

## IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Susut Bobot

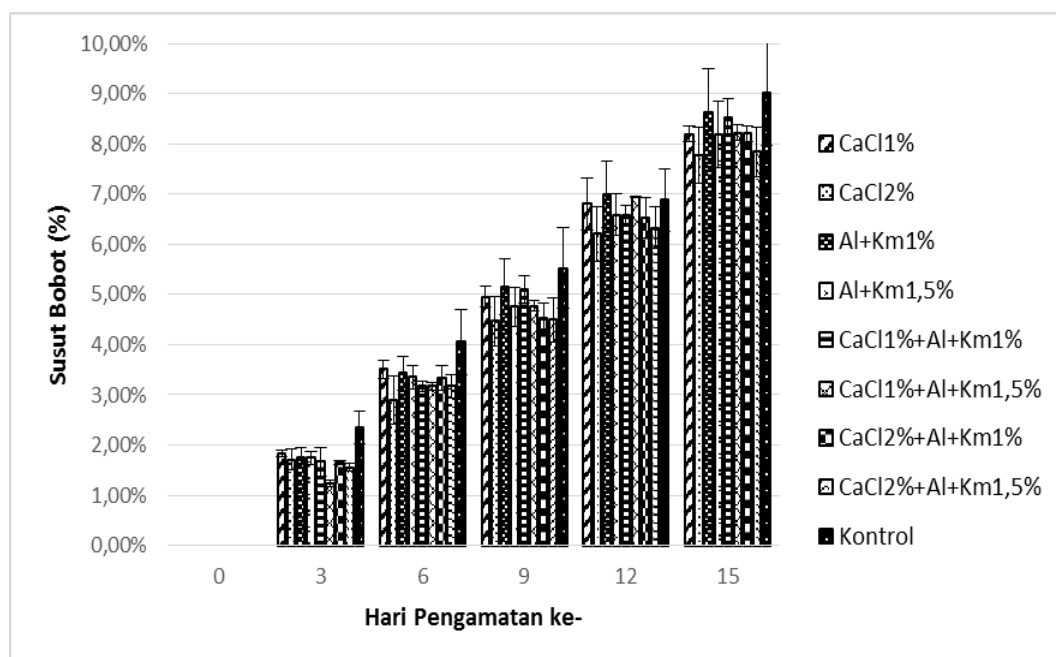
Susut bobot pada buah jambu terjadi karena adanya respirasi, transpirasi, dan aktivitas mikrobia. Respirasi adalah suatu proses biologis, oksigen diserap untuk digunakan pada proses pembakaran (oksidatif) yang menghasilkan energi berupa panas diikuti oleh pengeluaran sisa pembakaran berupa gas karbondioksida dan air (Hasbullah, 2008). Proses tersebut dapat mengakibatkan berkurangnya bobot pada buah. Pada penelitian ini pengamatan susut bobot dilakukan setiap 3 hari selama 15 hari menggunakan timbangan analitik. Hasil rerata setiap pengamatan dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Rerata harian susut bobot buah (%) selama 15 hari

Perlakuan	H-3	H-6	H-9	H-12	H-15
Ca 1%	1,83 ±0,07 b	3,51 ±0,19 ab	4,95 ±0,20 ab	6,81 ±0,52 a	8,20 ±0,15 ab
Ca 2%	1,71 ±0,21 b	2,90 ±0,47 b	4,47 ±0,50 b	6,20 ±0,55 a	7,77 ±0,57 b
Al+Km 1%	1,76 ±0,19 b	3,43 ±0,34 b	5,15 ±0,56 ab	6,99 ±0,66 a	8,63 ±0,86 ab
Al+Km 1,5 %	1,74 ±0,13 b	3,36 ±0,24 b	4,76 ±0,39 ab	6,59 ±0,42 a	8,13 ±0,67 ab
Ca 1%+Al+Km 1%	1,67 ±0,28 b	3,17 ±0,11 b	5,10 ±0,28 ab	6,59 ±0,19 a	8,27 ±0,39 ab
Ca 1%+Al+Km 1,5%	1,23 ±0,06 c	3,17 ±0,07 b	4,77 ±0,11 ab	6,94 ±0,01 a	8,23 ±0,15 ab
Ca 2%+Al+Km 1%	1,65 ±0,03 c	3,34 ±0,25 b	4,53 ±0,29 b	6,52 ±0,40 a	8,21 ±0,15 ab
Ca 2%+Al+Km 1,5%	1,55 ±0,08 b	3,17 ±0,23 b	4,49 ±0,44 b	6,33 ±0,41 a	7,84 ±0,50 b
Kontrol	2,24 ±0,32 a	4,05 ±0,65 a	5,52 ±0,79 a	6,88 ±0,62 a	9,02 ±1,06 a
Rerata	1,72	3,34	4,86	6,65	8,29

Keterangan: data yang diikuti dengan huruf yang sama merupakan tidak ada beda nyata pada taraf  $\alpha$  5% berdasarkan uji lanjut DMRT.

Berdasarkan hasil sidik ragam susut bobot dapat dilihat (lampiran 3.A-E) bahwa pada hari ke-3 hingga hari ke-15 ada pengaruh signifikan antar perlakuan dengan kontrol. Pada tabel hasil rerata harian susut bobot menunjukkan bahwa nilai rata-rata dari beberapa perlakuan ada beda nyata terhadap susut bobot buah jambu pada hari ke-3, 6, 9 dan 15. Hal ini berarti perlakuan perendaman  $\text{CaCl}_2$  dan pelapisan alginat + minyak atsiri kayu manis dapat menghambat susut bobot buah jambu air Dalhari akibat *transpirasi*, sedangkan pada kontrol tidak mampu menghambat kehilangan air (*transpirasi*) pada buah jambu tersebut, tetapi pada hari ke-12 semua perlakuan tidak ada beda nyata terhadap kontrol. Histogram pengamatan susut bobot dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Histogram susut bobot buah jambu air Dalhari

Berdasarkan histogram susut bobot pada gambar 1 menunjukkan bahwa selama penyimpanan 15 hari, buah jambu air Dalhari pada semua perlakuan mengalami peningkatan persentase susut bobot setiap harinya. Perlakuan

perendaman  $\text{CaCl}_2$  2% + alginat + minyak atsiri kayu manis 1,5% memiliki nilai susut bobot cenderung lebih rendah dibandingkan perlakuan lain, sedangkan kontrol menunjukkan nilai susut bobot paling tinggi. Hal ini diduga perendaman  $\text{CaCl}_2$  dan pelapisan alginat + minyak atsiri kayu manis mampu menghambat transpirasi pada buah jambu air Dalhari selama penyimpanan. Proses *transpirasi* yaitu proses hilangnya air dari tubuh tumbuhan berupa cairan, uap atau gas dari jaringan tumbuhan melalui stomata, dan bagian tanaman yang lain (Sasmitamihardja, 1996).

Perlakuan perendaman dengan larutan  $\text{CaCl}_2$  mampu menjaga tekstur buah serta menghambat laju respirasi buah (Setijorini dan Sulistiana, 2001). Menurut Glenn dan Pooviah (1989), ion kalsium dapat menyebabkan pengikatan kalsium dengan asam pektat membentuk Ca-pektat pada dinding sel dan menurunkan permeabilitas membran terhadap air sehingga mengurangi laju respirasi dan transpirasi. Didukung dengan Kramer *et al.*, (1989) yang menyatakan bahwa  $\text{Ca}^{2+}$  dapat membentuk ikatan silang antara  $\text{Ca}^{2+}$  dengan asam pektat dan polisakarida lain sehingga dapat mengurangi laju respirasi dan transpirasi, dengan menstabilkan integritas membran. Semakin stabil integritas membran buah yang diberi perlakuan  $\text{CaCl}_2$ , maka laju respirasi dan transpirasi akan menurun. Hal ini juga sejalan dengan penelitian Rahmawati, dkk (2011) yang menjelaskan bahwa perlakuan perendaman menggunakan larutan  $\text{CaCl}_2$  berpengaruh pada kadar asam askorbat, menghambat susut bobot, serta memperpanjang umur simpan tomat hingga 8 hari.

Perlakuan *edible coating* alginat dan minyak atsiri juga menunjukkan bahwa perlakuan tersebut dapat menghambat susut bobot buah jambu yang lebih baik dibanding kontrol selama 15 hari. Hal ini dikarenakan *edible coating* dapat mengurangi terjadinya kehilangan kelembaban, memperbaiki penampilan, sebagai *barrier* untuk pertukaran gas dari produk ke lingkungan atau sebaliknya, serta sebagai antifungal dan antimikroba (Krotcha *et al.*, 1994 ; Harianingsih, 2010). Lapisan *edible coating* alginat berfungsi untuk melindungi produk dari kerusakan mekanis dengan mengurangi transmisi uap air, aroma, dan lemak dari bahan pangan yang dikemas (Shidiq, 2016). Alginat juga mampu menyerap air dari buah yang dihasilkan dari proses transpirasi. Hasil ini juga sejalan dengan penelitian Moraes *et al.* (2012) yang menyebutkan pelapisan buah menggunakan alginat 2% mampu menghambat proses kehilangan air pada buah, sehingga mampu memperpanjang umur simpan hingga 15 hari, sedangkan menurut penelitian Chiabrando dan Giacalone (2015) perlakuan alginat dengan konsentrasi 1% dan 3% (w/v) efektif dalam menunda susut berat, penurunan kadar keasaman, menjaga tekstur buah, dan perubahan warna. Penambahan minyak atsiri kayu manis juga dapat mempengaruhi lapisan lipid bi-layer membran sel sehingga menjadikannya lebih permeabel.

