

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Susut Berat

Buah yang diberikan perlakuan pemotongan (*fresh cut*) dapat mengakibatkan rusaknya lapisan pelindung pada buah sehingga jaringan langsung berhubungan dengan lingkungan dan meningkatkan laju kehilangan air. Kandungan air dapat memberikan pengaruh terhadap kesegaran dan kenampakan pada buah. Dengan adanya kehilangan air, maka berat buah akan menurun dan bisa menyebabkan terjadinya pelayuan dan kerusakan pada buah (Sudiyono, 2008).

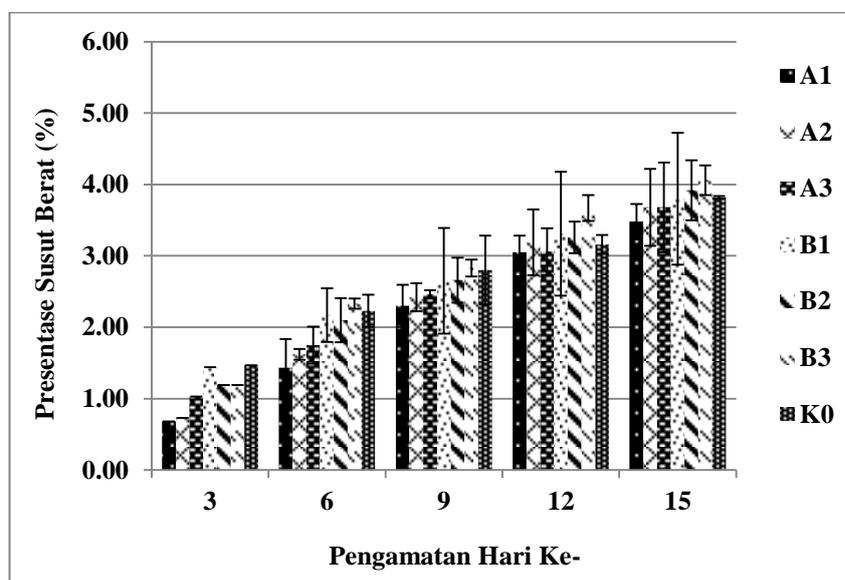
Parameter susut berat dilakukan setiap 3 hari sekali selama 15 hari penyimpanan. Parameter ini dilakukan dengan cara menimbang *fresh cut* apel beserta sterofom menggunakan timbangan analitik. Hasil nilai rata-rata susut berat *fresh cut* apel dinyatakan dalam satuan gram (g) dan dihitung dalam rumus hasilnya dinyatakan dalam satuan persen (%). Berikut nilai rerata susut berat disajikan pada tabel 2.

Tabel 1 : Rerata Hasil Susut Berat (%) *Fresh Cut* Buah Apel yang Diberikan Perlakuan dan Tanpa Perlakuan.

Perlakuan	Rerata Susut Berat (%)				
	Hari ke-				
	3	6	9	12	15
Natrium bisulfit 50 ppm	0,68b	1,43b	2,30a	3,05a	3,48a
Natrium bisulfit 100 ppm	0,73b	1,62ba	2,42a	3,19a	3,68a
Natrium bisulfit 150 ppm	0,98ba	1,75ba	2,46a	3,06a	3,68a
L-arginin 50 Mm	1,44a	2,17ba	2,65a	3,31a	3,80a
L-arginin 100 mM	1,19ba	2,10ba	2,65a	3,26a	3,92a
L-arginin 150 mM	1,19ba	2,33a	2,83a	3,67a	4,05a
Tanpa perendaman	1,47a	2,23a	2,80a	3,16a	3,82a

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 pengamatan yang tersaji dalam tabel sidik ragam parameter Susut Berat (Lampiran 3.A), menunjukkan adanya pengaruh perendaman natrium bisulfit dan l-arginin pada hari ke 3 dan 6. Sedangkan pada hari ke 9 hingga ke 15 tidak ada pengaruh perendaman terhadap persentase penurunan susut berat *fresh cut* buah apel Manalagi. Tabel 2 hasil rerata susut berat menunjukkan perlakuan natrium bisulfit 50 ppm lebih mampu menekan tingkat penurunan susut berat pada hari ke 3 dan ke 6. Sedangkan pada hari ke 9 hingga ke 15 perendaman natrium bisulfit juga menunjukkan nilai penurunan susut berat yang lebih rendah namun tidak ada beda nyata dengan perlakuan lainnya. Histogram susut berat *fresh cut* buah apel Manalagi selama 15 hari penyimpanan disajikan pada gambar 1.



Gambar 1. Histogram Nilai Susut Berat (%) *Fresh cut* Buah Apel

Berdasarkan histogram Susut Berat pada Gambar 1, menunjukkan terjadi peningkatan persentase susut berat pada *fresh cut* apel selama 15 hari penyimpanan, namun tidak ada beda nyata antar tiap perlakuan. Peningkatan susut berat terjadi karena buah mengalami transpirasi (kehilangan air). Transpirasi

merupakan proses pengeluaran air dari dalam jaringan buah ke lingkungan. Menurut Eveline (2009), transpirasi terjadi karena adanya proses evaporasi. Evaporasi terjadi karena adanya perbedaan tekanan air luar dan dalam buah apel sehingga uap air secara langsung ke tekanan yang lebih rendah melalui pori-pori pada permukaan buah (Krochta *et al.*, 1994). Menurut Hardenberg *et al.*, (1986), kehilangan air merupakan penyebab utama dari kehilangan berat, menurunkan kenampakan (layu dan pengkerutan), serta kualitas teksturnya pada suatu komoditas. Selain itu, buah apel merupakan buah klimakterik yang mengalami respirasi seiring pematangan buah (Kismaryanti, 2007; Lathifa, 2013). Pemotongan buah yang dilakukan pada buah apel Manalagi juga menyebabkan jaringan yang terdapat pada buah mudah terpapar dengan lingkungan sehingga penguapan air meningkat (Malina dkk, 2014).

Peningkatan nilai persentase susut berat disebabkan juga dari laju respirasi yang meningkat. Murdijati dan Yuliana (2014) menjelaskan, laju respirasi yang meningkat sehingga menghasilkan energi atau panas yang semakin besar menyebabkan peningkatan suhu pada jaringan buah. Suhu internal buah yang tinggi menyebabkan selisih antara tekanan uap lingkungan dan buah menjadi besar, semakin besar selisih yang terjadi maka kecepatan laju perpindahan uap air akan semakin tinggi. Uap air pada buah berpindah ke lingkungan yang bertekanan rendah melalui pori-pori terbesar dipermukaan buah, sehingga berpengaruh terhadap nilai susut berat yang besar.

Dari hasil penelitian ini menunjukkan bahwa semua perlakuan cenderung tidak dapat menghambat proses penurunan susut berat, karena perlakuan yang

diberikan tidak dapat menghambat proses transpirasi dan memberikan tekanan parsial yang berbeda antara lingkungan luar dengan dalam sehingga terjadi penyusutan pada *fresh cut* buah apel Manalagi. Hal ini diduga karena difusi uap air dari atmosfer dalam pembungkus buah ke lingkungan luar terjadi cukup mudah karena bahan memiliki permeabilitas rendah terhadap uap air karena sifatnya yang hidrofilik. Suatu membran hidrofilik cenderung untuk menyerap air karena sifatnya yang polar sebagaimana sifat air. Semakin hari, persentase penurunan berat semakin tinggi. Hal ini dapat disebabkan karena permeabilitas bahan semakin hari semakin kecil sehingga transpirasi yang menyebabkan penurunan berat lebih banyak terjadi.

Selain itu, diduga karena kelembaban pada pengamatan yang kurang sesuai. Sesuai penelitian Lie, Hwa (2014), bahwa bahan pangan yang disimpan pada suhu dengan kelembaban yang rendah, maka bahan pangan tersebut akan segera layu dan kehilangan beratnya akibat penguapan volatil termasuk air, gas karbon dioksida, serta gas etilen.

B. Kekerasan

Kekerasan merupakan salah satu indikator mutu buah segar. Kekerasan adalah antara parameter yang diukur untuk mengetahui pengaruh tingkat kekerasan buah apel akibat respirasi, transpirasi dan aktivitas bakteri. Parameter kekerasan merupakan parameter penting dalam hal penerimaan konsumen terhadap buah-buahan dan sayur-sayuran, dimana tingkat kekerasan buah selama proses pematangan mempengaruhi daya simpannya dan penyebaran kontaminasi (Marlina dkk, 2014).

Pengukuran kekerasan buah dilakukan selama penyimpanan 15 hari dengan pengamatan 3 hari sekali menggunakan alat *Hand Penetrometer*. Hasil nilai rata-rata kekerasan *fresh-cut* apel dinyatakan dalam satuan Newton (N) dan dihitung dalam rumus hasilnya dinyatakan dalam satuan N/mm^2 . Rerata hasil pengamatan parameter kekerasan disajikan pada tabel 3.

