

#### **IV. HASIL DAN PEMBAHASAN**

Penelitian ini dilakukan pada bulan April – Mei selama 12 hari. Buah salak yang digunakan penelitian ini diambil langsung dari petani salak di daerah Trumpon, Sleman, D.I. Yogyakarta. Buah dikupas tetapi tidak dihilangkan kulit arinya kemudian direndam ke dalam air bersih. Tujuan dari perendaman dengan air bersih adalah untuk mencegah *browning* pada buah sebelum proses perlakuan. Perlakuan pada buah dilakukan dengan cara pencelupan buah ke dalam larutan chitosan dan larutan CMC sesuai dengan konsentrasi perlakuan. Buah yang telah dikemas, dimasukkan ke dalam lemari pendingin dengan temperatur penyimpanan 10°C disimpan selama 12 hari dan dilakukan pengamatan setiap empat hari.

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

Pengamatan analisis susut bobot buah dilakukan setiap 4 hari selama 12 hari dan dimulai pada hari ke-0 atau saat buah diberikan perlakuan untuk menentukan bobot awal buah. Bobot buah tanpa perlakuan dan setelah buah diberikan perlakuan ditimbang.

Susut bobot merupakan salah satu faktor yang menunjukkan penurunan mutu buah yang disebabkan adanya proses respirasi dan transpirasi. Respirasi merupakan proses perubahan substrat kompleks seperti karbohidrat menjadi CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, dan energi sedangkan transpirasi berupa proses kehilangan air (penguapan) dari buah. Nilai susut bobot dapat diketahui dari penurunan bobot salak pondoh

setiap uji selama penyimpanan. Pada penyimpanan salak pondoh, secara umum susut bobot meningkat selama penyimpanan.

Tabel 1. Hasil Rerata Susut Bobot (%) selama 12 hari penyimpanan

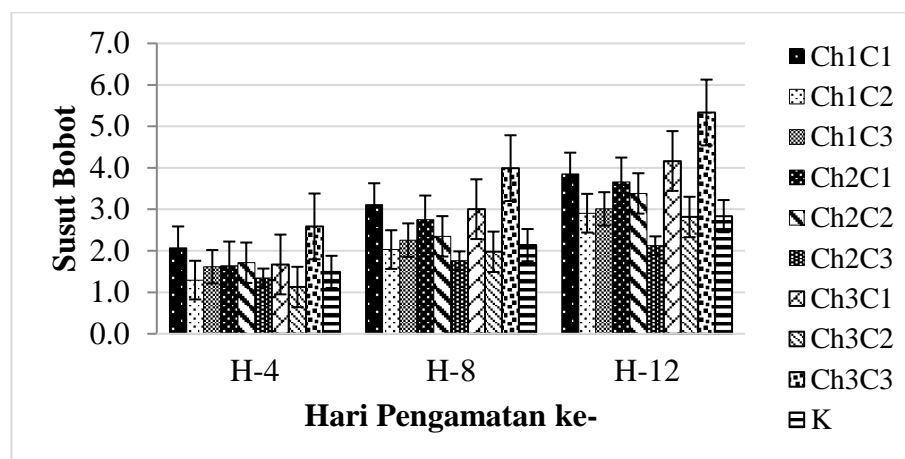
Pengamatan	Perlakuan	C1	C2	C3	Rerata
H-4	Ch1	2,07	1,29	1,61	1,66 ab
	Ch2	1,64	1,72	1,35	1,57 ab
	Ch3	1,67	1,13	2,58	1,80 a
	Rerata	1,79 ab	1,38 b	1,85 a	(-)
	Perlakuan	K			
	K	1,49 ab			
	Fakt x K	(-)			
H-8	Ch1	3,11 ab	2,03 b	2,26 b	2,46
	Ch2	2,75 ab	2,35 b	1,76 b	2,28
	Ch3	3,10 ab	1,97 b	3,99 a	3,02
	Rerata	2,98	2,11	2,67	(+)
	Perlakuan	K			
	K	2,14 b			
	Fakt x K	(-)			
H-12	Ch1	3,85 a-c	2,90 bc	3,01 bc	3,25
	Ch2	3,66 a-c	3,38 bc	2,12 c	3,05
	Ch3	4,16 ab	2,82 bc	5,33 a	4,10
	Rerata	3,89	3,03	3,48	(+)
	Perlakuan	K			
	K	2,84 bc			
	Fakt x K	(-)			

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

Ch1 : Chitosan 0,5%, Ch2 : Chitosan 1%, Ch3 : Chitosan 1,5%, C1 : CMC 0,5%, C2 : CMC 1%, C3 : CMC 1,5%, K : Kontrol.

Berdasarkan hasil sidik ragam susut bobot (Tabel 1) dapat dilihat bahwa tidak ada interaksi antar perlakuan Chitosan dan CMC berbagai konsentrasi dibandingkan dengan kontrol yang tidak diberi lapisan pada hari ke-4 pengamatan. Pada pengamatan hari ke-8 dan hari ke-12 adanya interaksi antar perlakuan Chitosan dan CMC konsentrasi 1,5% dibandingkan dengan kontrol

yang tidak diberikan lapisan. Nilai susut bobot cenderung tinggi berdasarkan Tabel 1, ditunjukkan pada perlakuan Chitosan 1,5% dan CMC 1,5%, sedangkan nilai susut bobot cenderung rendah pada perlakuan Chitosan 1,5% dan CMC 1%.



Gambar 1. Histogram Susut Berat (%) pada Salak Pondoh Kupas

Susut bobot pada buah salak pondoh kupas ini terus mengalami peningkatan seiring dengan waktu penyimpanannya (Gambar 1) Salak pondoh kupas pada perlakuan Chitosan 1,5% dan CMC 1,5% terus mengalami peningkatan yang lebih tinggi, sedangkan pada perlakuan Chitosan 1% dan CMC 1,5% menunjukkan nilai susut bobot paling rendah dibandingkan dengan perlakuan yang lainnya.

Berdasarkan histogram susut bobot (Gambar 1) menunjukkan bahwa pada hari ke-0 sampai hari ke-12 mengalami peningkatan susut bobot, sehingga presentase kehilangan berat pada salak pondok kupas semakin tinggi. Buah yang dilapisi Chitosan dan CMC dengan konsentrasi rendah serta kontrol tanpa perlakuan mengalami penyusutan bobot rendah dibandingkan dengan buah yang diberikan pelapis dengan konsentrasi tinggi. Hal ini diduga pelapis buah yang diberikan dengan konsentrasi tinggi terbentuk larutan yang lebih kental dan tebal

saat melapisi buah, sehingga buah mengalami penguapan air dan juga memiliki laju transpirasi yang tinggi.

Susut bobot pada buah cenderung mengalami peningkatan seiring dengan lama penyimpanannya dan tingkat kematangan buah (Marlina dkk, 2014). Susut bobot ini merupakan salah satu parameter yang 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, faktor eksternal seperti suhu ruang penyimpanan. Air yang menguap dari buah sebagian besar merupakan air yang menembus dinding sel dan kutikula yang memiliki ekulibrium dinamik dengan isi sel, dan tergantung pada tekanan turgor sel.