Buah jambu memiliki kandungan air hingga 91,33% (wb) sehingga resiko penguapan (*transpirasi*) dapat mengakibatkan buah mengalami susut bobot, penurunan tekstur buah dan merusak penampilan fisik menjadi berkerut (Affandi dan Sari, 2012). Buah akan terus mengalami proses fisiologis selama penyimpanan, sehingga berdampak pada kualitas buah baik warna dan teksur. Hal ini juga dijelaskan Kader, *et al* (1999) yang menyebutkan bahwa kehilangan air (transpirasi)

dapat menyebabkan kemunduran kualitas buah, karena mengakibatkan kehilangan berat, penurunan fisik (layu dan pengerutan), kualitas teksturnya (pelunakan) dan kandungan didalamnya. Dampak dari kehilangan air yang tinggi juga menyebabkan terjadinya pelayuan serta menimbulkan pengeriputan pada permukaan buah sehingga penampilan buah menjadi tidak menarik dan tidak layak untuk dipasarkan. Buah jambu yang dipanen pada fase lewat matang akan mengalami degradasi substrat yang terkandung didalamnya dan pada akhirnya berpengaruh terhadap berat buah (Nofriati dan Asni, 2015).

## **B. Uji Tekstur Buah**

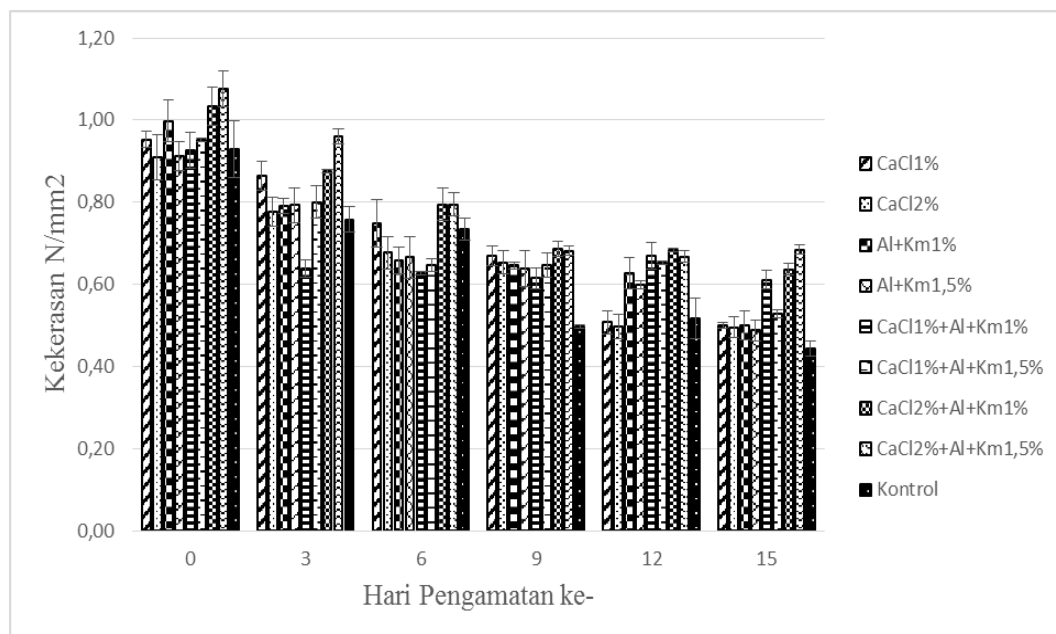
Pengamatan tekstur buah jambu air Dalhari pada penelitian ini dilakukan setiap 3 hari selama 15 hari. Pengamatan tekstur buah dilakukan menggunakan alat *pneterometer fruit* dengan jarum berdiameter 3 mm. Nilai yang dihasilkan merupakan jarak *probe cone* (jarum *pneterometer*) dapat menembus ke dalam buah. Semakin dalam jarum *pneterometer* menembus buah, maka nilai kekerasan yang terbaca akan semakin rendah, yang berarti buah jambu air Dalhari tersebut semakin lunak atau matang. Sebaliknya, apabila nilai yang didapat semakin tinggi maka berarti buah tersebut semakin keras. Salah satu dampak dari proses fisiologis buah selama penyimpanan adalah perubahan tekstur (kekerasan). Tingkat kekerasan pada buah dijadikan sebagai tolak ukur kesegaran buah, sejalan dengan penambahan umur simpan, pada buah terjadi proses pematangan dan penuaan. Hasil rerata nilai kekerasan buah jambu air Dalhari dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Rerata nilai kekerasan buah jambu air Dalhari (N/mm<sup>2</sup>)

Perlakuan	H0	H3	H6	H9	H12	H15
Ca 1%	0,95 ±0,02 bcd	0,86 ±0,04 b	0,75 ±0,06 a	0,67 ±0,02 a	0,51 ±0,03 d	0,50 ±0,01 c
Ca 2%	0,91 ±0,05 d	0,77 ±0,04 c	0,68 ±0,04 bc	0,65 ±0,03 ab	0,50 ±0,03 d	0,50 ±0,02 c
Al + Km 1%	0,99 ±0,05 abc	0,79 ±0,02 c	0,66 ±0,03 c	0,65 ±0,01 ab	0,63 ±0,04 bc	0,50 ±0,04 c
Al + Km 1,5%	0,91 ±0,04 cd	0,79 ±0,04 c	0,67 ±0,05 bc	0,64 ±0,04 ab	0,60 ±0,01 c	0,49 ±0,03 c
Ca1%+Al+Km1%	0,93 ±0,04 cd	0,64 ±0,02 d	0,63 ±0,00 c	0,62 ±0,03 b	0,67 ±0,03 ab	0,61 ±0,02 c
Ca1%+Al+Km1,5%	0,95 ±0,00 bcd	0,88 ±0,04 b	0,66 ±0,01 c	0,65 ±0,03 ab	0,65 ±0,00 ab	0,53 ±0,01 c
Ca2%+Al+Km1%	1,03 ±0,05 ab	0,88 ±0,00 b	0,80 ±0,04 a	0,69 ±0,02 a	0,69 ±0,00 a	0,64 ±0,01 c
Ca2%+Al+Km1,5%	1,08 ±0,04 a	0,96 ±0,02 a	0,80 ±0,03 a	0,68 ±0,01 a	0,67 ±0,01 ab	0,68 ±0,01 a
Kontrol	0,93 ±0,07 cd	0,75 ±0,03 c	0,73 ±0,03 ab	0,50 ±0,00 c	0,52 ±0,05 d	0,44 ±0,02 d
<b>Rerata</b>	<b>0,90</b>	<b>0,81</b>	<b>0,70</b>	<b>0,68</b>	<b>0,60</b>	<b>0,54</b>

Keterangan: data yang diikuti dengan huruf yang sama merupakan tidak ada beda nyata pada taraf  $\alpha$  5% berdasarkan uji lanjut DMRT.

Berdasarkan hasil sidik ragam uji kekerasan buah jambu air Dalhari (lampiran 4.A-F) pada hari ke-0 hingga hari ke-15 pengamatan menunjukkan adanya beda nyata. Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan perendaman larutan CaCl<sub>2</sub> dan pelapisan alginat + minyak atsiri kayu manis berpengaruh dalam menghambat perubahan tekstur pada buah jambu air Dalhari. Pada tabel 2 dapat dilihat bahwa hari ke-0 hingga hari ke-15 perlakuan kontrol memiliki nilai kekerasan yang cenderung lebih rendah dan berbeda nyata dengan beberapa perlakuan. Histogram uji kekerasan buah jambu air Dalhari dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Histogram uji kekerasan buah jambu air Dalhari

Berdasarkan histogram uji kekerasan buah jambu air Dalhari dari hari ke-0 hingga hari ke-15 pengamatan dapat dilihat bahwa pada sebagian besar perlakuan yang menggunakan *edible coating* alginat + atsiri kayu manis memiliki tingkat kekerasan yang relatif lebih tinggi dibanding perlakuan tanpa *edible coating* maupun kontrol. Hal ini dikarenakan *edible coating* alginat dapat membentuk suatu pelindung pada bahan pangan karena berperan sebagai *barrier* yang mampu menjaga kelembaban, bersifat permeabel terhadap gas-gas tertentu, dan dapat mengontrol migrasi komponen-komponen larut dalam air yang dapat menyebabkan perubahan komposisi nutrisi, selain itu juga menghambat proses perpindahan gas, meningkatkan kekuatan struktur, dan menghambat penyerapan zat-zat volatil sehingga efektif untuk mencegah oksidasi lemak pada produk pangan (Julianti, 2007).

Penambahan minyak atsiri kayu manis pada *edible coating* alginat juga dapat menyebabkan inaktivasi enzim, yang berdampak pada sistem metabolisme

terganggu sehingga tidak ada aktivitas sel mikroba. Hal ini kemungkinan akan menjadikan bakteri inaktivasi sehingga dapat mempertahankan kekerasan buah akibat pembusukan oleh bakteri (Volk dan Wheeler, 1990). Perlakuan dengan perendaman  $\text{CaCl}_2$  juga dapat meningkatkan kekerasan atau tekstur pada buah. Hal ini disebabkan terbentuknya ikatan antara kalsium dengan pektat membentuk kalsium pektat yang tidak larut dalam air. Kalsium dapat mempertinggi kekerasan gel karena adanya ikatan kalsium dengan gugus karboksil melalui jembatan kalsium. Pembentukan garam dari ion  $\text{Ca}^{++}$  dengan gugus karboksil dari asam pektinat membentuk jembatan kalsium dari 2 gugus karboksil. Apabila ikatan-ikatan ion terjadi dalam jumlah besar maka akan terjadi jaringan molekul (Winarno, 2004).

