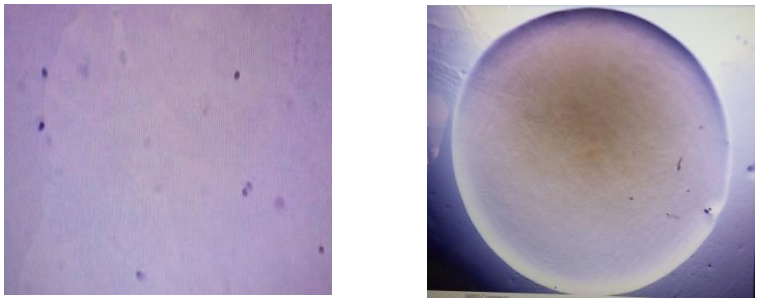
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Isolasi dan Identifikasi Bakteri Pembusuk Apel

Pada penelitian ini bakteri yang diidentifikasi berasal dari *fresh-cut* buah apel yang dibusukkan dan disimpan di lemari pendingin bersuhu 4°C. Buah yang telah terlihat berlendir diisolasi pada media *nutrient* agar. Populasi bakteri dapat dihitung pada pengenceran 10^{-5}, 10^{-6} dan 10^{-7}. Identifikasi bakteri terbanyak yang tumbuh pada *fresh-cut* buah apel dapat dilihat pada gambar 1. dan tabel 3.



Gambar 1. (a) Sel bakteri setelah cat gram, (b) bentuk koloni bakteri

Tabel 1. Identifikasi Bakteri pada *Fresh-Cut* Buah Apel

No	Identifikasi	Bakteri
1	Warna	Putih susu
2	Diameter	0.2 cm
3	Bentuk Koloni	*Circular* (Bulat)
4	Bentuk Tepi	*Entire*
5	Stuktur Dalam	*Smooth* (Halus)
6	Elevasi	*Law confex*
7	Sifat Aerobisitas	Fakultatif Anaerob
8	Sifat Gram	Positif (Ungu)
9	Bentuk Sel	*Coccus-streptococcus*

Berdasarkan hasil identifikasi diduga bahwa bakteri yang tumbuh pada *fresh-cut* buah apel yakni bakteri asam laktat (BAL). Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan Arsyik dkk. (2015), terhadap bakteri asam laktat dari

buah mangga kuweni, dimana hasil identifikasi secara makroskopik isolat bakteri berwarna putih susu, berbentuk bulat, tepi *entire*, struktur dalam halus dan elevasi *law convex.* Sedangkan identifikasi isolat secara mikroskopik menunjukkan sel bakteri berwarna ungu dan bentuk bulat bergandengan (Arsyik dkk., 2015). Menurut Casida (1968), bakteri asam laktat dapat tumbuh dengan atau tanpa oksigen.

Menurut Latifah (2009), Jenis mikroorganisme yang umum terdapat pada produk buah apel potong segar, yakni khamir dan bakteri asam laktat (BAL). Bakteri asam laktat merupakan bakteri yang dapat memfermentasikan gula atau karbohidrat untuk memproduksi asam laktat. Setelah bakteri di identifikasi tahap selanjutnya adalah perbanyak bakteri pada *nutrient* cair untuk diaplikasikan pada *fresh-cut* buah apel.

B. Daya Hambat

1. Metode *Paper Disk*

Uji daya hambat metode *paper disk* dilakukan menggunakan kertas saring berukuran 1,2 cm yang dicelupkan ke dalam minyak atsiri kayu manis 0,7%, sereh 0,7%, lemon 3% dan sirih 0,1%. Kemudian diletakkan diatas media *nutrient* agar yang sebelumnya telah diisolasi bakteri dari *fresh-cut* buah apel. Inkubasi selama 48 jam dan diamati diameter zona hambatnya.

Berdasarkan hasil analisis sidik ragam (lampiran 3.A), dapat diketahui bahwasanya terdapat beda nyata zona hambat antara kontrol dengan minyak atsiri. Pada tabel 3 menunjukkan minyak atsiri mempunyai daya hambat terhadap bakteri dari *fresh-cut* buah apel dibandingkan dengan kontrol yang tidak memiliki

daya hambat. Namun, tidak terdapat beda nyata antara berbagai perlakuan minyak atsiri. Daya hambat paling besar namun tidak berbeda nyata yaitu pada minyak atsiri sereh 0,7% dengan diameter hambat 1,93 cm.

Tabel 2. Hasil Rerata Diameter Daya Hambat Minyak Atsiri dengan Metode *Paper Disk*

Perlakuan	Daya Hambat (cm)
Kontrol	0,00b
Kayu manis 0,7%	1,53a
Sereh 0,7%	1,93a
Lemon 3%	1,57a
Sirih 0,1%	1,60a

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

Menurut Diastri (2015), mekanisme kerja minyak atsiri dalam membunuh bakteri adalah dengan cara mengubah permeabilitas membran sel, menghilangkan ion-ion dalam sel, menghalangi proton-*pump*, dan menurunkan produksi adenosin trifosfat (ATP). Minyak atsiri bersifat lipofilik yang dapat melewati dinding bakteri karena dinding bakteri terdiri atas polisakarida, asam lemak, dan fosfolipid. Hal ini dapat mengakibatkan kerusakan dinding sel sehingga dapat membunuh bakteri.