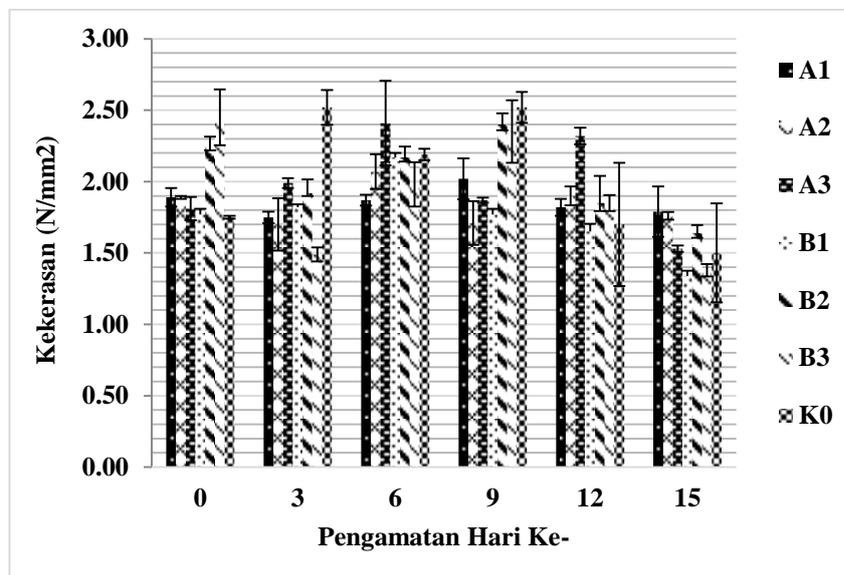
Tabel 2 : Rerata Hasil Kekerasan (N/mm^2) *Fresh Cut* Buah Apel yang Diberikan Perlakuan dan Tanpa Perlakuan.

Perlakuan	Rerata Kekerasan					
	Hari ke-					
	0	3	6	9	12	15
Natrium bisulfit 50 ppm	1,88c	1,75cd	1,87c	2,02b	1,82b	1,80a
Natrium bisulfit 100 ppm	1,89c	1,70d	2,07bc	1,71c	1,90b	1,76ba
Natrium bisulfit 150 ppm	1,81c	2,00b	2,41a	1,87cb	2,32a	1,53bdac
L-arginin 50 mM	1,77c	1,82cbd	2,17ba	1,77c	1,64b	1,34d
L-arginin 100 mM	2,26b	1,92cb	2,17ba	2,40a	1,85b	1,64bac
L-arginin 150 mM	2,45a	1,50e	1,98bc	2,35a	1,85b	1,38dc
Tanpa perendaman	1,75c	2,52a	2,19ba	2,52a	1,70b	1,50bdc

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 pengamatan yang tersaji dalam tabel sidik ragam (Lampiran 3.B) menunjukkan bahwa adanya pengaruh perendaman Natrium bisulfit dan l-arginin terhadap nilai kekerasan *fresh cut* apel Manalagi selama 15 hari penyimpanan. Pada tabel 3 menunjukkan bahwa perlakuan Natrium bisulfit 50 ppm cenderung lebih mampu mempertahankan kekerasan pada *fresh cut* buah apel Manalagi. Prinsip dari *hand penetrometer fruit* yaitu nilai kekerasan yang rendah menunjukkan bahwa buah sudah lunak dan matang, sedangkan nilai kekerasan yang masih tinggi berarti buah belum matang. Hal ini sesuai dengan pernyataan Pantastico (1986) dan Lathifa (2013), bahwa pengukuran kekerasan dengan penetrometer tergantung pada tebalnya kulit luar buah, kandungan total

zat padat, dan perbedaan banyaknya pati. Histogram kekerasan fresh cut buah apel Manalagi selama 15 hari penyimpanan disajikan pada gambar 2.



Gambar 2. Histogram Nilai Kekerasan (N/mm²) *Fresh cut* Buah Apel

Berdasarkan histogram pada Gambar 2, menunjukkan nilai kekerasan yang mengalami fluktuasi pada beberapa perlakuan namun tetap mengalami penurunan pada hari terakhir atau hari ke 15, hal ini dikarenakan meningkatnya laju respirasi sehingga proses metabolisme juga berlangsung cepat. Menurut Winarno (2009), nilai kekerasan *fresh-cut* apel dapat menurun disebabkan karena protopektin berubah menjadi pektin yang larut dalam air, sehingga mengakibatkan penurunan daya kohesi dinding sel yang mengikat dinding sel yang lain. Respirasi yang tinggi menyebabkan penggunaan substrat yang terdapat pada buah apel menjadi tinggi, sehingga proses senesen lebih cepat, serta peningkatan kelunakan menjadi cepat. Hal ini menyebabkan terjadinya peningkatan transpirasi, disintegrasi sel, penambahan ruang udara, selanjutnya menyebabkan terjadinya peningkatan kelunakan buah.

Menurut Jennylynd B. James and Tipvanna Ngarmsak (2010), pelunakan pada jaringan buah potong segar selama penyimpanan merupakan dampak perubahan struktural pada daging sel primer. Hal ini disebabkan oleh aktivitas enzimatis yang menyebabkan perombakan sel pektin. Pektin banyak terdapat pada dinding sel yang berfungsi sebagai perekat. Selama penyimpanan buah, senyawa pektin mengalami depolimerasi dan desterifikasi sehingga senyawa pektin yang awalnya tidak larut dalam air menjadi larut dan tekstur buah menjadi lunak.

Terjadinya fluktuasi pada beberapa perlakuan terhadap nilai kekerasan *fresh cut* apel dikarenakan buah yang digunakan berbeda-beda dan kondisi fisik juga berbeda. Sesuai dengan pernyataan (Pantastico, 1989), bahwa kekerasan pada buah menurun dikarenakan kandungan air pada buah apel yang semakin berkurang menyebabkan tekanan turgor dan tingkat kekerasan buah mengalami penurunan. Nilai kekerasan menunjukkan tingkat kesegaran apel, namun nilai kekerasan dikatakan baik bukan karena nilai kekerasannya terlalu tinggi atau terlalu rendah, namun tergantung dari kondisi fisik buah tersebut. Kekerasan buah yang tinggi dapat disebabkan karena karena tekstur buahnya yang sudah layu atau berkerut, sebaliknya nilai rendah bisa disebabkan buah yang telah busuk.

Hasil dari pengamatan pada tabel 3 di peroleh bahwa *fresh cut* apel telah diberi perlakuan perendaman Natrium bisulfit 50 ppm memiliki nilai kekerasan lebih tinggi. Hal ini di duga karena kandungan senyawa sulfit yang dapat berkontribusi pada pengurangan oksigen sehingga terhambatnya proses respirasi. Menurut Yu Shen *et al.*, (2012) menyatakan bahwa sulfit berkontribusi terhadap pengurangan oksigen sehingga atau metabolisme, sehingga perombakan

karbohidrat menjadi senyawa yang terlarut air berkurang, maka kekerasan buah akan bertahan. Selain itu, natrium bisulfit memiliki efek antibakteri yang menyebabkan aktivitas enzim dalam menguraikan senyawa-senyawa kompleks menjadi senyawa-senyawa sederhana yang dapat diserap oleh mikroorganisme sebagai sumber nutrisi semakin lambat (Winarno, 2010), sehingga mampu mempertahankan kekerasan dari *fresh cut* buah apel Manalagi yang dimana aktivitas bakteri merupakan salah satu pengaruh tingkat kekerasan pada buah dan hal ini sesuai dengan hasil uji mikrobiologi yang dimana perlakuan natrium bisulfit cenderung memiliki pertumbuhan mikroba yang lebih rendah dibanding l-arginin. Mekanisme kerja zat antibakteri secara umum adalah dengan merusak struktur-struktur utama dari sel seperti dinding sel, sitoplasma, ribosom, dan membran sitoplasma. Senyawa bakteri mampu menghambat aktivitas bakteri (Litbangkes, 2001).

C. Total Asam Titrasi

Total asam titrasi dihitung sebagai kadar asam yang dominan dalam buah. Asam-asam organik yang biasa terdapat dalam buah-buahan adalah asam format, asetat, fumarat malat, sitrat, suksinat, tartarat oksaloasetat, kuinat, sikimat, oksalat dan sebagainya. Asam-asam organik dalam buah akan mempengaruhi rasa dan aroma buah sehingga digunakan untuk menentukan mutu buah-buahan (Muchtadi *et al.* 2010). Pada penelitian yang dilakukan, asam titrasi dalam buah apel dihitung sebagai kandungan asam malat. Kandungan asam dapat digunakan sebagai indikator kemasakan buah. Kandungan asam buah akan menurun saat buah semakin matang. Pengujian total asam titrasi dilakukan

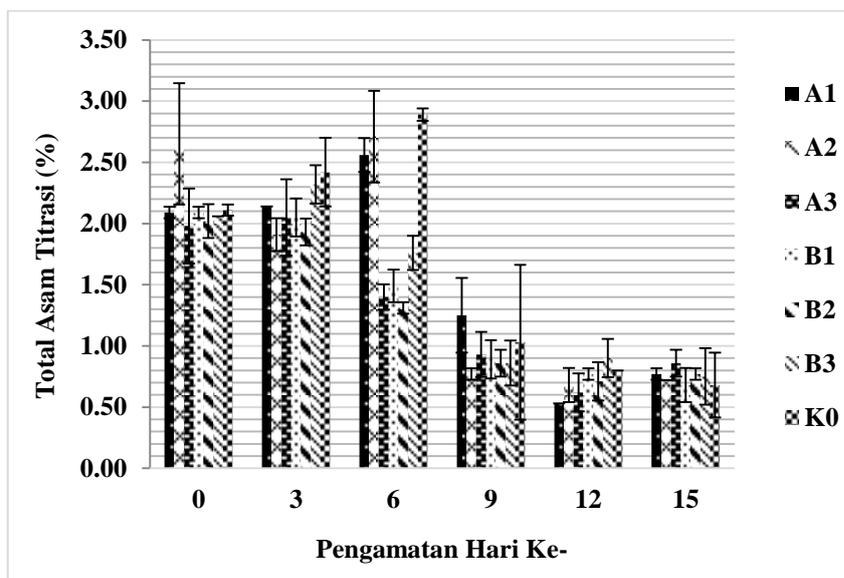
dengan menitrasi menggunakan NaOH 0,1 N dan Indikator PP. Rerata hasil uji total asam tertitrasi disajikan pada tabel 4.