Perendaman larutan  $\text{CaCl}_2$  akan terjadi penyerapan ion  $\text{Ca}^{2+}$  yang akan memperkokoh jaringan dinding sel bahan. Kalsium pada  $\text{CaCl}_2$  akan terbentuk pada pektat yang akan menambah protopektin sehingga memperkuat fungsi senyawa pektin sebagai bahan perekat ikatan-ikatan antar sel yang menyebabkan dinding sel menjadi lebih kuat. Hal tersebut juga didukung oleh Eksin dalam Tika (2010) yang menyatakan bahwa ion Ca dari garam  $\text{CaCl}_2$  dapat berikatan dengan pektin membentuk Ca-pektat pada dinding sel dan lamella tengah, sehingga dinding sel menjadi stabil. Stabilitasnya dinding sel dapat mengendalikan proses fisiologis seperti laju respirasi, produksi etilen, dan menghambat aktivitas mikroorganisme. Menurut Rahayu (2011), adanya penetrasi ion kalsium pada kulit buah dapat menyebabkan terhambatnya laju oksigen yang masuk ke dalam jaringan dan juga menghambat keluarnya  $\text{CO}_2$  dari dalam jaringan buah sehingga mempengaruhi proses respirasi.



Lambatnya proses respirasi dapat menyebabkan pembentukan glukosa lebih lambat. Pada perlakuan perendaman  $\text{CaCl}_2$  1% dan  $\text{CaCl}_2$  2% tanpa lapisan *edible coating* pada hari ke-3 hingga ke-9 memiliki tingkat kekerasan cenderung lebih tinggi dari perlakuan yang hanya pelapisan alginat + minyak, namun setelah hari ke-12 perlakuan perendaman  $\text{CaCl}_2$  1% dan  $\text{CaCl}_2$  2% justru memiliki nilai kekerasan lebih rendah dari perlakuan pelapisan alginat + minyak atsiri, sedangkan pada perlakuan perendaman  $\text{CaCl}_2$  dan pelapisan alginat + minyak atsiri kayu manis hari ke-0 hingga hari ke-15 cenderung memiliki nilai kekerasan yang lebih tinggi dibanding perlakuan lain maupun kontrol. Hal ini diduga perendaman  $\text{CaCl}_2$  mampu menghambat laju respirasi dengan mekanisme meningkatkan kalsium dalam jaringan, namun perendaman  $\text{CaCl}_2$  tidak mampu menghambat kehilangan air buah jambu hingga hari ke-12, sehingga kandungan air dalam buah sudah sedikit dan menyebabkan pengeriputan, sedangkan perlakuan pelapisan alginat dapat menjaga buah jambu air Dalhari dari kehilangan air. Hal ini dikarenakan *edible coating* dapat mengurangi terjadinya kehilangan kelembaban, memperbaiki penampilan, sebagai *barrier* untuk pertukaran gas dari produk ke lingkungan atau sebaliknya, serta sebagai antifungal dan antimikroba (Harianingsih, 2010). Lapisan *edible coating* alginat berfungsi untuk melindungi produk dari kerusakan mekanis dengan mengurangi transmisi uap air, aroma, dan lemak dari bahan pangan yang dikemas (Shidiq, 2016). Sejalan dengan hasil pengamatan kehilangan air yaitu perlakuan dengan perendaman  $\text{CaCl}_2$  dan pelapisan alginat + minyak atsiri kayu manis lebih efektif untuk menjaga tekstur atau kekerasan buah jambu air dalhari akibat kehilangan air.

### C. Gula Total

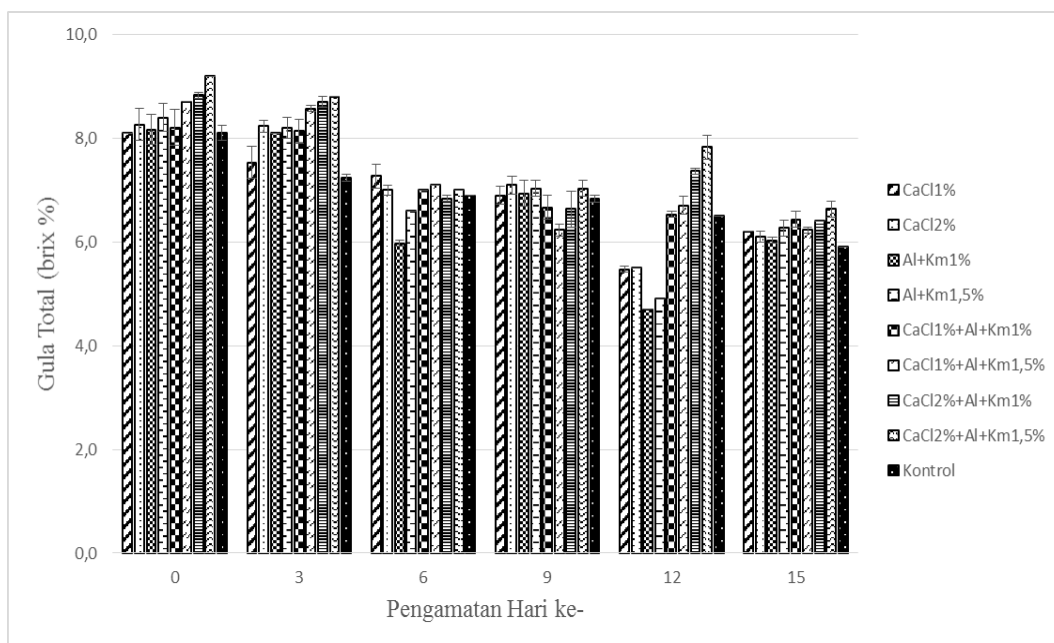
Gula total merupakan kandungan keseluruhan gula dalam buah. Gula merupakan suatu karbohidrat sederhana yang dijadikan sumber energi. Gula merupakan oligosakarida dan polimer yang bersifat larut dalam air. Setelah panen dan masa penyimpanan buah terus mengalami perubahan fisiologis, salah satunya yaitu kandungan gula dan padatan terlarut lainnya dalam buah. Pada buah jambu yang termasuk kelompok buah non-klimaterik perubahan kadar gula yang terjadi relatif kecil. Kadar gula tersebut diurai menjadi asam-asam organik. Pengamatan gula total dilakukan setiap 3 hari sekali selama 15 hari penyimpanan menggunakan alat *hand refractometer* dengan satuan brix %. Hasil rerata gula total setiap pengamatan dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Rerata harian hasil uji gula total (brix %) selama 15 hari pengamatan.

Perlakuan	H0	H3	H6	H9	H12	H15
Ca 1%	8,10 ±0,00 d	7,53 ±0,31 c	7,27 ±0,23 a	6,90 ±0,17 abc	5,47 ±0,06 e	6,20 ±0,00 de
Ca 2%	8,83 ±0,31 d	8,23 ±0,12 b	7,00 ±0,10 bc	7,10 ±0,17 a	5,50 ±0,00 e	6,10 ±0,10 de
Al + Km 1%	8,20 ±0,29 d	8,10 ±0,00 b	5,97 ±0,06 e	6,93 ±0,25 abc	4,70 ±0,00 g	6,03 ±0,06 ef
Al + Km 1,5%	8,40 ±0,26 cd	8,20 ±0,20 b	6,60 ±0,00 d	7,03 ±0,15 ab	4,90 ±0,00 f	6,27 ±0,15 bcd
Ca1%+Al+Km1%	8,20 ±0,35 d	8,13 ±0,23 b	7,00 ±0,00 bc	6,67 ±0,23 bc	6,53 ±0,06 cd	6,43 ±0,15 b
Ca1%+Al+Km1,5%	8,70 ±0,00 cd	8,57 ±0,06 a	7,10 ±0,00 b	6,23 ±0,12 d	6,70 ±0,17 c	6,23 ±0,06 cd
Ca2%+Al+Km1%	8,83 ±0,06 b	8,70 ±0,10 a	6,83 ±0,06 c	6,63 ±0,35 c	7,37 ±0,06 b	6,40 ±0,00 bc
Ca2%+Al+Km1,5%	9,20 ±0,00 a	8,80 ±0,00 a	7,00 ±0,00 bc	7,03 ±0,15 ab	7,83 ±0,23 a	6,63 ±0,15 a
Kontrol	8,10 ±0,14 d	7,23 ±0,07 d	6,90 ±0,00 c	6,83 ±0,07 abc	6,50 ±0,00 d	5,90 ±0,00 f
<b>Rerata</b>	<b>8,44</b>	<b>8,17</b>	<b>6,85</b>	<b>6,82</b>	<b>6,17</b>	<b>6,44</b>

Keterangan: data yang diikuti dengan huruf yang sama merupakan tidak ada beda nyata pada taraf  $\alpha$  5% berdasarkan uji lanjut DMRT.

Berdasarkan hasil sidik ragam total gula (lampiran 5.A-F) dapat diketahui bahwa hari ke-0 hingga hari ke-15 menunjukkan ada beda nyata terhadap nilai gula total buah jambu air Dalhari. Hal ini berarti ada pengaruh perlakuan terhadap kadar gula total buah jambu air Dalhari. Hasil rerata gula total antar perlakuan dapat dilihat pada tabel 3. Masing-masing perlakuan menunjukkan adanya beda nyata berdasarkan uji lanjut DMRT. Hal ini dikarenakan perendaman menggunakan larutan  $\text{CaCl}_2$  dan pelapisan alginat + minyak atsiri kayu manis mampu menjaga kandungan gula total dalam buah jambu air Dalhari. Histogram gula total dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Histogram gula total buah jambu air Dalhari

Berdasarkan histogram gula total buah jambu air Dalhari dapat diketahui bahwa kadar gula total pada semua perlakuan memiliki hasil rerata total gula yang relatif stabil dan cenderung menurun dari hari ke-0 hingga hari ke-15. Hal ini sesuai dengan Winarno (2002) yang menyebutkan bahwa kadar gula akan meningkat

ketika proses pematangan karena disebabkan oleh hidrolisis pati menjadi gula dan kadar gula akan menurun seiring lama penyimpanan karena disebabkan oleh hidrolisis pati berkurang dan gula banyak digunakan untuk proses respirasi terus menerus.