Pelapis tersebut dapat dikatakan memiliki kemampuan mempertahankan susut bobot pada buah salak kupas. Hal ini dikarenakan Chitosan memiliki sifat antimikroba, karena dapat menghambat bakteri patogen dan mikroorganisme pembusuk, termasuk jamur dan bakteri (Hafdani, 2011). Selain itu Chitosan juga memiliki kemampuan sebagai pelapis yang mampu menghambat laju respirasi dan transpirasi, sehingga laju respirasi salak kupas memiliki susut bobot yang lebih kecil. Henriette (2010), menyatakan bahwa chitosan digunakan pelapis untuk menghalangi oksigen yang masuk dengan baik dan sebagai pelapis yang dapat dimakan langsung, karena chitosan tidak berbahaya terhadap kesehatan. CMC diduga juga dapat menghambat pertumbuhan kapang serta mengurangi penyerapan O<sub>2</sub> tanpa menyebabkan peningkatan kadar CO<sub>2</sub> pada jaringan buah-

buahan. Sebagai pengental, CMC mampu mengikat air sehingga molekul-molekul air tertangkap dalam struktur gel yang dibentuk oleh CMC tersebut.

Nisperos-Carriedo (1994) menyatakan, bahwa CMC dapat mengurangi penyerapan oksigen ( $O_2$ ) tanpa menyebabkan peningkatan kadar karbondioksida ( $CO_2$ ) pada jaringan buah-buahan. Kandungan  $O_2$  yang rendah atau peningkatan konsentrasi  $CO_2$  dapat menunda sintesis enzim-enzim yang berperan dalam respirasi sehingga proses respirasi dapat dihambat (Pantastico, 1997).

Lapisan *edible coating* memiliki potensi untuk mengendalikan kehilangan air serta susut bobot dari buah segar. Selama penyimpanan buah cenderung mengalami penurunan bobot akibat melakukan respirasi mengubah gula menjadi  $CO_2$  dan  $H_2O$  yang hilang melalui proses penguapan. Hal tersebut menyebabkan presentasi laju susut bobot semakin meningkat. Susut bobot buah terjadi karena sebagian air dalam jaringan buah hilang disebabkan oleh proses respirasi dan transpirasi (Nasution, 2012).

## **B. Kekerasan**

Pengamatan kekerasan pada salak pondoh kupas dilakukan untuk mengetahui pengaruh tingkat kekerasan buah akibat respirasi, transpirasi, dan aktivitas bakteri. Kekerasan merupakan salah satu indikator untuk menentukan mutu buah segar. Kekerasan diukur untuk mengetahui tingkat kerusakan buah salak pondoh kupas akibat dari pematangan buah. Semakin kecil nilai tekan dari buah maka kerusakan akan semakin tinggi (Kholidi, 2009). Pengukuran tingkat kekerasan buah dilakukan setiap 4 hari sekali dengan menggunakan alat *Hand Penetrometer*.

Tabel 2. Hasil Rerata Kekerasan (N/mm<sup>2</sup>) selama 12 hari penyimpanan

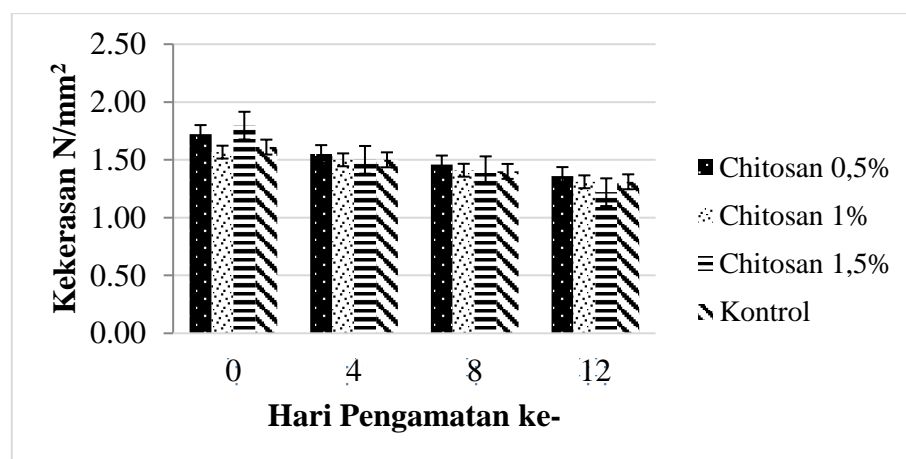
Pengamatan	Perlakuan	C1	C2	C3	Rerata
H-0	Ch1	1,69	1,76	1,72	1,72 a
	Ch2	1,60	1,63	1,61	1,57 a
	Ch3	1,59	1,60	1,61	1,80 a
	Rerata	1,79 a	1,38 a	1,85 a	(-)
	Perlakuan	K			
	K	1,61 a			
	Fakt x K	(-)			
H-4	Ch1	1,56	1,58	1,51	1,55 a
	Ch2	1,50	1,50	1,51	1,50 a
	Ch3	1,49	1,51	1,50	1,50 a
	Rerata	1,51 a	1,53 a	1,50 a	(-)
	Perlakuan	K			
	K	1,50 a			
	Fakt x K	(-)			
H-8	Ch1	1,48	1,47	1,44	1,46 a
	Ch2	1,42	1,41	1,41	1,41 a
	Ch3	1,41	1,41	1,41	1,41 a
	Rerata	1,43 a	1,43 a	1,42 a	(-)
	Perlakuan	K			
	K	1,40 a			
	Fakt x K	(-)			
H-12	Ch1	1,39	1,38	1,32	1,36 a
	Ch2	1,32	1,31	1,30	1,31 a
	Ch3	1,31	1,31	1,03	1,21 a
	Rerata	1,34 a	1,33 a	1,21	(-)
	Perlakuan	K			
	K	1,31 ab			
	Fakt x K	(-)			

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

Ch1 : Chitosan 0,5%, Ch2 : Chitosan 1%, Ch3 : Chitosan 1,5%, C1 : CMC 0,5%, C2 : CMC 1%, C3 : CMC 1,5%, K : Kontrol.

Berdasarkan hasil sidik ragam kekerasan (Lampiran 3B) dapat dilihat bahwa pencelupan buah dalam berbagai konsentrasi bahan Chitosan dan CMC pada hari ke-0 hingga hari ke-12 pengamatan menunjukkan bahwa tidak ada interaksi

dibandingkan dengan kontrol yang tidak diberi lapisan. Pada tabel 2 menunjukkan bahwa nilai rata-rata dari setiap perlakuan terdapat nilai yang tidak berbeda nyata dan berbeda nyata terhadap uji kekerasan. Pada hari ke-12 perlakuan Chitosan memberikan pengaruh beda nyata sedangkan pada perlakuan CMC juga memberikan pengaruh beda nyata. Hal tersebut menunjukkan bahwa edible coating tersebut dapat menekan nilai kelunakan tekstur.