Tabel 3 : Rerata Hasil Total Asam Tertitrasi (%) *Fresh Cut* Buah Apel yang Diberikan Perlakuan dan Tanpa Perlakuan.

Perlakuan	Rerata Asam Titrasi (%)					
	Hari ke-					
	0	3	6	9	12	15
Natrium bisulfit 50 ppm	2,08b	2,14bac	2,56b	1,25a	0,53c	0,77a
Natrium bisulfit 100 ppm	2,65a	1,91c	2,71ba	0,77b	0,68bac	0,72a
Natrium bisulfit 150 ppm	1,98b	2,05bc	1,40d	0,93ba	0,62bc	0,86a
L-arginin 50 mM	2,08b	2,05bc	1,49dc	0,89ba	0,77ba	0,68a
L-arginin 100 mM	2,02b	1,93c	1,31d	0,86b	0,71bac	0,77a
L-arginin 150 mM	2,06b	2,32ba	1,76c	0,86b	0,90a	0,75a
Tanpa perendaman	2,11b	2,42a	2,89a	0,95ba	0,80ba	0,68a

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 pengamatan yang tersaji dalam tabel sidik ragam (Lampiran 3.C) dapat dilihat bahwa perbedaan rerata antar tiap perlakuan terjadi pada pengamatan hari ke 3, 6, 9, dan 12, hal ini berarti menunjukkan perlakuan perendaman Natrium bisulfit dan l-arginin berpengaruh terhadap nilai total asam tertitrasi *fresh cut* buah apel Manalagi, sedangkan pada pengamatan hari terakhir menunjukkan tidak ada pengaruh perlakuan terhadap nilai total asam tertitrasi. beda nyata antar tiap perlakuan. Tabel 4 menunjukkan bahwa nilai total asam tertitrasi tertinggi terjadi pada *fresh cut* buah apel yang diberi perlakuan perendaman l-arginin sehingga perlakuan ini lebih mampu mempertahankan total asam pada buah. Histogram total asam tertitrasi selama 15 hari penyimpanan disajikan pada gambar 3.



Gambar 3. Histogram Nilai Total Asam Titrasi (%) *Fresh cut* Buah Apel

Berdasarkan data histogram pada Gambar 3, menunjukkan bahwa nilai total asam tertitrasi *fresh cut* apel Manalagi cenderung mengalami penurunan dari awal pengamatan hingga akhir. Berdasarkan pola histogram tersebut pada hari ke-0 hingga ke-3 buah sedang melakukan penyusunan asam-asam organik sehingga mengalami penurunan. Sedangkan pada hari ke-6, apel berada di puncak klimaterik, dimana asam pada apel akan mengalami penurunan akibat respirasi yang tinggi, dan pada pengamatan hari ke-9 hingga akhir pengamatan mengalami penurunan akibat senesen. Hal ini sesuai dengan laju respirasi apel yang dimana termasuk buah klimaterik, sehingga pola respirasinya meningkat dan mendadak (*repiration burst*) yang menyertai atau mendahului pemasakan, melalui peningkatan CO₂ dan etilen (Widodo dkk., 2013). Hal ini juga sesuai dengan pendapat Bari *et al.*, (2006) dan Novita dkk, (2012), bahwa total asam buah akan meningkat pada tingkat kematangan awal dan akan menurun lagi pada buah yang mendekati busuk. Berdasarkan pola histogram pada Gambar 3, menunjukkan bahwa laju asam tertitrasi sesuai dengan respirasi buah klimaterik yang dimana

pada awal laju respirasinya mengalami penurunan ditandai dengan jumlah CO₂ yang dihasilkan akan terus menurun kemudian secara tiba-tiba produksi gas CO₂ akan meningkat (Winarno dan Aman, 1981 ; Lathifa, 2013).

Terjadinya penurunan total asam selama waktu penyimpanan menurut Setiasih (1999) disebabkan karena asam-asam organik digunakan dalam siklus asam trikarboksilat atau siklus kreb pada proses metabolisme buah. Perlakuan perendaman L-arginin dapat menghambat penurunan total asam dilihat dari hasil pengamatan yang mempunyai nilai total asam tertitrasi lebih rendah, hal ini dikarenakan arginin akan memicu munculnya NO dalam buah pada bagian tertentu kemudian akan menon-aktifkan enzim sehingga daur Krebs terhenti. Hal ini didukung oleh pernyataan Taiz and Zeiger, (2002); Siedowdan Day, (2000) yaitu apabila tingkat ATP di mitokondira tinggi dan jika kinase aktif maka daur Krebs terhenti atau lambat sehingga penggunaan asam-asam organik dalam proses metabolisme buah juga berjalan lambat. Siklus Krebs merupakan salah satu tahap respirasi aerob, yaitu proses yang menghasilkan energi dimana dalam prosesnya membutuhkan oksigen.

Perlakuan l-arginin lebih mampu mencegah penurunan total asam tertitrasi pada *fresh cut* buah apel Manalagi dilihat dari hasil pengamatan yang memiliki nilai total asam tertitrasi cenderung tinggi. Hal ini dikarenakan senyawa *polyamin* yang terdapat pada l-arginin merupakan senyawa yang dapat menghambat aktivitas etilen sehingga laju respirasi juga dapat dihambat dengan perendaman l-arginin. Menurut Mikasari (2004), proses respirasi pada buah dapat digunakan

sebagai petunjuk umur simpan buah, semakin rendah laju respirasi memberikan umur simpan yang semakin panjang dan sebaliknya.

D. Total Padatan Terlarut

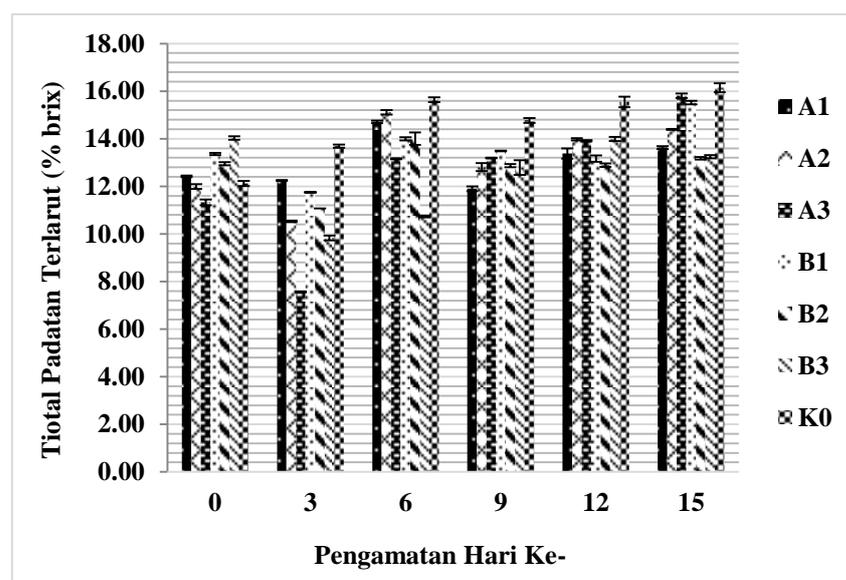
Total padatan terlarut pada buah yang memiliki rasa manis menunjukkan tingkat kemanisan dari buah tersebut. Nilai total padatan terlarut pada dasarnya menggambarkan gula secara keseluruhan/gula total (Santosa 2007). Nilai TPT digunakan untuk mengidentifikasi tingkat kematangan buah (Hidayah, Nunung Nurul, 2009). Semakin matang buah maka semakin banyak TPT yang terkandung didalamnya. Semakin asam buah maka semakin sedikit TPT yang terkandung didalamnya. Hal ini terjadi selama proses pematangan berlangsung. Akan terjadi peningkatan jumlah gula dan penurunan jumlah asam. Pengujian total padatan terlarut dilakukan setiap 3 hari sekali selama 15 hari penyimpanan menggunakan alat *hand refractometer*, Besarnya nilai padatan terlarut dinyatakan dengan % brix. Rerata hasil pengamatan parameter total padatan terlarut *fresh cut* buah apel disajikan pada tabel 5.

Tabel 5: Rerata Hasil Total Padatan Terlarut (Brix %) *Fresh Cut* Buah Apel yang Diberikan Perlakuan dan Tanpa Perlakuan.