Perlakuan perendaman  $\text{CaCl}_2$  + pelapisan alginat + minyak atsiri memiliki nilai gula total yang lebih tinggi dan stabil dibanding perlakuan lain pada hari ke-0 hingga hari ke-15 pengamatan, gula sendiri akan semakin tinggi disebabkan oleh proses perombakan pati (Winarno dan Wirakartakusumah, 1981). Menurut Kramer *et al.*, (1989) bahwa pemberian  $\text{Ca}^{2+}$  dapat membentuk ikatan silang antara  $\text{Ca}^{2+}$  dengan asam pektat dan polisakarida lain sehingga dapat membatasi aktivitas enzim pelunakan dan respirasi dengan cara menstabilkan integritas membran. Semakin stabilnya integritas membran maka dapat menghambat laju respirasi dan juga berpengaruh terhambatnya proses degradasi gula menjadi asam-asam organik.

Pelapisan alginat juga memberikan pengaruh dalam penelitian ini. Pelapisan *edible coating* alginat termasuk hidrokoloid yang bersifat melindungi produk dari kerusakan mekanis dengan mengurangi transmisi uap air, aroma, dan lemak dari bahan pangan yang dikemas (Shidiq, 2016). Menurut Baldwin *et al.*, (1994), menyatakan *edible coating* hidrokoloid (berbahan polisakarida) memiliki ketahanan yang bagus terhadap gas  $\text{O}_2$  dan  $\text{CO}_2$ . Hal ini diduga karena kemampuan ikatan kalsium untuk *cross-link* alginat sehingga membuat lapisan tidak larut, mengingat bahwa kapasitas *film* berbasis hidrokoloid berfungsi sebagai penghalang uap air meningkat karena kelarutannya dalam air berkurang (Olivas *et al.*, 2007).

Pada perlakuan perendaman  $\text{CaCl}_2$  tanpa lapisan alginat pada hari ke-12 memiliki nilai gula total lebih rendah. Diduga pada perlakuan perendaman  $\text{CaCl}_2$  sudah banyak kehilangan air akibat *transpirasi* sehingga produksi gula dari degradasi pati menurun, selain itu adanya aktivitas mikroba juga dapat mempengaruhi rendahnya kadar gula total pada buah jambu tersebut. Sedangkan pada perlakuan pelapisan alginat + minyak atsiri juga memiliki nilai gula total yang rendah. Hal ini diduga kemungkinan adanya aktivitas mikroba. Beberapa faktor penyebab tingginya aktivitas mikroba yaitu adanya lingkungan yang lembab dan ketersediaan nutrisi yang dibutuhkan mikroba. Pelapisan alginat + minyak atsiri kayu manis mampu melindungi buah karena permukaan kulit buah tertutup oleh *coating* sehingga menahan masuknya oksigen dari udara ke dalam buah. Sifat *edible coating* alginat mampu menghambat pertukaran gas dan kemampuan menyerap uap air yang keluar dari buah, namun kemampuan alginat dapat menyerap air diduga menjadi salah satu penyebab turunnya kandungan gula dalam buah jambu air Dalhari. Hal ini kemungkinan karena semakin banyak air yang diserap oleh alginat selama penyimpanan mengakibatkan kelembaban lapisan *coating* tersebut cenderung meningkat, semakin tinggi kelembaban diduga menjadi faktor yang mempengaruhi aktivitas mikroba. Adanya aktivitas mikroba dapat menyebabkan kadar gula dalam buah menurun, karena gula merupakan sumber utama nutrisi yang dibutuhkan oleh mikroba.

Buah yang disimpan mulai melewati masa pemasakan, pada tahap ini kadar pati sudah mulai sedikit, pati dihidrolisis menjadi senyawa-senyawa sederhana yang merupakan sumber energi selama proses respirasi dan aktivitas enzim-enzim

invertase sudah menurun sehingga kadar gula juga menurun (Pantastico, 1986). Menurut Wills *et al.*, (2007) selama penyimpanan buah mengalami kenaikan kandungan gula yang kemudian disusul dengan penurunan. Perubahan kadar gula tersebut mengikuti pola respirasi buah. Adanya *coating* alginat dapat memperlambat proses respirasi sehingga gula yang digunakan sebagai substrat saat proses respirasi akan berkurang.

#### **D. Total Asam Tertitrasi**

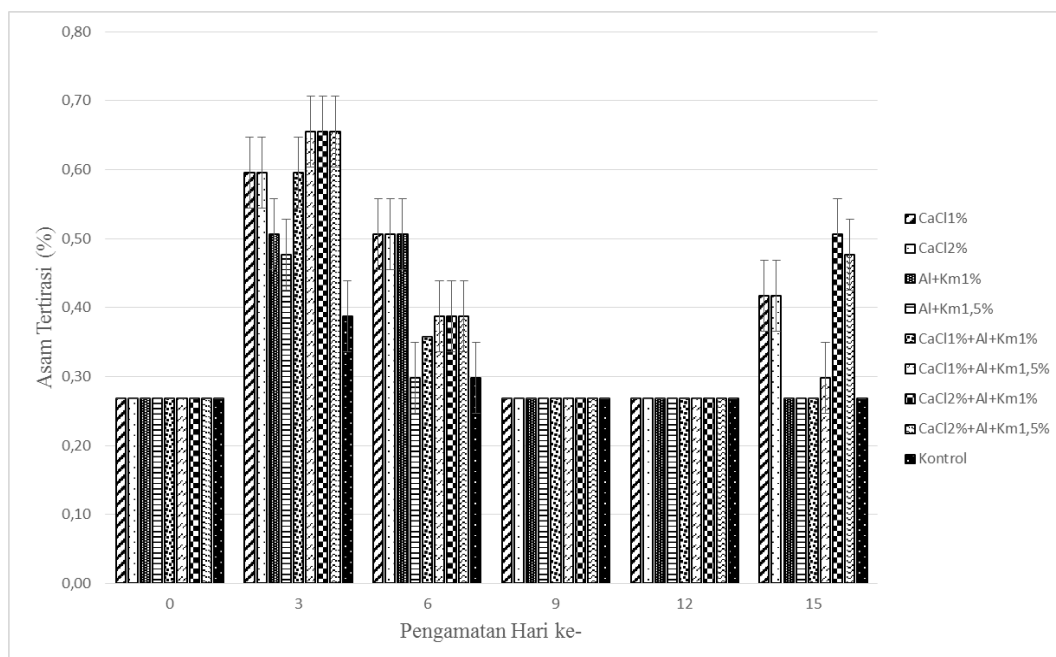
Total asam tertitrasi ditentukan oleh prinsip titrasi asam basa. Pengukuran total asam tertitrasi merupakan parameter penting yang dilakukan dalam penentuan mutu suatu produk (Anisa, 2012). Pengamatan parameter ini menggunakan metode titrasi dengan larutan NaOH 0,1N dan indikator PP setiap 3 hari sekali selama 15 hari penyimpanan. Kandungan asam organik dalam penyimpanan dapat menurun karena terjadinya respirasi atau perubahan asam menjadi gula (Julianti, 2011). Hal tersebut berarti semakin banyak asam yang diubah menjadi gula, maka dapat menyebabkan penyusutan bobot pada buah. Peningkatan total asam ini terjadi karena adanya produksi asam organik yang terjadi pada proses respirasi pada siklus krebs. Asam-asam organik yang ada pada siklus Krebs yaitu asam sitrat, asam malat, asam fumarat, dan asam suksinat. Proses tersebut setelah proses degradasi karbohidrat menjadi glukosa kemudian menjadi asam piruvat yang akan masuk dalam lingkaran asam trikarbositat menghasilkan air H<sub>2</sub>O, karbondioksida dan melepaskan energi. Hasil rerata total asam tertitrasi setiap pengamatan dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Rerata harian hasil total asam tertitrasi (%) selama 15 hari pengamatan

Perlakuan	H0	H3	H6	H9	H12	H15
Ca 1%	0,27 ±0,00 a	0,60 ±0,05 ab	0,51 ±0,05 a	0,27 ±0,00 a	0,27 ±0,00 a	0,42 ±0,05 b
Ca 2%	0,27 ±0,00 a	0,60 ±0,05 ab	0,51 ±0,05 a	0,27 ±0,00 a	0,27 ±0,00 a	0,42 ±0,05 b
Al + Km 1%	0,27 ±0,00 a	0,51 ±0,05 bc	0,51 ±0,05 a	0,27 ±0,00 a	0,27 ±0,00 a	0,27 ±0,00 b
Al + Km 1,5%	0,27 ±0,00 a	0,48 ±0,05 c	0,30 ±0,05 b	0,27 ±0,00 a	0,27 ±0,00 a	0,27 ±0,00 b
Ca1%+Al+Km1%	0,27 ±0,00 a	0,60 ±0,05 b	0,36 ±0,00 b	0,27 ±0,00 a	0,27 ±0,00 a	0,27 ±0,00 c
Ca1%+Al+Km1,5%	0,27 ±0,00 a	0,66 ±0,05 a	0,39 ±0,05 b	0,27 ±0,00 a	0,27 ±0,00 a	0,27 ±0,05 c
Ca2%+Al+Km1%	0,27 ±0,00 a	0,66 ±0,05 a	0,39 ±0,05 b	0,27 ±0,00 a	0,27 ±0,00 a	0,51 ±0,05 a
Ca2%+Al+Km1,5%	0,27 ±0,00 a	0,66 ±0,05 a	0,39 ±0,05 b	0,27 ±0,00 a	0,27 ±0,00 a	0,48 ±0,05 ab
Kontrol	0,27 ±0,00 a	0,39 ±0,05 d	0,30 ±0,05 b	0,27 ±0,00 a	0,27 ±0,00 a	0,27 ±0,00 c
<b>Rerata</b>	<b>0,27</b>	<b>0,57</b>	<b>0,41</b>	<b>0,27</b>	<b>0,27</b>	<b>0,36</b>

Keterangan: data yang diikuti dengan huruf yang sama merupakan tidak ada beda nyata pada taraf  $\alpha$  5% berdasarkan uji lanjut DMRT.