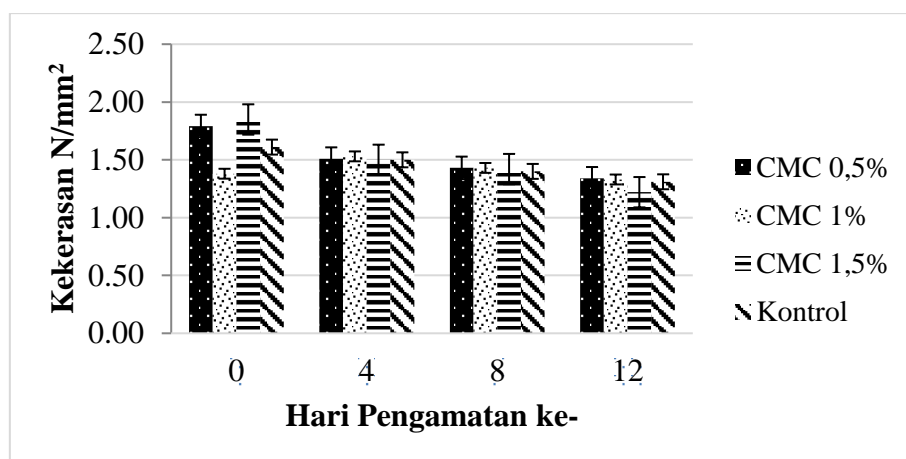


Gambar 2. Histogram Kekerasan ( $N/mm^2$ ) pada Salak Pondoh Kupas Perlakuan Chitosan

Berdasarkan histogram uji kekerasan pada gambar 2 dan 3 menunjukkan bahwa pola kekerasan buah pada setiap perlakuan dan kontrol cenderung mengalami penurunan setiap harinya. Pada histogram tersebut, perlakuan yang menunjukkan nilai kekerasan yang efektif yaitu pada konsentrasi Chitosan 1%, serta nilai kekerasan tertinggi yaitu CMC 1,5% pada hari ke-0 dibandingkan perlakuan lainnya. Perlakuan yang menunjukkan nilai kekerasan terendah pada hari ke-12 yaitu Chitosan 1,5% dan CMC 1,5% dibandingkan dengan konsentrasi lain dan kontrol setiap pengamatan. Hal tersebut dikarenakan tingkat kekerasan buah akan menurun seiring dengan lamanya penyimpanan dan adanya

peningkatan transpirasi sehingga menyebabkan terjadinya peningkatan kelunakan buah.

Pada semua perlakuan kombinasi antara pelapisan Chitosan dan CMC yang dibandingkan dengan kontrol yang tidak diberi perlakuan terlihat tidak ada beda nyata. Hal ini menunjukkan bahwa pemberian lapisan Chitosan dan CMC tidak menahan kekerasan buah.



Gambar 3. Histogram Kekerasan ( $N/mm^2$ ) pada Salak Pondoh Kupas Perlakuan CMC

Turunnya kekerasan buah berhubungan dengan degradasi pektin sebagai pengikat dinding sel. Degradasi pektin yang tidak larut air (protopektin) menjadi pektin yang larut air mempunyai berat molekul rendah dan larut dalam air mengakibatkan lemahnya dinding sel dan turunnya daya kohesi yang mengikat sel satu dengan yang lainnya (Pantastico *et al*, 1986). Hancurnya polimer karbohidrat penyusun dinding sel khususnya pektin dan selulosa akan melemahkan dinding dan ikatan kohesi jaringan, sehingga kekerasan buah menjadi lunak (Wills *et al*, 1981).



Syafutri (2006) menyatakan selama proses pematangan, kesegaran dinding sel akan berkurang karena terjadinya perombakan protopektin yang tidak larut menjadi pektin yang larut. Perombakan ini merupakan hasil kerja dari enzim-enzim seperti pektin metil esterase, pektin transetiminase dan poligalakturonase. Terurainya protopektin, daging buah akan menjadi lunak. Sejalan dengan pematangan, kadar protopektin pada buah akan menurun sedangkan kadar pektin yang larut akan meningkat.

*Chitosan* dapat menahan laju respirasi karena mampu menahan pertukaran O<sub>2</sub> dan CO<sub>2</sub>. Konsentrasi *Chitosan* yang diberikan untuk pelapisan buah diduga kurang mampu untuk menahan uap air yang keluar. Penambahan CaCl<sub>2</sub> akan berfungsi sebagai bahan pengeras untuk buah dan sayuran. Kalsium klorida merupakan garam dengan elektrolit kuat, sehingga mudah larut dalam air dan ion kalsium mudah terabsorpsi ke dalam jaringan yang mengakibatkan dinding sel dan *lamela* tengah akan semakin kuat, sehingga akan menghambat hidrolisis atau pemecahan.

*Chitosan* memiliki efek antimikrobia yang mampu mempertahankan kekerasan dari buah salak kupas. *Chitosan* mampu melindungi buah dari proses senesen dengan cara mencegah masuknya oksigen ke dalam buah karena adanya lapisan permiabel dari *chitosan* yang menutupi seluruh permukaan buah (Pantastico, 1986; Lathifa, 2013). Nisperos-Carriedo (1994), menyatakan bahwa CMC jarang digunakan sebagai bahan dasar tunggal dalam pembuatan *edible film*, tetapi kemampuannya untuk membentuk film yang kuat dan tahan minyak sangat baik untuk diaplikasikan sehingga sering digunakan dalam formulasi *coating*.

Carboxy Methyl Cellulose (CMC) banyak digunakan dalam formulasi *coating* untuk melapisi produk segar maupun olahan. Beberapa fungsinya antara lain menjaga tekstur alami, kerenyahan atau kekerasan produk, menghambat pertumbuhan kapang pada keju dan sosis, serta mengurangi penyerapan O<sub>2</sub> tanpa menyebabkan peningkatan kadar CO<sub>2</sub> pada jaringan buah-buahan.

Berdasarkan skala *penetrometer fruit*, rendahnya nilai kekerasan buah menunjukkan bahwa buah sudah lunak dan matang sedangkan nilai kekerasan buah yang masih tinggi menunjukkan bahwa buah belum matang. Menurut Pantastico (1986) dan Lathifa (2013), menyatakan pengukuran kekerasan dengan *penetrometer* bergantung pada tebalnya kulit luar, kandungan total zat padat, dan perbedaan banyaknya pati. *Edible coating* juga dapat mencegah kerusakan akibat penanganan mekanik dengan membantu mempertahankan integritas struktural, mencegah hilangnya senyawa - senyawa volatile dan sebagai carrier zat aditif seperti zat anti mikrobial dan antioksidan (Kester dan Fennema, 1988 dalam Lestari, 2008).

Menurut Marlina dkk, (2014) menyatakan perlakuan berbagai jenis pelapis dan suhu penyimpanan memberikan pengaruh terhadap perubahan kekerasan pada buah salak. Kondisi pelunakan ini juga terjadi karena adanya perombakan protopktin yang tidak larut menjadi pektin. Jumlah zat-zat pektat selama pematangan buah akan meningkat. Selama pematangan buah kandungan pektat dan pektinat yang larut akan meningkat sehingga kesegaran buah akan berkurang (Matto *et al.*, 1989).

Penurunan kekerasan dipengaruhi oleh laju respirasi dimana laju respirasi yang tinggi akan menyebabkan metabolisme yang semakin cepat. Metabolisme yang terjadi, misalnya degradasi pektin yang tidak larut air (protopektin) menjadi pektin yang larut air. Hal ini mengakibatkan menurunnya daya kohesi dinding sel yang mengikat dinding sel yang satu dengan dinding sel yang lain sehingga terjadi penurunan kekerasan (Winarno dan Wiratakartakusumah, 1981 ; Lathifa, 2013).