Perlakuan	Rerata Total Padatan Terlarut (Brix %)					
	Hari ke-					
	0	3	6	9	12	15
Natrium bisulfit 50 ppm	12,42d	12,25b	14,71c	11,90e	13,38c	13,63e
Natrium bisulfit 100 ppm	11,99e	10,53e	15,11b	12,81d	13,98b	14,40d
Natrium bisulfit 150 ppm	11,33f	7,55g	13,17e	13,19c	13,92b	15,81b
L-arginin 50 mM	13,36b	11,75c	13,95d	13,50b	13,17c	15,52c
L-arginin 100 mM	12,95c	11,07d	14,15d	12,87d	12,89d	13,18f
L-arginin 150 mM	14,03a	9,83f	10,73f	12,79d	13,99b	13,25f
Tanpa perendaman	12,11e	13,69a	15,64a	14,77a	15,55a	16,14a

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 pengamatan yang tersaji dalam tabel sidik ragam (Lampiran 3.E.) menunjukkan adanya beda nyata pada perendaman Natrium bisulfit dan l-arginin terhadap *fresh cut* buah apel Manalagi. Hal ini menunjukkan bahwa perendaman Natrium bisulfit dan l-arginin memberikan pengaruh terhadap nilai uji total padatan terlarut *fresh cut* buah apel selama 15 hari penyimpanan. Berdasarkan tabel 5, nilai total padatan terlarut yang memiliki nilai terendah yaitu *fresh cut* buah apel Manalagi yang beri perlakuan l-arginin 100 mM, sedangkan nilai total padatan terlarut tertinggi pada perlakuan tanpa perendaman. Histogram total padatan terlarut selama 15 hari penyimpanan disajikan pada gambar 4.



Gambar 4. Histogram Total Padatan Terlarut (Brix %) *Fresh cut* Buah Apel

Berdasarkan tabel histogram total padatan terlarut pada Gambar 4 menunjukkan terjadinya perubahan gula total yang fluktuatif. Pada hari ke 3 perlakuan Natrium bisulfit dan l-arginin cenderung mengalami penurunan, sedangkan perlakuan tanpa perendaman mengalami kenaikan. Hal ini dikarenakan apel yang diberikan perlakuan telah mengalami masa klimakterik sehingga terjadi

penurunan gula total. Sedangkan pada hari ke 6 mengalami peningkatan pada perlakuan tanpa perendaman, hal ini diduga karena gula yang terbentuk dari hasil perombakan pati akan digunakan sebagai substrat respirasi untuk menghasilkan energi. Peningkatan laju respirasi ini disebabkan terjadinya *stress* pada *fresh cut* buah apel yang menyebabkan peningkatan kehilangan bagian-bagian sel dan mengakibatkan kontak yang lebih besar antara substrat hasil metabolisme serta enzim-enzim kompleks (Pase, 2010).

Meningkatnya kandungan total padatan terlarut selama penyimpanan menunjukkan peningkatan kandungan gula buah apel selama penyimpanan. Hal ini disebabkan karena selama penyimpanan terjadi perombakan senyawa kompleks (karbohidrat kompleks) menjadi gula-gula sederhana sehingga tingkat kemanisan salak pondoh meningkat (Muchtadi *et al.* 2010; Lestari *et al.* 2013). Sedangkan menurut Winarno dan Wiratakusumah (1981), menyatakan bahwa penurunan nilai padatan terlarut total selama penyimpanan disebabkan karena sebagian gula digunakan untuk proses respirasi, selain itu juga dapat disebabkan gula-gula sederhana mengalami perubahan menjadi alkohol, aldehid, dan asam.

Menurut Purwanto dan Effendy (2016), secara umum buah-buahan dan sayuran menyimpan karbohidrat untuk persediaan energi. Persediaan ini digunakan untuk melaksanakan aktivitas metabolisme, oleh karena itu dalam proses pematangan, kandungan gula dan karbohidrat selalu berubah sehingga terjadi fluktuasi gula total pada *fresh cut* buah apel Manalagi.

Pada hasil pengamatan menunjukkan perlakuan 1-arginin 100 mM cenderung memiliki nilai total padatan terlarut terendah dibanding perlakuan

lainnya, hal ini karena l-arginin yang digunakan termasuk ke dalam senyawa *polyamine*. Senyawa *polyamine* merupakan senyawa yang dapat menghambat aktivitas etilen. Poliamin juga dapat menekan laju respirasi buah sehingga perombakan karbohidrat menjadi glukosa dapat berjalan lambat. Sehingga pada waktu perhitungan total padatan terlarut mengalami penurunan. Nurrachman (2004) menyatakan bahwa berkurangnya oksigen yang masuk dalam buah menyebabkan terhambatnya proses respirasi, sehingga mengakibatkan penggunaan substrat seperti gula lebih rendah, dan mengakibatkan penggunaan hasil perubahan pati menjadi lebih sedikit.

Pada perlakuan tanpa perendaman memiliki nilai total padatan terlarut tertinggi dibanding perlakuan lain, hal ini di duga karena tidak adanya penghambat laju respirasi sehingga laju respirasi tinggi dan perombakan karbohidrat menjadi glukosa berjalan cepat. Menurut Trisnawati, W. Dan Rubiyono (2004), buah dengan laju respirasi yang tinggi maka perombakan karbohidrat akan semakin cepat sehingga buah cepat mengalami kemunduran mutu dan akhirnya menjadi rusak. Hal ini didukung oleh pendapat Miranti (2009), yang menyatakan bahwa respirasi merupakan proses pemecahan bahan-bahan kompleks dalam sel seperti pati, glukosa, dan asam amino menjadi molekul yang sederhana seperti CO₂, air, energi dan molekul lainnya yang dapat digunakan oleh sel untuk reaksi sintesis.

E. Gula Reduksi

Gula reduksi merupakan golongan gula (karbohidrat) yang memiliki kemampuan untuk mereduksi dikarenakan terdapat gugus aldehida atau keton

bebas. Gula reduksi merupakan senyawa penting dari karbohidrat dalam penyediaan substrat untuk metabolisme respirasi. Pada saat berlangsungnya proses respirasi terjadi pemecahan polisakarida berupa amilum (zat pati) menjadi disakarida (sukrosa) dan monosakarida berupa gula tereduksi (glukosa dan fruktosa) yang dibantu oleh enzim amilase (Pujimulyani, 2009). Rerata hasil pengamatan parameter gula reduksi *fresh cut* buah apel disajikan pada tabel 6.

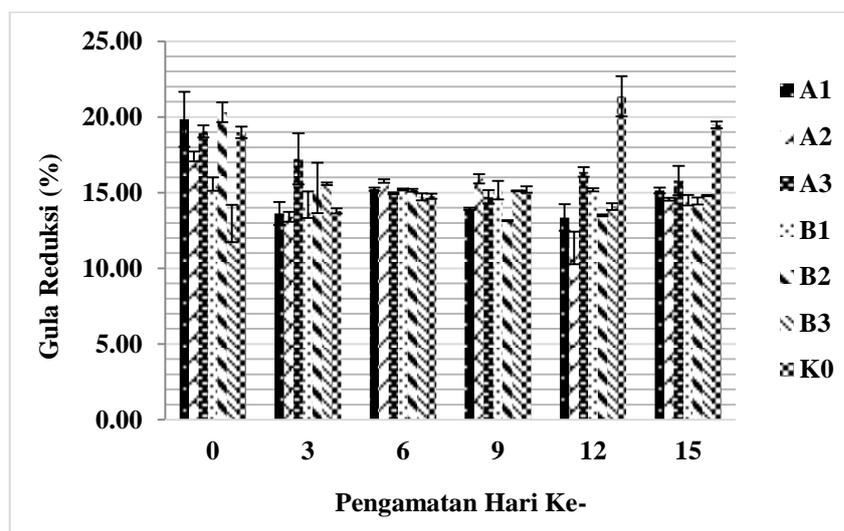
Tabel 6 :Rerata Hasil Gula Reduksi (%) *Fresh Cut* Buah Apel yang Diberikan Perlakuan dan Tanpa Perlakuan.

Perlakuan	Rerata Gula Reduksi (%)					
	Hari ke-					
	0	3	6	9	12	15
Natrium bisulfit 50 ppm	19,84a	17,63c	15,23b	13,93c	13,36d	15,14cb
Natrium bisulfit 100 ppm	17,40b	13,41c	15,77a	15,92a	11,35e	14,56c
Natrium bisulfit 150 ppm	19,03ba	17,23a	15,00cd	14,72b	16,37b	15,80b
L-arginin 50 mM	15,56c	14,21bc	15,21b	15,16b	15,19cb	14,51c
L-arginin 100 mM	20,31a	15,32bc	15,16cb	13,14d	13,50d	14,44c
L-arginin 150 mM	12,96d	15,60bc	14,71d	15,11b	14,08cd	14,81c
Tanpa perendaman	18,98ba	13,80bc	14,75d	15,21b	21,36a	19,48a

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 pengamatan yang tersaji dalam tabel sidik ragam (Lampiran 3.D.), menunjukkan adanya beda nyata antar tiap perlakuan terhadap *fresh cut* buah ape pada hari ke 0, 3, 6, 9, 12, dan 15. Hal ini menunjukkan bahwa perendaman Natrium bisulfit dan l-arginin mampu menghambat laju respirasi yang dapat berpengaruh pada peningkatan kadar gula reduksi *fresh cut* buah apel Manalagi. Pada tabel 6, nilai gula reduksi yang cenderung rendah yaitu pada *fresh cut* buah apel yang diberi perlakuan l-arginin dan natrium bisulfit 100 ppm,

namun nilai gula reduksi yang terendah terjadi pada perlakuan l-arginin 100 mM. Sedangkan nilai gula reduksi yang cenderung tinggi terjadi pada perlakuan tanpa perendaman. Histogram hasil uji gula reduksi disajikan pada gambar 5.