Berdasarkan hasil sidik ragam (lampiran 6.A-E) kandungan total asam tertitrasi hari ke-0, ke-9 dan ke-12 pengamatan tidak terdapat nilai yang beda nyata, karena memiliki nilai total asam teritrasi yang sama setiap perlakuannya yaitu sebesar 0,27%, sedangkan pada hari ke-3, ke-6 dan ke-15 menunjukkan adanya beda nyata. Hal ini berarti perlakuan perendaman pada larutan  $\text{CaCl}_2$  dan *edible coating* alginat + minyak atsiri kayu manis memiliki pengaruh untuk menghambat laju respirasi atau perombakan asam pada buah jambu air Dalhari selama masa penyimpanan. Kandungan asam cenderung menurun sejalan lama penyimpanan, karena asam merupakan salah satu bahan organik yang digunakan sebagai sumber utama dalam proses respirasi. Histogram total asam tertitrasi dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Histogram total asam tertitiasi buah jambu

Berdasarkan histogram total asam tertitiasi pada gambar 4 dapat diketahui bahwa semua perlakuan pada hari ke-3 mengalami kenaikan nilai asam tertitiasi. Kenaikan asam tertitiasi pada buah jambu air Dalhari disebabkan karena adanya produksi asam-asam organik dari proses respirasi didalam siklus krebs (Pantastico, 1986). Selain itu, diduga peningkatan asam tertitiasi pada hari ke-3 karena adanya aktivitas mikrobiologi. Adanya aktivitas mikroba maka akan memerlukan energi, energi ini didapat dengan merombak zat gizi yang terkandung dalam bahan pangan. Beberapa jenis bakteri mampu menghasilkan enzim yang dapat merusak pektin dan mendegradasi gula menjadi senyawa organik yang lebih sederhana. Penggunaan zat gizi atau bahan organik oleh mikroba menyebabkan penurunan nilai gizi dalam bahan pangan, termasuk asam organiknya (Patria, 2013). Hasil pengamatan ini sejalan dengan hasil pengamatan pertumbuhan bakteri (Gambar 6) yang menunjukkan adanya peningkatan pertumbuhan bakteri pada hari ke-3.



Perlakuan perendaman  $\text{CaCl}_2$  dapat dilihat pada bahwa hari ke-3 dan hari ke-6 mengalami kenaikan total asam. Hal ini diduga perlakuan perendaman  $\text{CaCl}_2$  tanpa pelapisan alginat tidak mampu menghambat proses transpirasi pada buah tersebut, sehingga terjadi peningkatan total asam organik seiring dengan penurunan kadar air. Sejalan dengan hasil pengamatan indeks kehilangan air yang menunjukkan bahwa perlakuan tanpa lapisan alginat + minyak atsiri kayu manis memiliki tingkat kehilangan air lebih tinggi dibanding perlakuan dengan pelapisan alginat. Hasil pengamatan parameter gula total jambu air Dalhari juga sejalan dengan hasil pengamatan total asam tertitrasi, dimana perlakuan tanpa pelapisan alginat + minyak atsiri kayu manis cenderung memiliki nilai gula total yang lebih rendah dan menurun seiring lama penyimpanan, karena gula didegradasi menjadi asam-asam organik sehingga kandungan asam meningkat. Selain itu juga diduga perlakuan tanpa lapisan *edible coating* alginat tidak mampu menahan laju respirasi karena penyerapan oksigen di udara tidak dapat dihambat, oksigen merupakan salah satu faktor pokok yang dibutuhkan dalam proses respirasi. Hal ini sesuai dengan Lathifa (2013) yang menjelaskan bahwa tingkat kerusakan buah dipengaruhi oleh difusi gas  $\text{O}_2$  dan  $\text{CO}_2$  ke dalam dan ke luar buah yang terjadi melalui lentisel dan tersebar dipermukaan buah. Masuknya gas  $\text{O}_2$  kedalam buah akan memacu kecepatan proses respirasi. Kemudian perlakuan pelapisan alginat + atsiri kayu manis menunjukkan nilai asam titrasi yang cenderung lebih rendah. Perlakuan ini berarti dengan adanya *edible coating* alginat mampu melindungi buah jambu air Dalhari menjadi *impermeable*, sehingga dapat mengurangi resiko kehilangan air, menghambat masuknya oksigen, serta menahan akumulasi  $\text{CO}_2$  dalam buah.

Masuknya gas O<sub>2</sub> yang rendah dan atau peningkatan CO<sub>2</sub> dapat menunda sintesis enzim-enzim yang berperan dalam respirasi sehingga respirasinya dapat dihambat (Pantastico, 1986 ; Lathifa, 2013). Alginat juga meningkatkan jumlah *volatile* dalam buah selama penyimpanan. Peningkatan jumlah *volatile* berkaitan dengan metabolisme asam lemak yang terkandung dalam buah (Olivas *et al.*, 2007).

Kemudian pada hari ke-9 hingga hari ke-12 mengalami penurunan dan stabil, hal ini berarti kandungan asam organik dalam buah jambu air Dalhari sudah sedikit karena adanya aktivitas mikrobiologi. Pada hari ke-15 pada perlakuan perendaman CaCl<sub>2</sub> 1% dan 2%, perlakuan CaCl<sub>2</sub> 1% + alginat + atsiri kayu manis 1,5%, perlakuan CaCl<sub>2</sub> 2% + alginat + atsiri 1%, perlakuan CaCl<sub>2</sub> 2% + alginat + atsiri kayu manis 1,5% mengalami kenaikan nilai asam tertitrasi. Hal ini diduga karena adanya proses senesen pada buah jambu air Dalhari yang dipercepat.

Kelompok buah non-klimaterik bereaksi terhadap pemberian etilen pada tingkat manapun baik pada tingkat pra-panen maupun pasca panen. Buah non-klimakterik memiliki respon terhadap penambahan *ethylene* baik pada buah pra panen maupun pasca panen rendah, karena produksi *ethylene* pada buah non-klimakterik hanya sedikit. Menurut Winarno (2002) dikatakan bahwa buah non-klimakterik akan mengalami klimakterik setelah ditambahkan etilen dalam jumlah yang besar. Menurut Wills *et al.*, (1981) dalam Julianti (2011) menjelaskan bahwa kenaikan asam dalam buah sejalan dengan semakin masaknyanya buah itu sendiri. Tingkat asam tertitrasi terus meningkat hingga maksimum dan setelah mencapai puncak perkembangan akan terjadi penurunan kandungan asam.

### E. Gula Reduksi

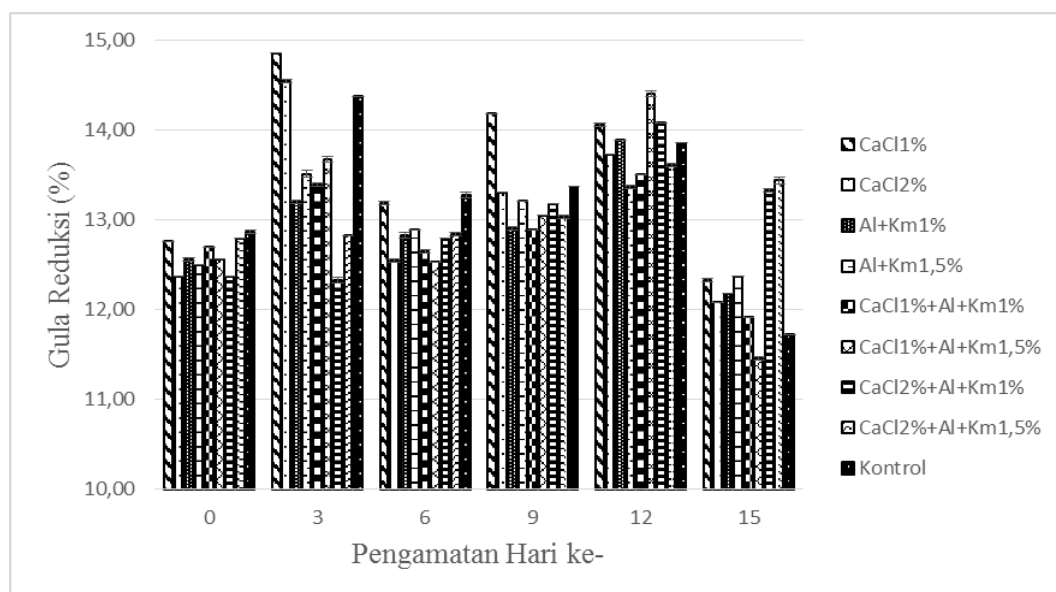
Gula reduksi merupakan suatu bahan atau substrat yang digunakan untuk proses respirasi. Sehingga gula reduksi juga dipengaruhi oleh pola respirasi buah tersebut. Pada penelitian ini uji gula reduksi dilakukan setiap 3 hari sekali selama 15 hari. Uji gula reduksi pada penelitian ini menggunakan alat *Spectrofotometer* dengan panjang gelombang 540mm. Hasil rerata setiap hari pengamatan uji gula reduksi dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Hasil rerata harian uji gula reduksi (%) selama 15 hari pengamatan