Menurut Novita, dkk (2015), menyatakan bahwa selama proses pematangan buah terjadi perubahan protopektin yang tidak larut air menjadi senyawa pektat yang larut air dan menyebabkan daya kohesi dinding sel yang mengikat sel satu dengan sel lain melemah sehingga kekerasan buah menurun dan buah akan menjadi lunak. Perubahan tekstur buah menjadi lunak diikuti dengan peningkatan asam, gula sederhana dan kadar air pada buah disebabkan oleh kadar pati yang menurun, hal ini dikarenakan terjadinya degradasi pati secara enzimatis yang berubah menjadi gula yang diikuti oleh pelunakan tekstur buah serta terjadinya transpirasi berakibat pada kehilangan air.

### **C. Total Padatan Terlarut**

Total padatan terlarut merupakan salah satu cara dalam menentukan kualitas dari buah segar. Kemanisan merupakan salah satu mutu yang penting bagi konsumen buah-buahan. Nilai total padatan terlarut merupakan nilai yang menggambarkan gula yang terdapat pada buah. Menurut Harianingsih (2010) kualitas rasa manis dari buah dapat diukur dengan total padatan terlarut karena komponen utama dari padatan terlarut adalah gula. Buah setelah dipanen dan

selama masa penyimpanan masih mengalami perubahan fisiologis hingga memasuki masa kelayuan, penurunan gula, dan padatan terlarut lainnya. Selama penyimpanan, buah klimakterik terjadi peningkatan kadar gula, tetapi untuk buah non-klimakterik perubahan kadar gula cenderung tetap atau perubahan yang terjadi cukup kecil (Novaliana, 2008).

Tabel 3. Hasil Rerata Total Padatan Terlarut (brix%) selama 12 hari penyimpanan

Pengamatan	Perlakuan	C1	C2	C3	Rerata
H-0	Ch1	17,50 a	16,33 b	16,43 b	16,75
	Ch2	16,46 b	15,16 c	16,43 b	16,02
	Ch3	16,03 b	16,06 b	14,83 c	15,64
	Rerata	16,66	15,85	15,89	(+)
	Perlakuan	K			
	K	17,43 a			
	Fakt x K	(+)			
H-4	Ch1	16,27	15,63	15,97	15,96 a
	Ch2	15,90	15,10	16,53	15,84 a
	Ch3	15,83	15,30	16,86	15,96 a
	Rerata	16,00 a	15,34 a	16,45 a	(-)
	Perlakuan	K			
	K	16,73 a			
	Fakt x K	(-)			
H-8	Ch1	17,40 a	15,76 b	15,13 bc	16,09
	Ch2	15,23 bc	15,56 bc	14,30 c	15,03
	Ch3	14,90 bc	15,56 b	15,83 b	15,43
	Rerata	15,84	15,63	15,09	(+)
	Perlakuan	K			
	K	15,76 b			
	Fakt x K	(-)			

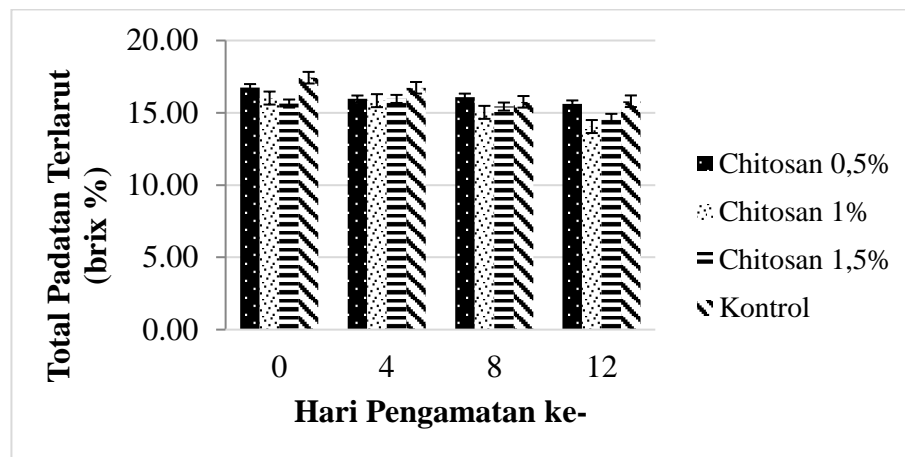
	Ch1	17,00	15,03	14,83	15,62 abc
	Ch2	14,13	14,70	13,33	14,05 c
	Ch3	15,17	14,10	14,67	14,65 bc
H-12	Rerata	15,43 abc	14,61 bc	14,27 bc	(-)
	Perlakuan	K			
	K	15,80 ab			
	Fakt x K	(-)			

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

Ch1 : Chitosan 0,5%, Ch2 : Chitosan 1%, Ch3 : Chitosan 1,5%, C1 : CMC 0,5%, C2 : CMC 1%, C3 : CMC 1,5%, K : Kontrol.

Berdasarkan hasil sidik ragam total padatan terlarut (Lampiran 3C) dapat dilihat bahwa adanya interaksi antar perlakuan Chitosan berbagai konsentrasi dengan CMC, kecuali pada hari ke-4 dan hari ke-12 pengamatan. Pada tabel 3 menunjukkan bahwa rerata dari setiap perlakuan terdapat terdapat nilai yang berbeda nyata dan berbeda tidak nyata terhadap uji gula total. Pada hari ke-0 dan hari ke-8 pengamatan, perlakuan Chitosan dengan CMC memberikan pengaruh beda nyata. Hal ini menunjukkan bahwa pengamatan hari ke-0 pada perlakuan Chitosan 0,5% dan CMC 0,5% memiliki nilai paling tinggi diantara perlakuan yang lain, sedangkan kontrol pada hari ke-0 tidak beda nyata. Pengamatan pada hari ke-4 dan hari ke-12 perlakuan Chitosan dan CMC berbagai konsentrasi serta kontrol tidak ada interaksi antar perlakuan.

Hasil sidik ragam pengamatan pada hari ke-8 buah yang diberikan perlakuan memberikan pengaruh beda nyata. Hal ini menunjukkan bahwa pelapis Chitosan dan CMC mampu menghambat respirasi buah dengan jalan menghambat aktivitas mikroba.

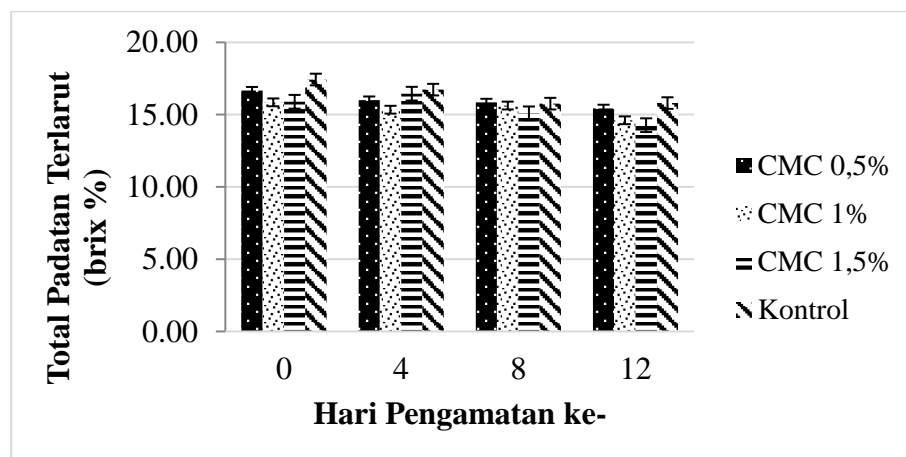


Gambar 4. Histogram Total Padatan Terlarut (brix %) pada Salak Pondoh Kupas Perlakuan Chitosan

