yang ditunjukkan dengan kontrol yang memiliki pertumbuhan jamur pada tiap hari pengamatan.

Mikrobia pada buah salak dalam penelitian ini tidak ada yang berpengaruh signifikan pada penampilan buah, hal ini terbukti pada seluruh perlakuan buah salak tidak ada mikrobia yang terlihat merusak buah dari luar. Mikrobia yang ada pada penelitian ini lebih banyak berpengaruh pada pengamatan biokimia buah salak. Hal ini dapat dilihat dari beberapa parameter kimia yang diamati. Pada parameter kimia yang diamati terlihat bahwa mikrobia pada buah

salak berpengaruh signifikan terhadap peningkatan total asam dan total padatan terlarut. Buah yang tidak diberikan pelapis dan minyak sirih terlihat memiliki mikrobial yang pertumbuhannya tidak dapat dihambat. Salah satu yang menghambat mikrobial pada perlakuan kontrol hanya suhu rendah penyimpanan yang mampu menghambat mikrobial.

Buah salak yang diberikan pelapis alginat dan minyak atsiri sirih mengalami pencoklatan atau *browning*. *Browning* disebabkan oleh senyawa fenol yang ada pada buah. Fenil Alanin Liase (PAL) merupakan enzim utama yang bekerdalama metabolisme fenolik, menghasilkan mono fenolik dan di fenolik yang akan menyebabkan perubahan terhadap pencoklatan buah dan penebalan jaringan (Mateos *et al.*, 1993). *Browning* pada buah salak diduga disebabkan karena terpapar oleh karbondioksida yang terperangkap didalam bahan pelapis. Hal ini dapat dilihat pada gambar 6 yang menunjukkan buah yang diberikan pelapis memiliki bercak coklat yang lebih banyak dibandingkan dengan buah yang tidak diberikan pelapis. Hal ini didukung dengan penelitian yang dilakukan oleh Mateos *et al.* (1993) pada kubis yang mengalami pencoklatan yang dipaparkan oleh karbondioksida. Penyimpanan pada suhu rendah diduga juga mendukung terjadinya pencoklatan pada daging buah salak. Pada penelitian yang dilakukan Guyon *et al.* (2003) aktivitas enzim PAL meningkat tajam pada kulit pisang yang disimpan pada temperature 6°C.



Gambar 6. Kondisi buah salak pada hari pengamatan ke-12 yang terlihat mengalami pencoklatan.