Perlakuan	H0	H3	H6	H9	H12	H15
Ca 1%	12,75 ±0,00 c	14,85 ±0,00 a	13,18 ±0,02 b	14,50 ±0,00 a	13,99 a ±0,02	12,33 ±0,02 d
Ca 2%	12,37 ±0,00 g	14,54 ±0,02 b	12,54 ±0,02 g	13,72 ±0,00 ab	15,29 a ±0,00	12,08 ±0,00 f
Al + Km 1%	12,55 ±0,02 e	13,20 ±0,02 g	12,82 ±0,03de	13,71 ±0,02 ab	15,24 a ±0,00	12,17 ±0,00 e
Al + Km 1,5%	12,50 ±0,00 f	13,51 ±0,04 e	12,88 ±0,00 c	13,26 ±0,00 ab	13,60 a ±0,02	12,37 ±0,00 c
Ca1%+Al+Km1%	12,69 ±0,00 d	13,39 ±0,02 f	12,65 ±0,02 f	12,96 ±0,00 ab	13,78 a ±0,00	11,92 ±0,00 g
Ca1%+Al+Km1,5%	12,56 ±0,00 e	13,67 ±0,04 d	12,53 ±0,00 g	13,41 ±0,00 ab	14,70 a ±0,03	11,45 ±0,02 i
Ca2%+Al+Km1%	12,37 ±0,00 g	12,32 ±0,04 i	12,79 ±0,00 e	13,73 ±0,00 ab	13,83 a ±0,00	13,33 ±0,02 b
Ca2%+Al+Km1,5%	12,79 ±0,00 b	12,82 ±0,00 h	12,84 ±0,02 d	13,43 ±0,02 ab	14,19 a ±0,02	13,43 ±0,03 a
Kontrol	12,86 ±0,02 a	14,37 ±0,00 c	13,27 ±0,03 a	12,14 ±0,00 b	13,47 a ±0,00	11,72 ±0,00 h
<b>Rerata</b>	<b>12,60</b>	<b>13,63</b>	<b>12,83</b>	<b>13,43</b>	<b>14,23</b>	<b>12,31</b>

Keterangan: data yang diikuti dengan huruf yang sama merupakan tidak ada beda nyata pada taraf  $\alpha$  5% berdasarkan uji lanjut DMRT.

Berdasarkan hasil sidik ragam gula reduksi (lampiran 7.A-F) dapat dilihat bahwa pada hari ke-0 hingga hari ke-15 menunjukkan adanya beda nyata. Hal ini berarti perlakuan perendaman larutan  $\text{CaCl}_2$  dan pelapisan alginat + atsiri kayu manis mampu menghambat pemecahan gula menjadi asam organik akibat proses respirasi. Masing masing perlakuan maupun kontrol pada hari ke-9 dan ke-12 pengamatan tidak semua berpengaruh signifikan berdasarkan hasil uji DMRT. Pada hari ke-9 dan 12 menunjukkan nilai gula reduksi semua perlakuan cenderung sama, hal ini sejalan dengan hasil pengamatan asam titrasi. Histogram gula reduksi buah jambu air Dalhari selama penyimpanan dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5. Histogram gula reduksi buah jambu air Dalhari

Berdasarkan histogram gula reduksi buah jambu air Dalhari dapat dilihat pada pengamatan hari ke-0 hingga hari ke-15 memiliki nilai gula reduksi yang fluktuatif, pada hari ke-3 perlakuan yang memiliki nilai gula reduksi tertinggi pada perlakuan perendaman larutan  $\text{CaCl}_2$  1% dan  $\text{CaCl}_2$  2% dibanding perlakuan lain maupun kontrol. Hal ini berarti perendaman  $\text{CaCl}_2$  belum mampu menghambat hidrolisis

gula menjadi asam-asam organik pada buah jambu air Dalhari. Nilai kadar gula reduksi yang tinggi menunjukkan bahwa buah lebih cepat mengalami proses perombakan gula yang menandai proses pematangan juga berlangsung cepat, secara umum semakin tinggi nilai gula reduksi maka diikuti peningkatan nilai asam tertitrasi dan menurunnya kadar gula total pada buah. Hal ini sesuai dengan hasil pengamatan parameter gula total (Tabel 4) yang menunjukkan adanya penurunan seiring lama penyimpanan.

Pengamatan hari ke-6 hingga hari ke-12 nilai gula reduksi cenderung meningkat, artinya semakin masakny buah maka kandungan gula dirombak menjadi bahan organik berupa asam yang digunakan dalam proses respirasi. Selain itu peningkatan gula reduksi disebabkan karena adanya aktivitas mikrobiologi, dimana gula merupakan bahan utama sebagai energi untuk aktivitas mikroba. Pertumbuhan mikroba juga dipengaruhi karena kelembaban atau kadar air pada *edible coating* alginat semakin tinggi seiring lama penyimpanan. Pada pengamatan hari ke-15 nilai gula reduksi setiap perlakuan cenderung menurun dibandingkan hari ke-12, dapat dilihat (Gambar 5) bahwa perlakuan yang mendapat nilai gula reduksi paling tinggi yaitu perlakuan perendaman  $\text{CaCl}_2$  2% + alginat + atsiri kayu manis. Hasil ini sejalan dengan histogram total asam tertitrasi (gambar 4) bahwa perlakuan perendaman larutan  $\text{CaCl}_2$  menunjukkan nilai asam titrasi lebih tinggi. Asam organik tersebut didapat dari proses perombakan gula, sehingga semakin tinggi kadar asam maka semakin tinggi pula nilai gula reduksi dalam buah. Menurut Wills *et al.*, (1981) dalam Julianti (2011) kenaikan asam dalam buah sejalan dengan semakin masakny buah itu sendiri. Tingkat asam tertitrasi terus meningkat hingga

maksimum dan setelah mencapai puncak perkembangan akan terjadi penurunan kandungan asam. Hal ini dikarenakan perlakuan dengan perendaman  $\text{CaCl}_2$  dapat meningkatkan Ca dalam daging buah jambu air Dalhari.

Peningkatan  $\text{Ca}^{2+}$  akan mengubah pektin dari dinding sel menjadi Ca pektat melalui proses esterisasi. Ikatan antara pektin dengan  $\text{Ca}^{2+}$  mengakibatkan dinding sel menjadi lebih kuat. Hal tersebut didukung oleh Kramer *et al.*, (1989) yang menyatakan bahwa pemberian  $\text{Ca}^{2+}$  dapat membentuk ikatan silang antara  $\text{Ca}^{2+}$  dengan asam pektat dan polisakarida lain sehingga dapat membatasi aktivitas enzim pelunakan dan respirasi dengan cara menstabilkan integritas membran. Semakin stabil integritas membran maka dapat menghambat laju respirasi, sehingga proses degradasi gula menjadi asam organik juga akan dihambat.

Menurut Wolfe dan Kipps (1993) kenaikan gula reduksi terjadi pada tahap pemasakan, kemudian akan menurun setelah melewati masa masak sempurna. Menurunnya nilai gula reduksi juga sejalan dengan lama masa penyimpanan buah tersebut. Pada perlakuan *edible coating* alginat dan minyak atsiri kayu manis dapat dilihat bahwa nilai gula reduksi pada buah jambu air Dalhari selama 15 hari pengamatan memiliki nilai yang relatif stabil. Hal ini dikarenakan pelapisan alginat mampu menutup permukaan buah dan mampu menyerap ke dalam pori buah sehingga kemungkinan terjadi proses respirasi anaerobik, kemudian  $\text{CO}_2$  yang dihasilkan pada proses respirasi tersebut akan dihambat karena pori-pori buah jambu air Dalhari tertutup oleh lapisan alginat. Pada proses tersebut juga akan menghambat pemecahan gula reduksi menjadi asam piruvat sebelum menghasilkan  $\text{CO}_2$  dan  $\text{H}_2\text{O}$  (Harianingsih, 2010).

Pelapisan *edible coating* alginat termasuk hidrokoloid yang bersifat melindungi produk dari kerusakan mekanis dengan mengurangi transmisi uap air, aroma, dan lemak dari bahan pangan yang dikemas (Shidiq, 2016). Menurut Baldwin *et al.*, (1994) menyatakan *edible coating* hidrokoloid (berbahan polisakarida) memiliki ketahanan yang bagus terhadap gas O<sub>2</sub> dan CO<sub>2</sub>, namun ketahanannya terhadap uap air sangat rendah akibat sifat hidrofiliknya. Hal ini diduga karena kemampuan ikatan kalsium untuk *cross-link* alginat sehingga membuat lapisan tidak larut, mengingat bahwa kapasitas *film* berbasis hidrokoloid berfungsi sebagai penghalang uap air meningkat karena kelarutannya dalam air berkurang (Olivas *et al.*, 2007).

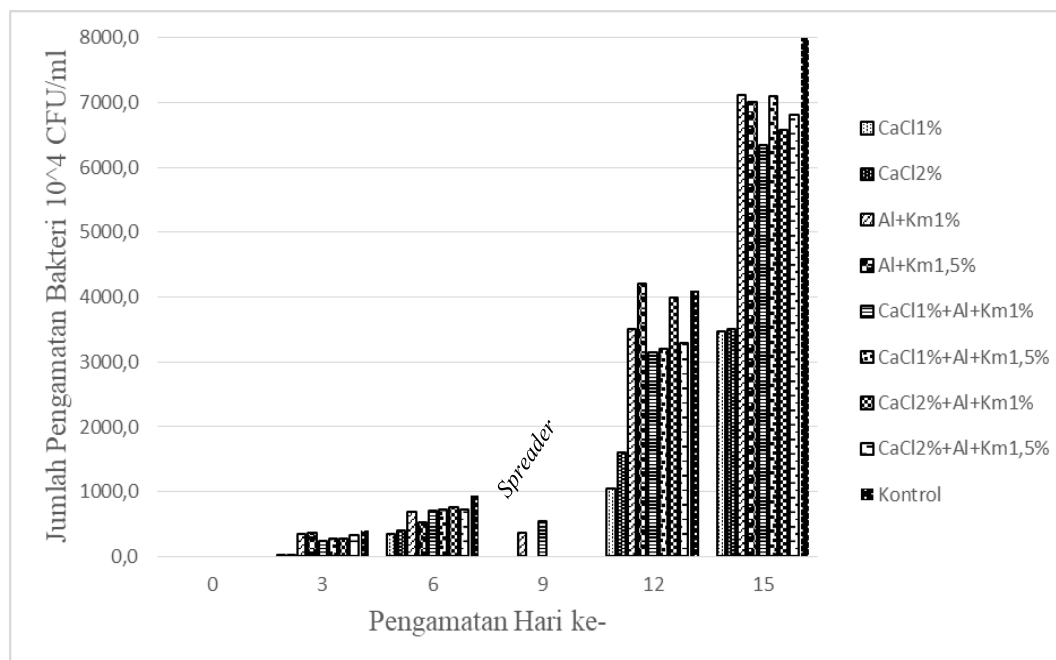
Menurut Budi dan Gatut (2010) penurunan kadar gula reduksi pada buah dikarenakan adanya proses respirasi. Buah selama masa penyimpanan akan terus mengalami proses atau perubahan fisiologis, salah satunya yaitu respirasi, dimana proses ini akan melalui dua fase yaitu pemecahan polisakarida menjadi gula sederhana sehingga kadar gula mengalami peningkatan, dan dilanjutkan dengan oksidasi gula sederhana menjadi asam piruvat serta asam organik lainnya. Hal ini akan menyebabkan menurunnya nilai gula reduksi. Selain itu, tekstur jaringan pada buah dan sayur sangat dipengaruhi oleh kandungan pektin pada dinding sel. Jaringan pektin tersebut akan membentuk protopektin yang tidak larut dalam air, kemudian saat proses pematangan protopektin akan diubah menjadi pektin yang larut dalam air (Wills *et al.* 1998).