Berdasarkan histogram total padatan terlarut pada gambar 4 dan 5 menunjukkan data perubahan kadar gula total yang mengalami penurunan pada setiap perlakuan. Pengamatan pada hari ke-0 nilai tertinggi terdapat pada kontrol dibandingkan dengan salak yang diberi lapisan. Pada pengamatan ke-12 nilai terendah pada perlakuan Chitosan 1% dan CMC 1,5%. Hal ini menunjukkan bahwa pelapisan salak dengan Chitosan mampu mengurangi laju respirasi sehingga dapat mencegah penurunan total padatan terlarut selama penyimpanan. Penurunan total padatan terlarut pada salak selama penyimpanan diduga disebabkan karena terjadinya proses respirasi pada salak sehingga gula pereduksi terurai menjadi asam piruvat dan menghasilkan  $\text{CO}_2$  dan  $\text{H}_2\text{O}$ . Wills *et al.*, (2007) menyebutkan bahwa, dalam proses pematangan selama penyimpanan buah, zat pati seluruhnya dihidrolisis menjadi sukrosa yang kemudian berubah menjadi gula-gula reduksi sebagai substrat dalam proses respirasi.

Penambahan CMC menyebabkan total gula semakin meningkat karena struktur CMC merupakan polisakarida dan memiliki rantai polimer yang terdiri

dari unit molekul selulosa yang berbentuk rantai linier dan memiliki banyak komponen glukosa, sehingga dengan semakin bertambahnya CMC maka akan meningkatkan total gula (Fitriyaningtyas dan Widyaningsih, 2015). Selama penyimpanan, total gula semakin menurun karena selama penyimpanan mengalami oksidasi akibat pengaruh udara, dimana molekul oksigen dari udara dapat menyebabkan kerusakan pada sistem dispersi koloid, sehingga menyebabkan kemampuan untuk mengikat gula, air, asam-asam organik dan komponen-komponen lain menjadi menurun (Murrukmihadi *et al.*, 2011).



Gambar 5. Histogram Total Padatan Terlarut (brix %) pada Salak Pondoh Kupas Perlakuan CMC

Terlihat bahwa pada kontrol memiliki nilai rerata yang lebih tinggi terhadap seluruh perlakuan yang diberikan pelapis Chitosan dan CMC. Nilai padatan terlarut perlakuan kontrol yang lebih tinggi dari semua perlakuan ini disebabkan oleh buah yang diberikan pelapis Chitosan 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).

Menurut Nurrachman (2004) menyatakan bahwa berkurangnya oksigen yang masuk ke dalam buah menyebabkan terhambatnya proses respirasi, akibatnya penggunaan substrat seperti gula lebih rendah, dan menyebabkan penggunaan hasil perubahan pati menjadi lebih sedikit. Mikroba menjadi penyebab meningkatnya laju respirasi yang mana kadar gula total menurun akibat digunakan sebagai substrat.

Wills *et al.*, (2007) menyebutkan bahwa dalam proses pematangan selama penyimpanan buah, zat pati seluruhnya dihidrolisis menjadi sukrosa yang kemudian berubah menjadi gula-gula reduksi sebagai substrat dalam proses respirasi. Menurut Muchtadi *et al.*, (2010) dan Marlina (2014) bahwa buah yang memiliki kandungan pati yang sangat sedikit tidak dapat diharapkan selama penyimpanan kadar gulanya mengalami kenaikan.

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

Buah salak pondoh merupakan buah non-klimakterik. Saat buah salak dipetik dari pohonnya, buah akan tetap melakukan proses respirasi. Pada buah



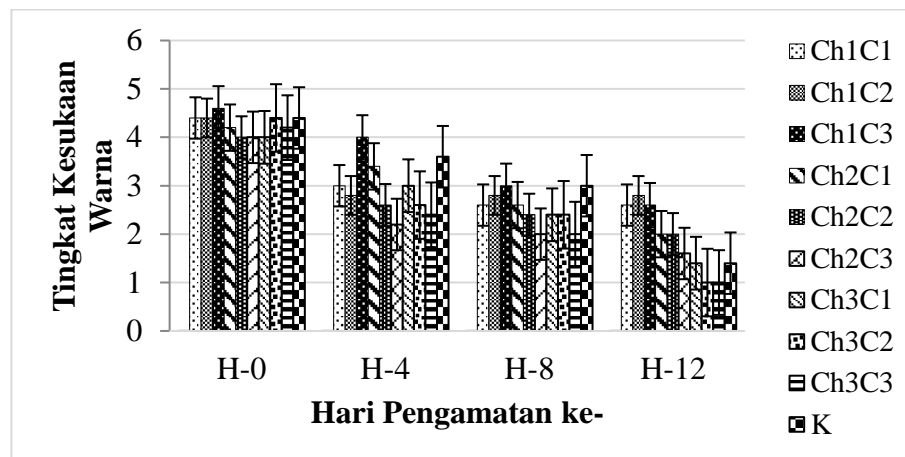
klimakterik, proses respirasi akan meningkat pada waktu tertentu dan akan menurun secara drastis. Namun pada buah non-klimakterik, perubahan pola respirasi terjadi cukup kecil. Peningkatan pada proses respirasi mempengaruhi produksi glukosa selama pematangan. Semakin kecil laju respirasi, maka kandungan pada total padatan terlarutnya semakin besar.

Komponen utama pada total padatan terlarut yaitu gula. Selama pemasakan buah, total padatan terlarut akan meningkat karena terjadinya pemecahan dan pembelahan polimer karbohidrat khususnya pati menjadi gula sehingga kandungan gula akan meningkat (Suketi *et al.*, 2010).

#### **D. Organoleptik**

Pengujian organoleptik untuk mengetahui kualitas dari buah salak pondoh kupas. Pengujian organoleptik dilakukan *scoring* oleh 5 panelis dengan melihat warna, tekstur, aroma dan rasa pada buah salak pondoh kupas. Adapun kriteria skor tingkat kesukaan pada buah digunakan angka 1 sebagai nilai terendah dan angka 5 untuk nilai tertinggi. Pengamatan dilakukan pada hari ke- 0 sampai hari ke-12. Skor terendah yaitu 1 mewakili “sangat tidak suka” dan sebaliknya skor tertinggi bernilai 5 yang mewakili “sangat suka” pada buah salak pondoh kupas.

Penilaian panelis terhadap tingkat kesukaan warna daging buah salak pondoh kupas merupakan kriteria mutu yang di kaji pertama oleh konsumen. Histogram tingkat kesukaan warna buah salak pondoh kupas selama penyimpanan tersaji pada gambar 6.