Gambar 5. Histogram Gula Reduksi (%) *Fresh cut* Buah Apel

Berdasarkan tabel histogram gula reduksi pada gambar 5, menunjukkan rerata gula reduksi pada *fresh cut* apel Manalagi mengalami fluktuasi pada beberapa perlakuan dan hari. Hari ke 0 hingga hari ke 3 mengalami penurunan hampir seluruh perlakuan. Penurunan gula reduksi disebabkan karena glukosa telah digunakan sebagai substrat dalam respirasi. Perubahan gula reduksi mengikuti pola respirasi pada buah. Menurut Baldwin (1999), menjelaskan bahwa buah yang tergolong klimaterik, mengalami peningkatan respirasi pada awal penyimpanan dan setelah itu cenderung mengalami penurunan seiring dengan lamanya penyimpanan.

Nilai gula reduksi mengalami peningkatan pada penyimpanan hari ke 6 hingga ke 15 pada beberapa perlakuan. Meningkatnya nilai gula reduksi diduga disebabkan karena terjadinya peningkatan laju respirasi pada *fresh cut* buah apel.

Hal ini merujuk pada nilai total asam tertitrasi yang menunjukkan bahwa buah yang mengalami pematangan memiliki laju respirasi yang tinggi. Apabila, laju respirasi meningkat maka enzim perombak pati (amilase dan maltase) akan bekerja lebih keras. Pati sebagai cadangan makanan pada buah akan terhidrolisis menjadi sukrosa yang kemudian berubah menjadi gula-gula reduksi sebagai substrat dalam respirasi (Willes, 2000).

Wolfe dan Kips (1993), menyatakan bahwa umumnya gula reduksi mengalami peningkatan pada tahap pematangan buah apel (klimakterik). Hal ini dikarenakan terhidrolisisnya pati menjadi glukosa, fruktosa, dan sukrosa, kemudian akan terjadi fase penurunan kadar gula reduksi karena telah melewati batas kematangannya. Nilai gula reduksi yang tinggi menunjukkan bahwa buah lebih cepat mengalami proses perombakan pati yang menandai proses pematangan juga berlangsung cepat. Menurut Wills *et al.*, (2007) umumnya terjadi kenaikan kandungan gula yang kemudian disusul dengan penurunan pada buah selama penyimpanan, dan hal ini mengikuti pola respirasi buah.

L-arginin yang digunakan pada penelitian ini termasuk ke dalam senyawa *polyamine* yang dimana senyawa tersebut merupakan senyawa yang dapat menghambat aktivitas etilen. Poliamin juga dapat menekan laju respirasi buah sehingga perombakan karbohidrat menjadi glukosa dapat berjalan lambat, sehingga pada waktu perhitungan kadar gula reduksi mengalami penurunan dikarenakan gula reduksi belum dirubah menjadi senyawa lain oleh enzim pektolik. Karbohidrat yang terdapat pada *fresh cut* buah apel dirubah secara bertahap oleh enzim amilase menjadi gula reduksi. Gula reduksi yang terbentuk

berasal dari perubahan zat pati menjadi glukosa yang menyebabkan buah apel terasa manis. Pemasakan merupakan awal dari proses penuaan yang disertai pembusukan pada buah. Proses pemasakan yang cepat menunjukkan penuaan pada buah tersebut juga akan cepat (Pantastico, 1989).

Pada *fresh cut* buah apel manalagi perlakuan tanpa perendaman apapun terjadi peningkatan gula reduksi yang lebih tinggi dibanding perlakuan lainnya, hal ini dikarenakan pada perlakuan tanpa perendaman laju respirasi sangat tinggi sehingga kadar gula reduksi juga meningkat. Menurut Budi dan Gatut (2010), pada dasarnya selama buah masih melakukan respirasi akan mengalami 2 fase yaitu fase pemecahan polisakarida menjadi gula sederhana yang berakibat pada kenaikan kadar gula reduksi pada buah, serta fase yang berujung pada menurunnya kadar gula reduksi dengan terjadinya oksidasi gula sederhana menjadi asam piruvat dan asam organik.

F. Warna

Menurut Soekarto (1985), sistem warna Hunter Lab memiliki tiga atribut, yaitu nilai L, a dan b, Nilai L menunjukkan kecerahan sampel (warna kromatis, 0 = hitam sampai 100 = putih), Warna kromatik merah sampai hijau ditunjukkan oleh nilai a (a = 0 sampai 100 untuk warna merah, a = 0 sampai -100 untuk warna hijau), Warna kromatik biru sampai kuning ditunjukkan oleh nilai b (b = 0 sampai 70 untuk warna kuning, b = 0 – 70 untuk warna biru). Pengujian warna pada *fresh cut* apel Manalagi dilakukan 4 kali selama 15 hari penyimpanan yaitu pada hari ke 0, 3, 6, dan 9 menggunakan alat *Chromameter* CR 400. Besarnya nilai uji warna

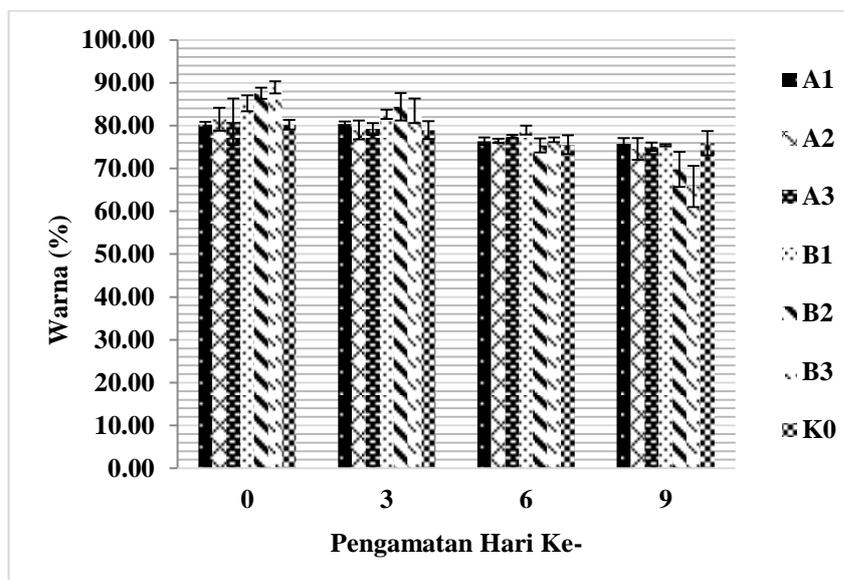
dinyatakan dengan %. Rerata hasil parameter indeks warna *fresh cut* buah apel Manalagi disajikan tabel 7.

Tabel 7 : Rerata Hasil Indeks Warna (HUE) *Fresh Cut* Buah Apel yang Diberikan Perlakuan dan Tanpa Perlakuan.

Perlakuan	Rerata Warna Hari ke-			
	0	3	6	9
Natrium bisulfit 50 ppm	80,21c	80,35bc	76,35b	75,76a
Natrium bisulfit 100 ppm	81,50bc	79,00c	76,46b	74,56ba
Natrium bisulfit 150 ppm	80,90bc	79,24c	77,51ba	75,11a
L-arginin 50 mM	85,22ba	82,65bac	78,94a	75,41a
L-arginin 100 mM	87,55a	84,40a	75,38b	69,80bc
L-arginin 150 mM	88,92a	83,46ba	76,66b	65,80c
Tanpa perendaman	80,23c	78,94c	75,38b	75,88a

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 pengamatan yang tersaji dalam tabel sidik ragam (Lampiran 3.F.) menunjukkan adanya beda nyata antar perlakuan terhadap *fresh cut* buah apel Manalagi. Hal ini menunjukkan bahwa perendaman Natrium bisulfit dan L-arginin memberikan pengaruh terhadap hasil uji warna pada *fresh cut* buah apel selama 15 hari penyimpanan. Tabel 7 hasil rerata uji warna menunjukkan bahwa perlakuan yang cenderung memiliki nilai HUE atau kecerahan tinggi yaitu pada perendaman l-arginin 50 mM hingga hari ke 6, sedangkan pada hari ke 9 perlakuan Natrium bisulfit memiliki nilai HUE tinggi namun tidak beda nyata dengan perlakuan kontrol. Histogram indeks warna selama 15 hari penyimpanan disajikan pada gambar 6.



Gambar 4. Histogram Warna (HUE) *Fresh Cut* Buah Apel

Berdasarkan tabel histogram uji warna pada Gambar 6 menunjukkan adanya perubahan warna apel pada setiap pengamatan. Perubahan ini terjadi karena buah apel banyak mengandung banyak substrat senyawa fenolik penyebab dari pencoklatan enzimatis yang terjadi sesaat setelah buah dipotong. Enzim *polyphenol oxidase* yang terkandung dalam buah kemudian keluar dan kontak langsung dengan oksigen akan mengubah gugus monophenol menjadi O-hidroksi phenol yang selanjutnya diubah lagi menjadi O-kuinon. Gugus O-kuinon inilah yang membentuk warna coklat (Taufik, 2009).