## F. Uji Mikrobiologi

Uji mikrobiologi merupakan salah satu parameter penting dalam penelitian ini. Pada uji mikrobiologi ini menggunakan metode TPC (*Total Plate Count*) untuk mengetahui jumlah mikroba yang tumbuh dalam media. Media yang digunakan untuk uji mikrobial ini yaitu media NA (*Nutrient Agar*), mikroba yang diamati atau dihitung yaitu bakteri. Pengujian mikrobiologi ini dilakukan setiap 3 hari sekali selama 15 hari penyimpanan. Aktivitas mikroba akan menyebabkan menurunnya mutu buah selama penyimpanan. Salah satu upaya untuk menghambat pertumbuhan mikroba yaitu dengan cara pemberian minyak atsiri kayu manis sebagai bahan anti mikroba yang diaplikasikan bersama alginat.

Hasil uji mikroba dari buah jambu air Dalhari dari pertumbuhan bakteri, jamur dan *yeast* hanya bakteri yang dapat dilakukan perhitungan. Pada masing-masing cawan atau petri perlakuan tidak ditemukan adanya pertumbuhan spora jamur, sehingga tidak dapat dilakukan perhitungan. Pertumbuhan *yeast* pada media NA mendapat jumlah populasi kurang dari 30 koloni setiap petri, sehingga tidak bisa dihitung karena belum memenuhi syarat perhitungan yaitu jumlah koloni harus 30-300 atau tidak menutupi setengah permukaan petri/media. Pertumbuhan bakteri pada jambu air Dalhari mengalami peningkatan setiap harinya, hal ini berarti semua perlakuan belum mampu menekan pertumbuhan mikroba pada buah jambu air Dalhari. Histogram pertumbuhan bakteri dapat dilihat pada gambar 6.





Gambar 6. Histogram jumlah bakteri ( $3 \times 10^4$  CFU/ml)

Berdasarkan histogram jumlah bakteri yang tumbuh pada media NA dapat dilihat bahwa pertumbuhan bakteri mengalami peningkatan pada hari ke-3 hingga hari ke-6, hasil tersebut diduga senyawa anti bakteri yang terkandung dalam minyak atsiri kayu manis belum bekerja maksimal sehingga pertumbuhan bakteri pada buah jambu air Dalhari tidak dapat ditekan. Pengamatan hari ke-9 pertumbuhan bakteri sebagian besar perlakuan *Spreader* pada semua tingkat pengenceran sehingga dihitung 1 (satu) koloni, kemudian pada pengamatan hari ke-12 dan 15 tingkat pengenceran isolat untuk *plating* dinaikan dari  $10^{-3}$ ,  $10^{-4}$ ,  $10^{-5}$  menjadi  $10^{-5}$ ,  $10^{-6}$ ,  $10^{-7}$ . Pengamatan hari ke-12 dan 15 pertumbuhan bakteri mengalami peningkatan pada perlakuan perendaman  $\text{CaCl}_2$  maupun pelapisan alginat + atsiri kayu manis. Hal ini diduga senyawa anti mikroba *cinnamaldehyda* dalam minyak atsiri kayu manis yang ditambahkan pada alginat sudah tidak aktif bekerja sebagai anti bakteri. Selain itu dapat dikarenakan *edible coating* alginat dapat berdampak

meningkatnya kelembaban di sekitar buah jambu tersebut, seperti yang diketahui bahwa kelembaban sangat mempengaruhi aktivitas mikroba.

Perlakuan dengan perendaman  $\text{CaCl}_2$  menunjukkan kemampuan daya hambat pertumbuhan mikroba lebih baik dari perlakuan pelapisan alginat + minyak atsiri saja. Hal ini diduga karena perendaman  $\text{CaCl}_2$  dapat meningkatkan kalsium dalam buah sehingga struktur buah akan lebih keras. Perendaman  $\text{CaCl}_2$  dapat meningkatkan kekerasan atau tekstur pada buah. Hal ini dikarenakan terbentuknya ikatan antara kalsium dengan pektat membentuk kalsium pektat. Pembentukan garam dari ion  $\text{Ca}^{++}$  dengan gugus karboksil dari asam pektinat membentuk jembatan kalsium dari 2 gugus karboksil. Apabila ikatan-ikatan ion terjadi dalam jumlah besar maka akan terjadi jaringan molekul (Winarno, 2004), dengan demikian maka proses respirasi dan perombakan pati menjadi gula dan asam-asam organik akan dihambat. Hal ini juga akan menyebabkan aktivitas pertumbuhan mikroba terhambat. Aktivitas mikroba dalam buah diawali memecah pektin oleh bantuan enzim pektinolitik dengan cara memutus ikatan glikosidik, akibat reaksi enzimatik ini maka ditandai dengan perubahan tekstur pada buah menjadi lunak dan berair. Setelah pektin rusak, beberapa mikroba juga menghasilkan enzim yang dapat mendegradasi pati menjadi maltosa, kemudian dihidrolisis menjadi 2 molekul glukosa. Glukosa merupakan sumber karbon yang digunakan oleh mikroba. Sehingga bila proses perombakan pati menjadi glukosa terhambat, maka mikroba tidak memiliki asupan nutrisi yang cukup sehingga tidak mampu tumbuh.

### **G. Indeks Kerusakan (*Organoleptik*)**

Kerusakan pada jambu Dalhari dapat terjadi karena saat penanganan pascapanen yang kurang intensif seperti pada proses distribusi dari petani ke konsumen, selain itu juga dapat disebabkan karena terjadinya proses fisiologi buah selama penyimpanan, yaitu proses kehilangan air (*transpirasi*) maupun karena adanya aktivitas mikrobial yang mengakibatkan kerusakan bahkan pembusukan buah. Salah satu penyebab utama kerusakan fisik buah terjadi karena buah mengalami kehilangan air, khususnya buah jambu air Dalhari yang memiliki kulit tipis serta kandungan air yang tinggi mencapai 93% sehingga sangat beresiko terjadinya kerusakan kehilangan air tersebut. Proses kehilangan air (*transpirasi*) yaitu proses hilangnya air dari tubuh tumbuhan berupa cairan, uap atau gas dari jaringan tumbuhan melalui kelopak buah, kemungkinan kehilangan air dari jaringan tanaman melalui bagian tanaman yang lain dapat saja terjadi (Sasmitamihardja, 1996). Proses kehilangan air yang terjadi pada buah akan mengakibatkan penurunan mutu yaitu kerusakan fisik kulit jambu yang tipis menjadi keriput. Kehilangan air pada buah merupakan penyebab utama deteriorasi yang akan mempengaruhi kehilangan kuantitatif (susut bobot) dan juga menyebabkan menurunnya penampilan fisik buah, yaitu terjadinya pelayuan serta pengeriputan pada permukaan. Hal tersebut akan berdampak pada terganggunya fungsi pelindung alami pada permukaan kulit buah sehingga tidak mampu menghambat kehilangan air pada komoditas.

Pengamatan indeks kerusakan fisik dilakukan dengan penentuan nilai (*scoring*) oleh 5 responden dengan mengamati persentase pengeriputan, kerusakan

(bopeng) pada buah jambu air Dalhari. Kriteria skor pengamatan kerusakan buah jambu air Dalhari sebagai berikut : 0 = tidak terjadi keriput/bopeng, 1 = sedikit ( $\pm$  5% dari luas permukaan), 2 = sedang (5-20% dari luas permukaan), 3 = cukup banyak (20-50% dari luas permukaan), dan 4 = sangat banyak (>50% dari luas permukaan). Hasil rerata *scoring* kehilangan air buah jambu air Dalhari dapat dilihat pada tabel 6.