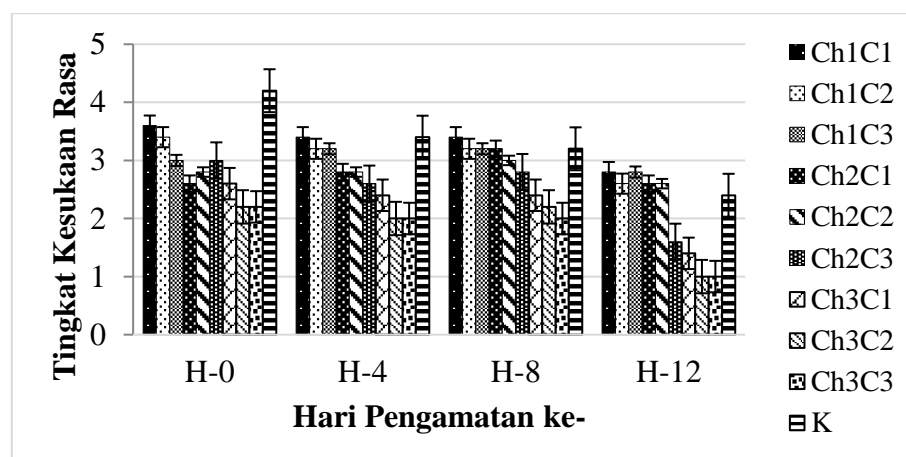
Gambar 6. Histogram Nilai Tingkat Kesukaan Warna Buah Salak Pondoh Kupas Selama Penyimpanan

Nilai tingkat kesukaan warna buah salak pondoh kupas, daging buah salak pondoh berwarna putih tulang pada awal penyimpanan kemudian warna menjadi lebih gelap setelah penyimpanan hari ke-12. Hal tersebut disebabkan oleh warna salak yang lebih gelap karena adanya pencoklatan secara enzimatis.

Berdasarkan histogram menunjukkan nilai kesukaan warna pada buah salak pondoh kupas setiap hari pengamatan. Tingkat kesukaan warna salak pondoh kupas dengan *edible coating* pada semua perlakuan dan kontrol cenderung mengalami penurunan. Semakin lama penyimpanan salak pondoh kupas mengalami perubahan warna berdasarkan kesukaan panelis. Perubahan warna menjadi browning pada pangkal buah salak, sehingga tingkat kesukaan warna oleh konsumen mengalami penurunan setiap harinya. Hingga penyimpanan hari ke-12 pada perlakuan *edible coating* dengan konsentrasi Chitosan 0,5% dan CMC 1% (Ch1C2) dapat mempertahankan skor warna terbaik dibandingkan perlakuan lainnya. Walaupun pada taraf belum dapat diterima oleh panelis, sedangkan perlakuan *edible coating* Chitosan 1,5% dan CMC 1% serta perlakuan Chitosan

1,5% dan CMC 1,5% memiliki skor warna paling rendah diantara semua perlakuan pada hari ke-12 penyimpanan yakni 1. Panelis menyukai buah salak berwarna putih tulang. Semakin lama penyimpanan warna buah salak kupas semakin menjadi gelap. Banyak buah dan sayuran mengalami perubahan warna sebagai bagian dari fase senesen. Warna sangat penting bagi buah dan sayuran segar, karena oksidasi dan pencoklatan enzimatis berlangsung cepat saat kontak dengan oksigen, menyebabkan perubahan warna.

Selain uji sensori pada warna ada pula uji sensori untuk tingkat kesukaan panelis terhadap rasa buah salak pondoh kupas yang telah diberi perlakuan *edible coating* Chitosan dan CMC dengan berbagai konsentrasi serta kontrol tanpa perlakuan.



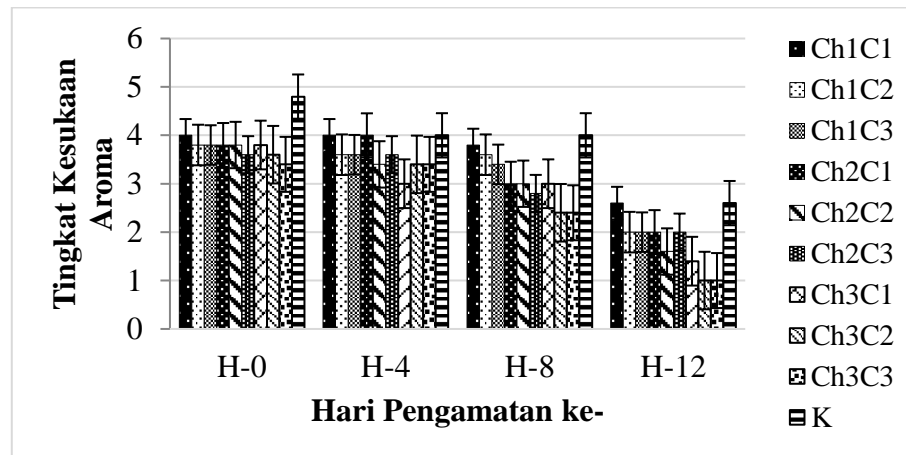
Gambar 7. Histogram Nilai Kesukaan Rasa Buah Salak Pondoh Kupas Selama Penyimpanan

Histogram pada gambar 7 menunjukkan tingkat kesukaan rasa panelis mengalami fluktuasi selama penyimpanan hingga hari ke-12. Dari hasil histogram nilai kesukaan rasa pada hari ke-12, nilai rasa baik diberikan oleh panelis pada kontrol, tetapi pemberian Chitosan dan CMC berbagai konsentrasi akan merubah

rasa, kecuali konsentrasi rendah yaitu Chitosan 0,5% dan CMC 0,5% (Ch1C1). Hal ini diduga perubahan nilai total padatan terlarut sehingga mempengaruhi penilaian panelis pada rasa kemanisan buah. Rendahnya asam organik dan tingginya gula sederhana mengakibatkan skor rasa menjadi lebih tinggi. Oleh karena itu dapat dikatakan bahwa panelis menyukai rasa buah salak pondoh kupas yang diberi *edible coating* Chitosan dan CMC dengan konsentrasi 0,5% hingga akhir penyimpanan.

Perlakuan terendah hingga hari terakhir penyimpanan yaitu pada Chitosan 1,5% dan CMC 1% serta Chitosan 1,5% dan CMC 1,5%. Diduga perubahan rasa pada perlakuan tersebut karena aktivitas mikroba setelah hari penyimpanan ke-12. Hal ini karena pertumbuhan mikroba tidak dihambat sehingga dapat menyebabkan luka pada dinding sel buah sehingga laju respirasi meningkat dan senyawa penyusun flavor akan hilang bersama zat terlarut yang menguap.

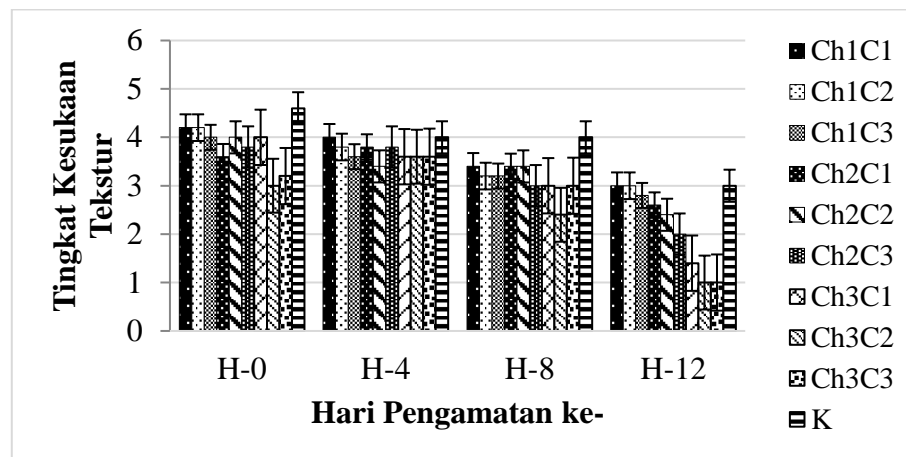
Pada awal buah salak pondoh kupas aroma yang dihasilkan pada buah yakni aroma harum khas buah salak. Namun seiring lamanya penyimpanan buah salak pondoh kupas ini memiliki aroma yang cenderung menurun hingga akhir penyimpanan. Menurut Elza (2016) menyatakan bahwa aroma bergantung pada kandungan zat volatil yang menyebabkan produk mudah melepas gas yang dapat terdeteksi oleh indera penciuman. Selain itu, aroma yang ditimbulkan oleh buah berasal dari asam organik yang terdapat didalamnya (Harun dkk, 2012).