Menurut Ynovitz Klapp & Richard F.C (1990) bahwa dengan terbentuknya senyawa phenol kembali maka reaksi lanjutan pembentukan melamin dari quinon tidak berlangsung. Tinggi rendahnya phenol juga dapat mempengaruhi terjadinya *browning* dan kecerahan pada *fresh cut* buah apel. Nilai total phenol tinggi maka potensi terjadinya *browning* juga tinggi dan akan menunjukkan penurunan pada nilai Hue sehingga kecerahan pada *fresh cut* buah apel menurun, sedangkan apabila nilai total phenol rendah maka potensi

terjadinya browning juga rendah dan akan menunjukkan kenaikan pada nilai Hue sehingga kecerahan pada *fresh cut* apel meningkat.

Perlakuan perendaman l-arginin mampu mencegah browning pada *fresh cut* buah apel Manalagi dibandingkan dengan perlakuan lainnya yang dilakukan pada pengamatan hari ke 0 dan ke-6. Hal ini dikarenakan l-arginin merupakan salah satu pemicu NO pada buah *fresh cut* apel, sehingga saat *fresh cut* apel direndam dalam l-arginin, maka dapat memecah proses enzimatik pada *fresh cut* apel sehingga sebelum phenol mencapai o-quinon proses pembentukan phenol dihambat dengan adanya l-arginin yang kemudian dapat memicu NO pada *fresh cut* buah apel Manalagi sehingga potensi terjadinya *browning* dapat terhambat. NO juga dapat digunakan dalam mengatur biosintesis etilen. Biosintesis etilen ini dapat dihambat oleh asam *Amino oxy acetic* (AOA) dan *Aminoethoxy vinyl glicine* (AVG) yang dapat memperpanjang waktu pematangan buah (Hobson *et al.*, 1984). Penghambatan aktivitas PPO oleh NO telah di tunjukkan dalam buah utuh dan buah potong segar yang dapat mengurangi pencoklatan internal dan eksternal. Menurut Zhu *et al.*, (2009) bahwa NO dapat bereaksi dengan tembaga untuk menghasilkan kompleks tembaga-nitrosin yang tidak aktif secara metabolik. NO dapat menekan aktivitas polifenol oksidase (PPO), POD dan fenilalanin amonia liase (PAL) sehingga dapat menurunkan kadar total phenol dan meningkatkan umur simpan pada *fresh cut* buah apel (Zhang *et al.*, 2007).

Perlakuan perendaman l-arginin kemudian mengalami penurunan indeks warna pada pengamatan hari ke 9 hingga pengamatan hari terakhir, hal ini karena aktivitas bakteri pada perlakuan ini lebih tinggi dibanding perlakuan lainnya.

Menurut Buckle *et al.*, (1987), beberapa mikroorganisme menghasilkan koloni-koloni berwarna atau mempunyai pigmen yang memberi warna pada bahan pangan yang tercemar.

A. Mikrobiologi

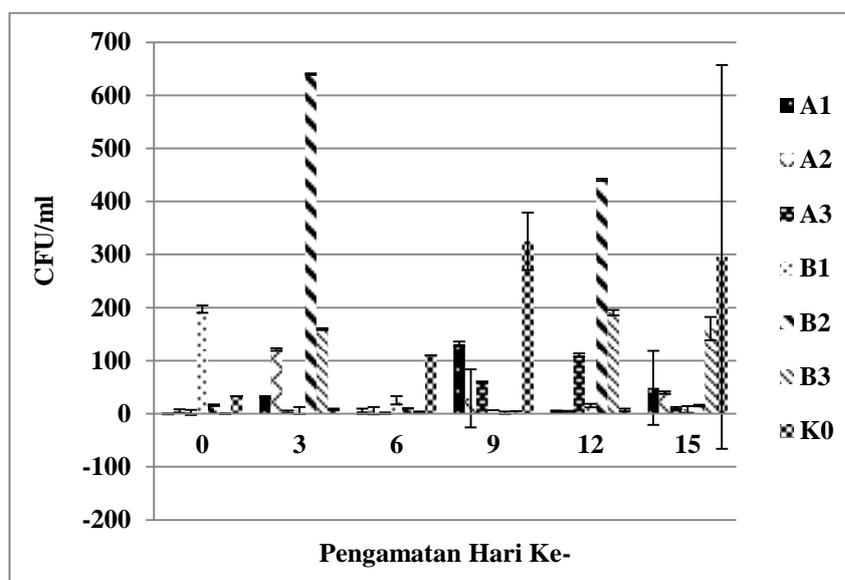
Uji mikrobiologi merupakan salah satu indikator dalam penentuan mutu fresh cut buah apel Manalagi selama penyimpanan. Adanya mikroorganisme pada buah terjadi sejak masih berada di lapangan, setelah produk di panen dan dilakukan penyimpanan menjadikan kondisi yang memungkinkan untuk pertumbuhan dan perkembangan serta menyebabkan pembusukan pada buah. Pengujian mikrobiologi pada *fresh cut* apel Manalagi dilakukan 3 hari sekali selama 15 hari penyimpanan. Media PCA dengan pengenceran 10^{-4} , 10^{-5} , dan 10^{-6} . Alat yang digunakan untuk menghitung populasi bakteri yaitu dengan *colony counter*. Adapun hasil dari uji mikrobiologi dapat dilihat pada tabel 8.

Tabel 8 : Hasil Uji Mikrobiologi (CFU/ml) *Fresh Cut* Buah Apel yang Diberikan Perlakuan dan Tanpa Perlakuan

Perlakuan	Hari Pengamatan (10^{-5} CFU/ml)					
	0	3	6	9	12	15
Natrium bisulfit 50 ppm	0	31,43	4,43	131,4	4,77	48,9
Natrium bisulfit 100 ppm	5,3	121	5,8	28,8	4,37	39,77
Natrium bisulfit 150 ppm	2,3	3,57	1,13	59,53	110,3	10,53
L-arginin 50 mM	197,3	6	25,4	6,57	15,67	8,23
L-arginin 100 mM	16,03	639,8	10	1,87	440,7	15,33
L-arginin 150 mM	0	159,3	2,43	4,77	190,5	160,33
Tanpa Perendaman	33	8,23	110	324,8	7	295,43

Berdasarkan data hasil uji mikrobiologi *fresh cut* buah apel pada Tabel 8, dapat dilihat bahwa pada hari ke 0 pertumbuhan bakteri tertinggi terjadi pada perlakuan l-arginin 150 mM sebanyak $197,3 \times 10^5$ dan terendah pada perlakuan

Natrium bisulfit 50 ppm dan l-arginin 150 mM. Sedangkan pada hari ke 3 terjadi pada perlakuan l-arginin 150 Mm sebanyak 639×10^5 dan terendah pada perlakuan Natrium bisulfit 150 ppm. Pengamatan hari ke 6 dan 9 terjadi pada perlakuan tanpa perendaman sebanyak 110×10^5 dan 324×10^5 sedangkan terendah terjadi pada perlakuan Natrium bisulfit 150 ppm dan l-arginin 100 mM. Pada pengamatan hari ke 12 terjadi pada perlakuan l-arginin 100 mM dan terendah perlakuan Natrium bisulfit 100 ppm. Sedangkan pada pengamatan hari terkahir terjadi pada perlakuan tanpa perendaman dan terendah pada perlakuan l-arginin 150 mM. Histogram pertumbuhan mikroba selama 15 hari penyimpanan disajikan pada gambar 7.



Gambar 7. Histogram Mikrobiologi (CFU/ml) *Fresh Cut* Buah Apel

Berdasarkan tabel histogram pertumbuhan mikrobiologi pada Gambar 7, menunjukkan bahwa mikrobiologi pada *fresh cut* buah apel Manalagi mengalami fluktuasi yang mulai tumbuh pada hari ke 0, lalu mengalami peningkatan pada hari ke 3 dan menurun kembali pada hari ke 6. Kemudian terus meningkat pada hari ke 9 hingga ke 12 dan menurun kembali pada pengamatan hari terakhir.

Namun, fluktuasi jumlah mikroba tertinggi berturut-turut terjadi pada perlakuan perendaman l-arginin dan perlakuan tanpa perendaman. Sedangkan tingkat pertumbuhan mikroba yang relative sama terjadi pada perlakuan perendaman Natrium bisulfit. Hal ini berarti perlakuan perendaman Natrium bisulfit mampu meningkatkan umur simpan *fresh cut* buah apel Manalagi melalui mekanisme penghambatan pertumbuhan bakteri.

Natrium bisulfit merupakan bahan tambahan agensia yang multifungsi, efektif mencegah pencoklatan enzimatis demikian juga pencoklatan nonenzimatis, mengendalikan pertumbuhan mikrobia, dapat digunakan sebagai antioksidan dan bahan pemutih (Laurila *et al.*, 1998). Senyawa sulfit efektif digunakan sebagai bahan pengawet karena bersifat tidak mudah terdisosiasi. Mekanisme molekul sulfit dalam mengendalikan mikroba dengan cara menembus dinding sel mikroba, bereaksi dengan asetaldehida membentuk senyawa yang tidak dapat difermentasi oleh enzim mikroba, mereduksi ikatan disulfida enzim, dan membentuk hidroksissulfonat yang menghambat mekanisme pernafasan mikroba (Nyoman dkk, 2010).