Tabel 6. Rerata *scoring* indeks kerusakan buah jambu air Dalhari

Perlakuan	Pengamatan hari ke					
	0	3	6	9	12	15
Ca 1%	0	0	1	2	3	4
Ca 2%	0	0	1	1,33	3	4
Al + Km 1%	0	0	1	1,67	3	4
Al + Km 1,5%	0	0	0	1	2,33	4
Ca 1% + Al + Km 1%	0	0	0	1	2,33	4
Ca 1% + Al + Km 1,5%	0	0	0,33	2	3	4
Ca 2% + Al + Km 1%	0	0	0	2	2,33	4
Ca 2% + Al + Km 1,5%	0	0	0	1	2	3
Kontrol	0	0	1	2	3	4

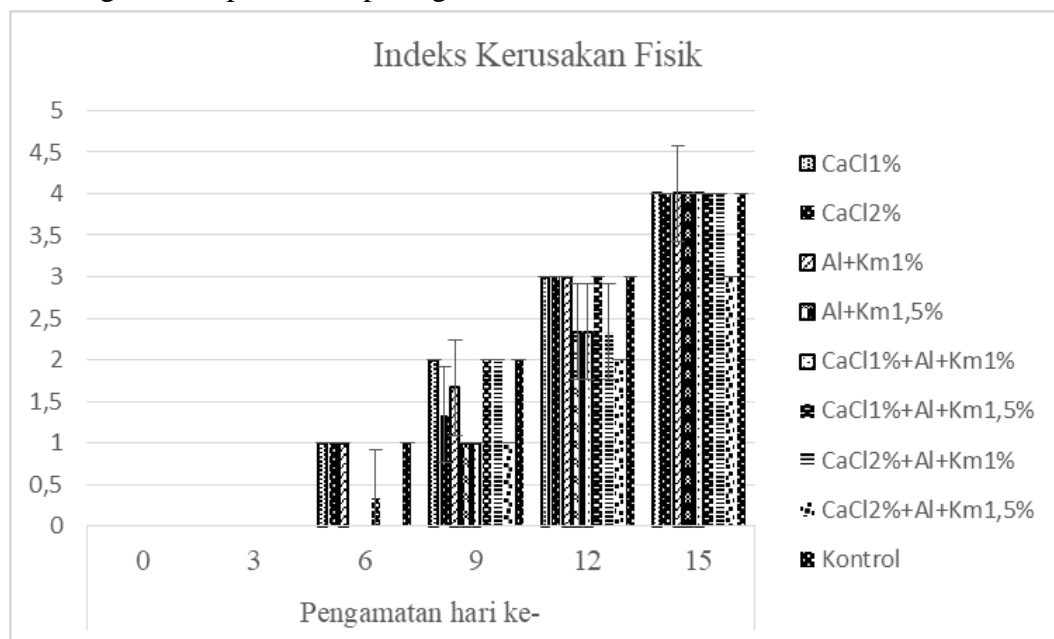
Keterangan : 0 = tidak terjadi keriput/bopeng, 1 = sedikit ( $\pm$  5% dari luas permukaan), 2 = sedang (5-20% dari luas permukaan), 3 = cukup banyak (20-50% dari luas permukaan), dan 4 = sangat banyak (>50% dari luas permukaan)

Berdasarkan rerata *scoring* kerusakan fisik dapat dilihat bahwa pada hari ke-0 dan hari ke-3 pengamatan dari lima responden memberikan skor 0 yang berarti belum terjadi pengeriputan atau kerusakan. Hal ini menunjukkan buah jambu air Dalhari yang digunakan saat dipanen masih segar dan belum mengalami pengeriputan akibat kehilangan air. Selanjutnya pengamatan hari ke-6 pada perlakuan perendaman  $\text{CaCl}_2$  1%,  $\text{CaCl}_2$  2%, alginat + atsiri kayu manis 1% dan kontrol responden memberikan skor 1 (sedikit), sedangkan  $\text{CaCl}_2$  1% + alginat + atsiri kayu manis 1,5% memiliki skor 0,33. Hal ini berarti pada perlakuan tersebut

sudah mengalami sedikit pengeriputan akibat kehilangan air dengan persentase <5% dari luas permukaan buah jambu.

Pada pengamatan hari ke-9 responden memberikan rerata skor 2 (sedang) untuk perlakuan  $\text{CaCl}_2$  1%, perlakuan  $\text{CaCl}_2$  1% + alginat + atsiri kayu manis 1,5%, perlakuan  $\text{CaCl}_2$  2% + alginat + atsiri kayu manis 1% dan kontrol, kemudian perlakuan alginat + atsiri kayu manis 1% mendapat rerata skor 1,67. Hal ini berarti buah jambu air Dalhari sudah mengalami kerusakan dan pengeriputan berkisar 5-20% dari luas permukaan buah, sedangkan perlakuan lainnya masih memiliki rerata skor 1 (sedikit). Selanjutnya pada pengamatan hari ke-12, responden memberikan skor 3 (cukup banyak) untuk perlakuan  $\text{CaCl}_2$  1%, perlakuan  $\text{CaCl}_2$  2%, perlakuan alginat + atsiri kayu manis 1%, perlakuan  $\text{CaCl}_2$  1% + alginat + atsiri kayu manis 1,5% dan kontrol. Hal ini berarti pada perlakuan tersebut sudah mengalami pengeriputan atau kerusakan berkisar 20-50% dari luas permukaan buah. Kerusakan yang terjadi pada permukaan buah jambu ari Dalhari ini berupa bopeng, yaitu berlubang atau penyok. Hal ini diduga dampak kelanjutan dari pengeriputan kulit akibat kehilangan air, karena bopeng mulai muncul hari ke-12 dan sebelum mengalami bopeng terjadi pengeriputan terlebih dulu pada hari sebelumnya. Sedangkan pada perlakuan alginat + atsiri kayu manis 1,5%, perlakuan  $\text{CaCl}_2$  1% + alginat + atsiri kayu manis 1%, perlakuan  $\text{CaCl}_2$  2% + alginat + atsiri kayu manis 1% rerata responden memberi skor 2,33 dan pada perlakuan responden memberi skor sedang. Pada pengamatan hari ke-15 responden memberikan skor 4 (sangat banyak) untuk semua perlakuan, berarti memiliki persentase pengeriputan lebih 50% dari luas permukaan buah, kecuali perlakuan  $\text{CaCl}_2$  2% + alginat + atsiri kayu

manis 1,5% yang memiliki skor 3 yang berarti pada perlakuan tersebut memiliki tingkat pengeriputan yang lebih sedikit dibanding perlakuan lainnya. Histogram kehilangan air dapat dilihat pada gambar 7.



Gambar 7. Histogram kerusakan buah jambu air Dalhari

Berdasarkan histogram indeks kerusakan fisik pada buah jambu air Dalhari dapat diketahui bahwa perlakuan yang memiliki tingkat kerusakan atau kehilangan air paling rendah pada hari ke-15 pengamatan yaitu perlakuan  $\text{CaCl}_2$  2% + alginat + atsiri kayu manis 1,5% memiliki skor 3, sedangkan perlakuan lainnya sudah mencapai tingkat skor 4 yang berarti memiliki persentase kerusakan atau kehilangan air lebih dari 50% permukaan buah jambu tersebut. Hasil pengamatan ini dapat diartikan bahwa perlakuan perendaman  $\text{CaCl}_2$  2% + alginat + atsiri 1,5% mampu menghambat proses kehilangan air pada buah jambu air Dalhari. Hal ini diduga karena konsentrasi perendaman  $\text{CaCl}_2$  2% mampu meningkatkan tekstur buah yang disebabkan terbentuknya ikatan antara kalsium dengan pektat membentuk kalsium pektat yang tidak larut dalam air. Pelapisan alginat juga

memberikan pengaruh untuk menghambat kelayuan yang disebabkan dari proses *transpirasi* pada buah jambu air Dalhari. Hal ini sesuai dengan penelitian Moraes *et al.* (2012) yang menjelaskan pelapisan buah pir menggunakan alginat 2% mampu menghambat proses kehilangan air pada buah pir, sehingga mampu memperpanjang umur simpan hingga 15 hari, didukung dengan hasil penelitian Raybaudi-Massilia *et al.*, (2008) menunjukkan penggunaan *edible coating* kombinasi 2% alginat dan *malic acid* dapat mempertahankan umur simpan *fresh-cut* buah melon hingga 10 hari.

Menurunnya kenampakan fisik (pengeriputan) salah satunya disebabkan karena proses transpirasi. Laju transpirasi sendiri dipengaruhi oleh faktor dalam (sifat morfologi dan anatomi) dan faktor luar (suhu, kelembaban relatif, tekanan atmosfer, dan kecepatan gerakan udara). Menurut Harianingsih (2010) laju transpirasi yang semakin tinggi akan menyebabkan buah mengalami pengurangan berat, penurunan penampakan fisik (karena layu), nilai tekstur dan nilai gizi.

Laju transpirasi umumnya dapat dikendalikan dengan cara modifikasi atmosfer (lingkungan), pengemasan, pelapisan (*coating*). Pada penelitian ini pengendalian laju transpirasi dilakukan dengan perlakuan *edible coating* alginat. *Edible coating* dapat membentuk suatu pelindung pada bahan pangan karena berperan sebagai *barrier* yang menjaga kelembaban, bersifat permeabel terhadap gas-gas tertentu, dan dapat mengontrol migrasi komponen-komponen larut air yang dapat menyebabkan perubahan komposisi nutrisi (Krotcha *et al.*, 1994). Lapisan *edible coating* juga berfungsi untuk melindungi produk dari kerusakan mekanis

dengan mengurangi transmisi uap air, aroma, dan lemak dari bahan pangan yang dikemas (Shidiq, 2016).

Berdasarkan hasil pengamatan kerusakan fisik, pada umumnya konsumen atau responden akan menerima buah jambu air Dalhari dengan tingkat kerusakan berkisar 5%-20% dari luas permukaan buah atau skor sedang, karena apabila tingkat kerusakan maupun kehilangan air sudah mencapai persentase 20% dari luas permukaan buah maka kenampakan fisik buah tersebut sudah tidak menarik, selain itu juga dengan tingkat kerusakan dan kehilangan air yang sudah mencapai 20% maka tekstur buah tersebut cenderung lebih lunak akibat kehilangan air. Hal ini sejalan dengan hasil pengamatan uji kekerasan buah jambu air Dalhari yang cenderung turun pada hari ke-12 (Tabel 3). Pada hari ke-12 juga kenampakan buah jambu air Dalhari pada semua perlakuan sudah terkontaminasi oleh pertumbuhan mikroba (Lampiran 9.E). Hasil pengamatan mikroba juga menunjukkan adanya peningkatan pada hari ke-12 (Gambar 6).