Gambar 8. Histogram Nilai Tingkat Kesukaan Aroma Buah Salak Pondoh Kupas Selama Penyimpanan

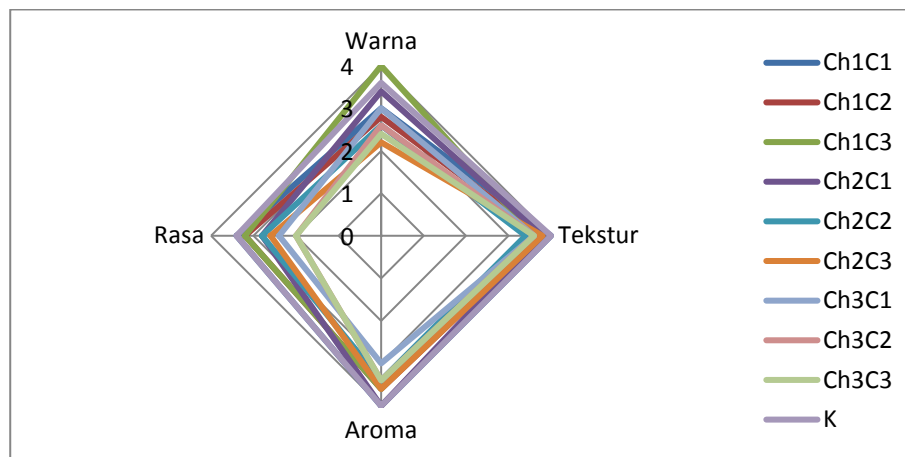
Penilaian organoleptik aroma yang diberikan panelis hingga hari ke-12 terendah pada perlakuan Chitosan 1,5% dan CMC 1% serta Chitosan 1,5% dan CMC 1,5% yakni 1. Hal ini dikarenakan buah salak sudah mengalami pembusukan, namun Chitosan dan CMC ini tidak menimbulkan bau yang tidak sedap pada buah.

Penilaian panelis terhadap tekstur buah salak pondoh kupas ini merupakan kriteria mutu yang di kaji konsumen setelah warna. Tingkat kesukaan tekstur buah terhadap semua perlakuan dan kontrol cenderung mengalami penurunan. Hal ini sejalan dengan lamanya penyimpanan buah menyebabkan hilangnya kadar air yang ada dalam buah salak oleh proses respirasi.



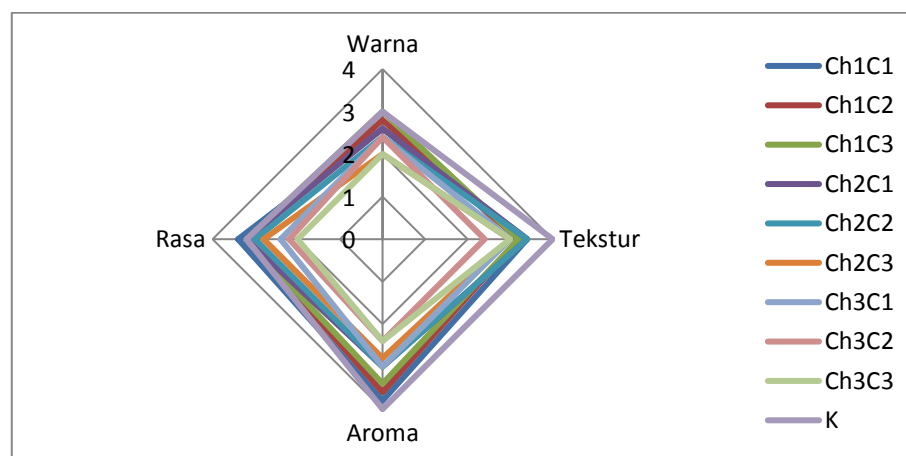
Gambar 9. Histogram Nilai Tingkat Kesukaan Tekstur Buah Salak Pondoh Selama Penyimpanan

Berdasarkan histogram nilai tingkat kesukaan tekstur pada buah salak menunjukkan bahwa pengamatan hari ke-0 hingga hari ke-12 terhadap semua perlakuan dan kontrol panelis memberi nilai cenderung “suka” dan “cukup suka”, sedangkan pada hari ke-12 penyimpanan panelis cenderung memberi nilai “tidak suka” dan “sangat tidak suka” kecuali pada perlakuan Chitosan 0,5% dan CMC 0,5%, Chitosan 0,5% dan CMC 1% serta kontrol yang cenderung memiliki nilai “cukup suka”. Menurut Kartasapoetra (1994) menyatakan perubahan tekstur salah satu penyebabnya yakni dikarenakan adanya pektin yang awalnya terdapat dalam bentuk enzim pektin *metilesterase* dan *poligalakturonase* menyebabkan pektin dapat larut ke dalam air dan melangsungkan pemecahan pektin menjadi senyawa-senyawa lain. Pemecahan tersebut mengakibatkan berubahnya tekstur hasil tanaman yang tadinya keras menjadi lunak.



Gambar 10. Radar Nilai Kesukaan Warna, Tekstur, Aroma, dan Rasa Pada Hari Ke-4

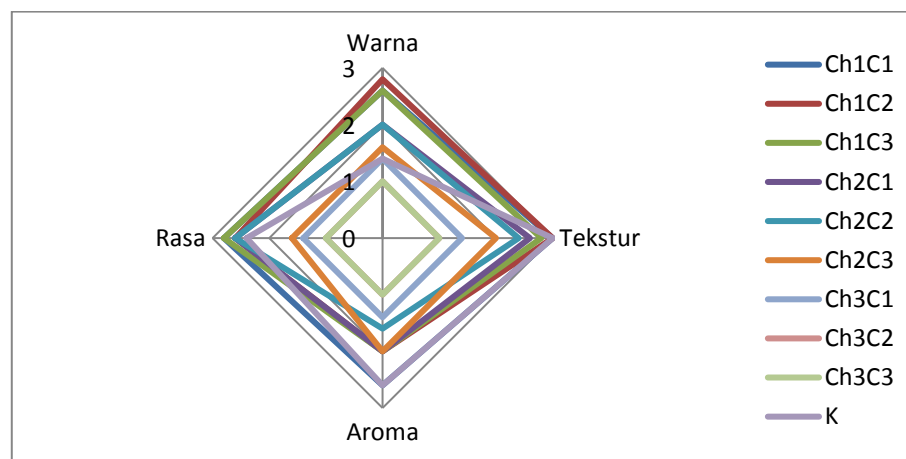
Pada radar nilai kesukaan terhadap warna, tekstur, aroma, dan rasa pengamatan hari ke-4 dapat dilihat nilai perlakuan yang baik yaitu pada konsentrasi Chitosan 0,5% dan CMC 0,5% (Ch1C1). Hal ini dikarenakan buah salak tersebut masih bisa diterima oleh panelis, tetapi pada warna tidak diterima oleh panelis. Pada kontrol tanpa pelapisan juga masih bisa diterima oleh panelis.