Perlakuan terendah yaitu perendaman l-arginin 100 mM dan 150 mM yang dilihat dari histogram memiliki angka jumlah pertumbuhan bakteri tertinggi, hal ini diduga karena masih adanya residu l-arginin yang tidak dapat terserap ke dalam buah sehingga menempel dipermukaan buah dan di duga sebagai sumber makanan mikroba. Nitrit dapat digunakan sebagai pengawet makanan dengan sifat antimikroba, namun tidak semua mikroba dapat dihambat oleh nitrit, karena terdapat beberapa mikroba yang agak resisten terhadap nitrit. Semakin tinggi

konsentrasi l-arginin dan lama perendaman maka konsentrasi yang tinggal dipermukaan juga semakin banyak. Menurut Estein, (2005), semakin besar konsentrasi adsorbat dalam larutan maka semakin banyak jumlah substansi yang terkumpul pada permukaan adsorben.

Tidak terserapnya l-arginin di dalam buah diduga karena banyaknya serbuk yang dilarutkan sehingga serbuk belum terlarut sepenuhnya atau homogen dalam air, jadi semakin tinggi dosis yang digunakan maka serbuk yang dilarutkan juga semakin banyak yaitu 16g/L untuk perlakuan l-arginin 100 ppm dan 24g/L untuk perlakuan l-arginin 150 ppm. Selain itu l-arginin memiliki nilai kelarutan yang kecil dibanding Natrium bisulfit yaitu sebesar 14,87 g/100 ml, sedangkan Natrium bisulfit sebesar 42 g/100 ml. Menurut Anggi (2011), bahwa semakin kecil nilai kelarutan suatu zat tersebut semakin sukar dalam pelarutnya, begitu pula sebaliknya jika semakin besar nilai kelarutan suatu zat maka artinya zat tersebut juga semakin mudah larut. Adapun perlakuan tanpa perendaman memiliki angka jumlah pertumbuhan bakteri tinggi saat pembusukan setelah l-arginin dikarenakan tidak adanya anti browning yang mampu menahan laju respirasi dan transpirasi serta penahan bakteri.

B. Uji Organoleptik

Pengukuran kualitas dapat dilakukan dengan cara menggunakan indra manusia misalnya pengecap dan visual. Uji organoleptik merupakan sebagian analisis penilaian konsumen terhadap buah apel. Pengujian yang dilakukan meliputi warna daging buah, rasa, aroma dan tekstur *fresh cut* apel Manalagi. Pengujian dilakukan pada 10 orang panelis dengan menyajikan bahan secara acak

dengan memberikan kode tertentu dan panelis diminta untuk memberikan penilaian dengan skala hedonik. Skor kesukaan yang digunakan berdasarkan tingkat kesukaan yang kemudian dinyatakan dengan skala numerik, yaitu (1) sangat tidak suka, (2) tidak suka, (3) biasa, (4) suka, (5) sangat suka. Nilai yang diperoleh dari setiap sampel dijumlahkan kemudian dibagi jumlah panelis untuk menentukan skor akhir rata-rata. Pengujian organoleptik dilakukan setiap 3 hari sekali selama 15 hari pengamatan.

1. Warna

Pengujian organoleptik tingkat kesukaan warna merupakan salah satu pengujian yang paling penting dalam sebuah produk *fresh cut*, karena merupakan hal yang pertama kali dilihat konsumen. Selain itu, sesuai dengan tujuan penelitian ini yaitu untuk menghambat pencoklatan pada *fresh cut* buah apel Manalagi. Perubahan warna *fresh cut* buah apel Manalagi yaitu dari warna putih cerah menjadi kecoklatan seiring lamanya penyimpanan. Skor warna *fresh cut* buah apel menunjukkan perubahan warnanya. Perubahan skor warna ini dapat menunjukkan kecepatan respirasi dan perubahan-perubahan fisik yang terjadi pada *fresh cut* buah apel.

Menurut Mathew dan Parpia (1971) dan Flick *et al.*, (1977) bahwa pencoklatan pada bahan pangan disebabkan oleh reaksi mekanis selama panen, pasca panen, penyimpanan dan pengolahan yang merupakan penyebab utama dari penurunan mutu buah. Hasil uji organoleptik tingkat kesukaan warna pada *fresh cut* buah apel Manalagi selama 15 hari penyimpanan dapat dilihat pada tabel 9.

Tabel 9: Hasil Organoleptik Uji Warna *Fresh Cut* Buah Apel yang Diberikan Perlakuan dan Tanpa Perlakuan

Perlakuan	Pengamatan hari ke-					
	0	3	6	9	12	15
Natrium bisulfit 50 ppm	4	3,9	3	3,1	2,9	2,7
Natrium bisulfit 100 ppm	3,8	3,7	3,6	3,5	3,4	3,2
Natrium bisulfit 150 ppm	3,9	3,7	3,4	3,4	3,2	2,9
L-arginin 50 mM	4,1	3,4	3,2	2,5	2,3	2,2
L-arginin 100 mM	3,9	3,4	2,1	1,2	1,1	1
L-arginin 150 mM	3,9	3,5	3,5	1,2	1,1	1
Tanpa perendaman	2,6	2,3	2,3	2,3	2,2	2,1

Keterangan: (1) Sangat tidak suka, (2) Tidak suka, (3) Biasa, (4) Suka, (5) Sangat suka

Berdasarkan data organoleptik uji warna pada tabel 9, menunjukkan bahwa tingkat kesukaan panelis terhadap warna *fresh cut* buah apel Manalagi mengalami penurunan seiring lamanya penyimpanan. Hal ini dikarenakan semakin hari *fresh cut* buah apel Manalagi mengalami perubahan warna yang awalnya putih menjadi kecoklatan akibat dari *browning*. Pada pengamatan hari ke-0 atau pertama perlakuan yang memiliki skor tertinggi dalam uji kesukaan warna yaitu l-arginin 50 mM sebesar 4,1 “suka”, sedangkan yang terendah yaitu perlakuan tanpa perendaman sebesar 2,6 “tidak suka” dan untuk perlakuan lain memiliki skor 3,9 dan 4 “suka”. Pada hari ke 3 rata-rata skor skor panelis yaitu 3 “biasa” untuk perlakuan Natrium bisulfit dan l-arginin, sedangkan perlakuan tanpa perendaman memiliki skor 2,3 “tidak suka”. Pengamatan hari ke-6 rata-rata panelis memberikan skor 3 “biasa” untuk perlakuan Natrium bisulfit dan l-arginin 50 mM dan 100 mM, sedangkan perlakuan lainnya memiliki skor 2 “tidak suka”. Pengamatan hari ke-9 hingga ke-15, panelis memberikan skor 3 “biasa” dan 2 “tidak suka” untuk perlakuan selain l-arginin 100 Mm dan 150 mM.

Perlakuan perendaman Natrium bisulfit merupakan perlakuan terbaik berdasarkan tingkat kesukaan panelis terhadap warna atau kenampakan *fresh cut* buah apel Manalagi yang dilihat dari pengamatan hari terakhir, warna yang ditimbulkan oleh perlakuan tersebut masih diberi skor 3 “biasa” oleh panelis. Hal ini dikarenakan kandungan sulfit pada Natrium bisulfit mampu mencegah perubahan warna pada *fresh cut* buah apel Manalagi dan hal ini sesuai dengan fungsi natrium bisulfit menurut Margono, dkk (1993) yaitu untuk mencegah proses pencoklatan dan mempertahankan warna agar tetap menarik. Sedangkan pada perlakuan l-arginin memiliki skor tertinggi hanya pada pengamatan hari pertama, dan untuk selanjutnya memiliki skor rendah hingga hari terakhir yang artinya sudah tidak bisa diterima konsumen. Hal ini dikarenakan pada perlakuan perendaman l-arginin ditumbuhi banyak bakteri dan jamur yang menyebabkan adanya lapisan berwarna coklat kemudian kehitaman seiring lamanya penyimpanan.

2. Rasa

Pengujian organoleptik rasa merupakan salah satu tolak ukur dalam tingkat kesukaan konsumen terhadap produk *fresh cut* apel Manalagi yang telah diberikan perlakuan perendaman Natrium bisulfit dan l-arginin. Komponen utama rasa dalam buah segar adalah manis, asam, dan pahit. Banyaknya komponen rasa hilang dalam *fresh cut* apel melalui reaksi enzimatik yang disebabkan oleh pemotongan dan melalui peningkatan laju respirasi dalam jaringan buah (Jennylynd B. James and Tipvanna Ngarmsak, 2010). Hasil uji organoleptik rasa

pada *fresh cut* buah apel Manalagi selama 15 hari penyimpanan dapat dilihat pada tabel 10.