Gambar 11. Radar Nilai Kesukaan Warna, Tekstur, Aroma, dan Rasa Pada Hari Ke-8

Berdasarkan radar nilai kesukaan terhadap warna, tekstur, aroma, dan rasa pengamatan hari ke-8 dapat dilihat nilai kontrol tanpa pelapisan lebih bagus

daripada nilai salak yang diberi perlakuan. Tetapi ada beberapa salak dengan perlakuan Chitosan 0,5% dan CMC 1,5% (Ch1C3) hanya pada uji warna serta Chitosan 0,5% dan CMC 0,5% (Ch1C1) pada rasa yang masih bisa diterima oleh panelis.



Gambar 12. Radar Nilai Kesukaan Warna, Tekstur, Aroma, dan Rasa Pada Hari Ke-12

Berdasarkan radar nilai kesukaan terhadap warna, tekstur, aroma, dan rasa pengamatan hari ke-12 dapat dilihat buah yang masih bisa diterima oleh panelis yaitu pada konsentrasi Chitosan 0,5% dan CMC 0,5% tetapi hanya kesukaan pada tekstur, aroma, dan rasa. Tetapi ada beberapa salak dengan perlakuan Chitosan 0,5% dan CMC 1% (Ch1C2) hanya pada uji warna dan tekstur, Chitosan 0,5% dan CMC 1,5% (Ch1C3) pada rasa yang masih bisa diterima oleh panelis dan kontrol tanpa pelapisan yang masih bisa diterima oleh panelis yaitu tekstur dan aroma.

Menurut Utama (2017) menyatakan bahwa pencoklatan enzimatis tidak terjadi dalam sel tanaman yang utuh karena senyawa phenol yang tersimpan di dalam vakuola sel terpisah dengan enzim PPO yang terdapat dalam sitoplasma.



Namun, apabila jaringan mengalami kerusakan akibat pengirisan, pemotongan, atau pengupasan, akan terjadi pencampuran enzim PPO dan senyawa phenolic yang mengakibatkan pencoklatan secara cepat. Perlakuan *edible coating* Chitosan dan CMC diduga dapat menghambat difusi O<sub>2</sub> dan pertukaran gas pada buah yang dapat mengaktifkan enzim PPO dalam reaksi pencoklatan pada buah terolah minimal hingga hari ke-8.

Komponen utama rasa pada buah segar yakni rasa manis, keasaman, dan pahit. Rasa yang dihasilkan dari sejumlah proses kimia seperti manis, asam, dan segar yang dapat dikecap oleh lidah konsumen. Banyak komponen rasa dan aroma yang hilang pada buah segar melalui reaksi enzimatik yang dihasilkan oleh pengupasan, dan melalui peningkatan respirasi jaringan buah (Jennylynd B. James and Tipvanna Ngarmsak, 2010).

Peningkatan flavor selama pematangan buah selain adanya produksi senyawa volatil yang kompleks juga menurunnya senyawa penyebab rasa pahit seperti flavonoids, tannins, dan beberapa komponen lain (Hariyadi dan Mur 2015). Sedangkan penurunan flavor disebabkan karena tingginya laju respirasi dan transpirasi akibat senyawa volatil akan ikut menguap bersama zat terlarut lainnya.

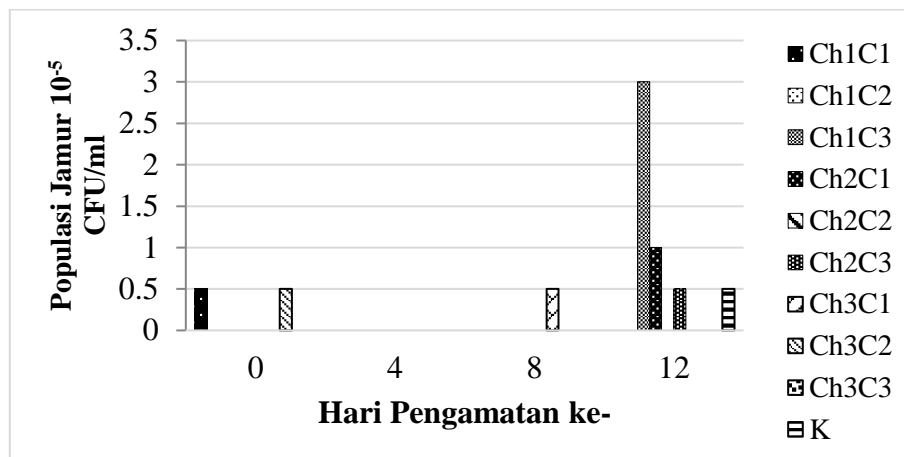
Aktivitas mikroba juga berkontribusi pada degradasi rasa produk segar. Produk segar akan mendapatkan rasa tidak enak dengan pertumbuhan bakteri asam laktat menghasilkan fermentasi dan produksi asam, alkohol dan gas karbon dioksida (CO<sub>2</sub>). Enzim lipase dan pemecahan asam amino dalam buah-buahan oleh mikroorganisme dapat berkontribusi pada perubahan rasa buah (Jennylyn B. James and Tipvanna Ngarmsak, 2010).

### E. Uji Mikrobiologi

Berbagai jenis mikroba seperti kapang dan bakteri asam laktat tumbuh pada buah-buahan yang mempunyai kadar karbohidrat yang cukup tinggi dengan nilai pH rendah. Salah satu metode untuk menentukan kandungan mikroorganisme dalam salak pondoh kupas yakni dengan pengukuran total mikroba (*Total Plate Count*). Total mikroba salak pondoh menunjukkan jumlah jamur. Mikrobia yang diamati yakni jenis kapang yang bisa menyerang buah salak dari tanaman dan merusak buah pada saat penyimpanan.

Berdasarkan histogram pertumbuhan jamur pada buah salak pondoh kupas menunjukkan hasil *plate count* mikrobia selama penyimpanan dapat dilihat bahwa tidak banyak jamur atau kapang yang tumbuh. Hal ini disebabkan oleh Chitosan dan CMC yang dapat menghambat serta mencegah tumbuhnya jamur pada buah salak pondoh kupas.

Berdasarkan hasil histogram pada (Gambar 11) menunjukkan jumlah jamur dalam pengenceran  $10^{-5}$  setiap harinya berfluktuatif. Jumlah jamur tertinggi terjadi pada pengamatan hari ke-12 pada perlakuan dengan konsentrasi Chitosan 0,5% dan CMC 1,5%. Pengamatan hari ke-4 tidak ada jamur yang tumbuh di berbagai konsentrasi.



Gambar 13. Histogram Pertumbuhan Jamur Pada Buah Salak Pondoh Selama Penyimpanan Dalam  $10^{-5}$  (CFU/ml)

*Chitosan* sangat berpotensi dijadikan sebagai bahan antibakteri, karena mengandung enzim *lysosim* dan gugus *aminopolysacharida* yang dapat menghambat pertumbuhan bakteri. Kemampuan dalam menekan pertumbuhan bakteri disebabkan Chitosan memiliki polikation bermuatan positif yang mampu menghambat pertumbuhan bakteri dan kapang (Wardaniati, 2009). Namun dengan penambahan CMC sebagai antibakteri memiliki pengaruh pada pelapisan salak pondoh kupas. Menurut Nisperos-Carriedo (1994) menyatakan bahwa CMC juga memiliki fungsi sebagai penghambat pertumbuhan kapang.

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