Tabel 10: Hasil Organoleptik Rasa *Fresh-Cut* Buah Apel yang Diberikan Perlakuan dan Tanpa Perlakuan

Perlakuan	Pengamatan hari ke-					
	0	3	6	9	12	15
Natrium bisulfit 50 ppm	4,1	3,6	3,2	2,9	2,8	2,2
Natrium bisulfit 100 ppm	4	3,5	3,3	3,2	3,1	2,7
Natrium bisulfit 150 ppm	4,2	3,6	3,3	2,1	2,8	2,2
L-arginin 50 mM	4,2	3,3	3,3	2,6	2,1	1,9
L-arginin 100 mM	4,2	3,5	2,5	1,2	1	1
L-arginin 150 mM	4,2	3,5	3,4	1,2	1	1
Tanpa perendaman	4,3	3,1	2,7	2,5	2,4	2,3

Keterangan: (1) Sangat tidak suka, (2) Tidak suka, (3) Biasa, (4) Suka, (5) Sangat suka

Berdasarkan data hasil uji organoleptik rasa pada tabel 8, menunjukkan bahwa skor kesukaan panelis semakin rendah selama penyimpanan, hal ini berarti tingkat kesukaan panelis terhadap rasa *fresh cut* apel Manalagi semakin menurun seiring lamanya penyimpanan. Menurut Kays (1991) bahwa kadar asam organik total dalam buah mengalami penurunan selama penyimpanan. Pada pengamatan hari ke-0 dan ke-3 rata-rata panelis memberikan skor 4 “suka” pada semua perlakuan. Hal ini dikarenakan menurut panelis rasa dari *fresh cut* apel pada hari pertama hingga ketiga pengamatan memiliki rasa manis. Pada pengamatan hari ke-6 rata-rata panelis memberikan skor 3 “biasa”. Hal ini dikarenakan menurut panelis pada hari ke-6 rasa apel *fresh cut* apel Manalagi kurang manis. Pengamatan pada hari ke-9 hingga ke-15 panelis rata-rata panelis memberikan skor 2 “tidak suka” untuk perlakuan Natrium bisulfit dan tanpa perendaman, sedangkan pada perlakuan l-arginin panelis memberikan skor 1 “sangat tidak suka”. Hal ini dikarenakan pada hari terakhir rasa buah apel sudah tidak manis

bahkan cenderung tidak layak konsumsi untuk perlakuan l-arginin karena ditumbuhi banyak mikroba yang menyebabkan rasa buah apel menjadi berubah. Jennylynd B. James and Tipvanna Ngarmsak (2010), menyatakan bahwa tumbuhnya mikroba juga berpengaruh terhadap perubahan rasa pada *fresh cut*. Produk *fresh cut* mempunyai rasa tidak enak dengan adanya pertumbuhan bakteri asam laktat atau pseudomonas yang memproduksi asam alkohol dan gas karbondioksida (CO₂). Selain itu, enzim lipase dan pemecahan asam amino dalam buah oleh mikroorganisme juga dapat mempengaruhi perubahan rasa pada buah.

3. Aroma

Pengujian organoleptik aroma merupakan keseluruhan kesan atau sensasi yang dapat diterima oleh konsumen terutama dari rasa dan bau pada saat suatu produk pangan dikonsumsi (Rothe, 1989 dalam Purba, 2014). Proses timbulnya aroma pada bahan yang berbeda tidaklah sama. Pada buah-buahan, produksi aroma meningkat ketika mendekati fase klimaterik (Winarno, 2008). Hasil uji organoleptik tingkat kesukaan aroma *fresh cut* buah apel Manalagi selama 15 hari penyimpanan dapat dilihat pada tabel 11.

Tabel 11: Hasil Organoleptik Aroma *Fresh-Cut* Buah Apel yang Diberikan Perlakuan dan Tanpa Perlakuan.

Perlakuan	Pengamatan hari ke-					
	0	3	6	9	12	15
Natrium bisulfit 50 ppm	4,1	3,7	3,7	3,2	2,9	2,5
Natrium bisulfit 100 ppm	3,8	3,7	3,7	3,5	3,3	3
Natrium bisulfit 150 ppm	4	3,7	3,7	3,6	3,3	2,6
L-arginin 50 mM	4	3,4	3,4	2,8	2,6	2,1
L-arginin 100 mM	4,1	3,4	3,4	1,3	1,1	1,1
L-arginin 150 mM	4	3,5	3,5	1,3	1,1	1
Tanpa perendaman	3,6	3,1	3,1	3	2,8	2,4

Keterangan: (1) Sangat tidak suka, (2) Tidak suka, (3) Biasa, (4) Suka, (5) Sangat suka

Berdasarkan data pada tabel 11, menunjukkan bahwa tingkat kesukaan aroma pada *fresh cut* buah apel Manalagi mengalami penurunan selama penyimpanan. Hal ini dikarenakan dipengaruhi oleh kesegaran, warna serta rasa pada *fresh cut* buah apel. Pada pengamatan hari ke-0 atau pertama panelis memberikan skor rata-rata 4 “suka” pada semua perlakuan. Hal ini dikarenakan *fresh cut* buah apel masih memiliki aroma yang segar.

Pada hari ke-3 hingga ke-6 panelis memberikan skor rata-rata 3 “biasa” pada semua perlakuan perendaman bahan anti *browning* dan tanpa perendaman. Hal ini dikarenakan menurut panelis tingkat kesegaran dari aroma yang ditimbulkan pada semua perlakuan sudah mulai menurun. Sedangkan pada pengamatan hari ke 9, 12 dan ke 15, panelis memberikan skor tertinggi pada perlakuan Natrium bisulfit yaitu 3 “biasa” perlakuan perendaman l-arginin 50 mM dan perlakuan tanpa perendaman panelis memberikan skor 2 “tidak suka”, dan untuk skor terendah pada perlakuan l-arginin 100 mM dan 150 Mm yaitu 1 “sangat tidak suka”. Menurut panelis alasannya serupa dengan yang sebelumnya yaitu tingkat kesegaran aroma yang ditimbulkan dari semua perlakuan perendaman *fresh cut* buah apel Manalagi telah menurun. Perlakuan perendaman l-arginin pada *fresh cut* apel mengalami penurunan nilai tingkat kesukaan aroma yang sangat signifikan mulai dari hari ke 9 hingga hari terakhir, hal ini dikarenakan seperti pada uji organoleptik lainnya yang dimana pada perlakuan ini merupakan perlakuan yang memiliki skor terendah karena adanya bakteri dan jamur pada permukaan buah sehingga menimbulkan bau yang tidak sedap dan menyengat.

4. Tekstur

Pengujian kesukaan panelis terhadap tekstur *fresh cut* buah apel cenderung ke kesegaran dan kerenyahan *fresh cut* buah apel Manalagi selama 15 hari penyimpanan. Hilangnya kesegaran dan kerenyahan *fresh cut* buah apel disebabkan oleh proses respirasi dan transpirasi. Hasil uji kesukaan terkait tekstur *fresh cut* buah apel Manalagi dapat selama 15 hari penyimpanan dapat dilihat pada tabel 12.

Tabel 12: Hasil Organoleptik Tekstur *Fresh-Cut* Buah Apel yang Diberikan Perlakuan dan Tanpa Perlakuan.

Perlakuan	Pengamatan hari ke-					
	0	3	6	9	12	15
Natrium bisulfit 50 ppm	4,1	3,7	3,3	3,1	3,1	2,8
Natrium bisulfit 100 ppm	3,9	3,6	3,5	3,3	3,2	3,1
Natrium bisulfit 150 ppm	4,2	3,7	3,2	2,8	2,7	2,1
L-arginin 50 mM	4,1	3,6	3,2	2,8	2,1	2,1
L-arginin 100 mM	4,1	3,7	2,6	1,7	1,5	1,1
L-arginin 150 mM	4,1	3,4	3,2	1,5	1,5	1,1
Tanpa perendaman	4,1	3,1	3	2,8	2,6	2,2

Keterangan: (1) Sangat tidak suka, (2) Tidak suka, (3) Biasa, (4) Suka, (5) Sangat suka

Berdasarkan data pada tabel 12, menunjukkan bahwa skor kesukaan menurun seiring dengan lama penyimpanan, yang berarti tingkat kesukaan panelis terhadap kesegaran dan kerenyahan *fresh cut* buah apel Manalagi menurun seiring dengan lamanya penyimpanan. Hal ini sesuai berdasarkan hasil susut berat yang dimana semakin lama penyimpanan mengakibatkan semakin menurunnya tingkat kesegaran dan terjadi pelunakan. Hilangnya tekstur buah yang segar dan renyah disebabkan oleh laju kehilangan air yang sangat tinggi sehingga mengakibatkan kelayuan yang cepat. Rusaknya jaringan produk *fresh cut* selama penyimpanan

adalah hasil dari perubahan struktural pada dinding sel primer, hal ini disebabkan oleh aktivitas enzimatis yang mengarah pada rusaknya sel pektik yang kaku dan penurunan resistensi enzim terhadap tekanan. Penurunan kesegaran yang disebabkan oleh kehilangan air adalah penyebab utama pelunakan jaringan pada *fresh cut*.

Pengamatan pada hari ke 0 dan ke 3, panelis rata-rata memberikan skor 4 “suka”, hal ini dikarenakan pengamatan pada hari pertama tekstur buah apel masih segar dan renyah. Pada hari ke-6 hingga ke-12, panelis rata-rata memberikan skor 3 “biasa” pada perlakuan Natrium bisulfit dan perlakuan tanpa perendaman, sedangkan untuk perlakuan l-arginin panelis memberikan skor 2 “tidak suka”. Pengamatan hari terakhir atau ke-15 panelis memberikan skor 1 “sangat tidak suka” pada perlakuan l-arginin 100 mM dan 150 mM, hal ini dikarenakan perlakuan ini sudah banyak ditumbuhi bakteri dan jamur sehingga buah apel menjadi lembek dan lunak, hal ini sesuai dengan pengamatan mikrobiologi. Sedangkan untuk skor tertinggi 3 “biasa” yaitu pada perlakuan Natrium bisulfit 100 ppm. Hal ini dikarenakan *fresh cut* buah apel Manalagi pada perlakuan tersebut masih memiliki tekstur yang segar dan renyah.