2. Metode *Pour Plate*

Uji daya hambat metode *pour plate* yaitu dengan mencampurkan minyak atsiri kayu manis 0,7%, sereh 0,7%, lemon 3% dan sirih 0,1 % ke dalam media *nutrient* agar yang telah dipanaskan. Media yang telah mengeras diisolasikan bakteri yang berasal dari *fresh-cut* buah apel. Setelah diinkubasi selama 48 jam, jumlah bakteri yang tumbuh pada media dihitung menggunakan *coloni counter*.

Berdasarkan tabel 4 dapat diketahui bahwasanya perlakuan minyak atsiri kayu manis 0,7% dan sereh 0,7% memiliki daya hambat terhadap bakteri yang berasal dari *fresh-cut* buah apel. Hal ini dapat diketahui dengan tidak adanya bakteri yang tumbuh pada media *nutrient* agar yang telah diberi perlakuan minyak atsiri. Sedangkan kontrol, perlakuan minyak atsiri lemon 3% dan sirih 0,1 % , bakteri tumbuh memenuhi media.

Tabel 3. Perhitungan Daya Hambat Minyak Atsiri dengan Metode *Pour Plate*

Perlakuan	Populasi Bakteri $x10^2$(CFU/ml)
Kontrol	*Spreader*
Kayu manis 0,7%	0
Sereh 0,7%	0
Lemon 3%	*Spreader*
Sirih 0,1%	53+ *Spreader*

Minyak atsiri kayu manis memiliki dua senyawa aktif antibakteri yaitu *sinameldehid* dan senyawa fenol (*eugenol*). Kemampuan antibakteri dari senyawa tersebut adalah dengan merusak protein sel bakteri sehinga mengacaukan membran sel atau membuat enzim-enzim tertentu menjadi tidak aktif. Minyak atsiri kayu manis juga mengandung senyawa golongan terpenoid. Senyawa tersebut adalah hidrokarbon seperti *α-pinena* dan *limonene.* Senyawa tersebut dapat terakumulasi dalam jaringan lipid membran sel bakteri, dan menyebabkan terganggunya struktur dan fungsi membran sel disebabkan oleh penambahan volume sel dan perubahan permeabilitas membran sel bakteri. (Inna dkk., 2010).

Menurut Uswatun (2010) bahwa aktivitas serai sebagai antibakteri gram positif maupun Gram negativ disebabkan adanya komponen *α-citral* (*geranial*) dan *β-citral* (*neral*). Efek minyak atsiri serai sebagai antibakteri disebabkan

adanya komponen *α-citral (geranial)* dan *β-citral (neral)* yang mampu berefek sebagai antibakteri terhadap bakteri baik Gram positif maupun bakteri Gram negatif. Selain citral sebagai komponen terbesar, minyak atsiri serai juga memiliki kandungan *cineole, α-pinene, α-terpineol, β-sitosterol, caryophylene, citronellal, citronellol, dipentene, geraniol, limonene, linalool, luteolin, myrcene, neral, nerol, quercetin, rutin,* dan *tin* yang memiliki aktivitas antibakteri (Duke, 2008).

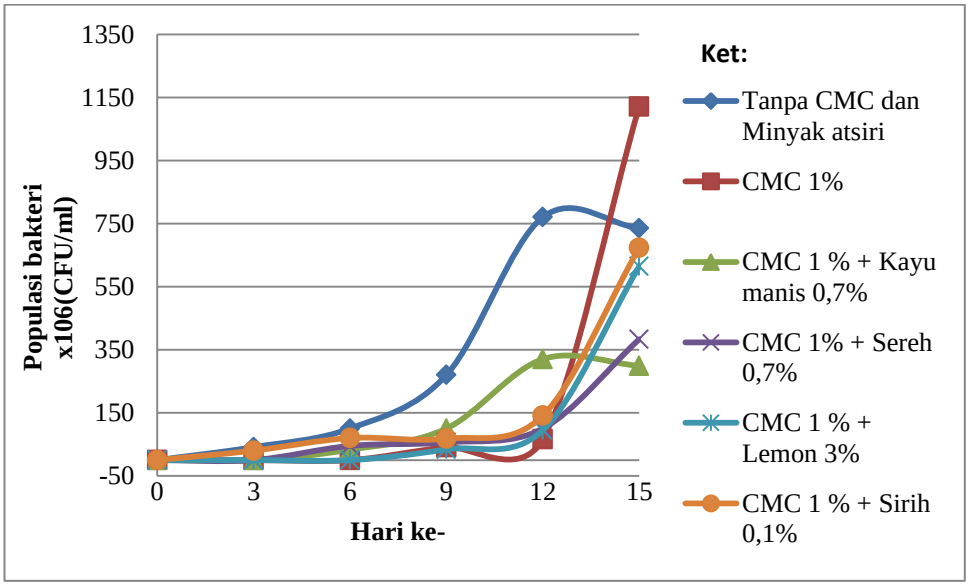
Aktivitasnya yang menghambat bakteri dimungkinkan karena kemampuannya untuk berikatan dengan protein ekstraseluler dan dinding sel bakteri. Semakin bersifat lipofilik, maka semakin dia melakukan disrupsi terhadap membran sel bakteri. Mekanisme penghambatannya diduga melalui perusakan lipid bilayer membran sel akibat gugus hidrofobik yang dimilikinya (Diastri, 2014). Sifat daya hambat senyawa fenol terhadap mikroba disebabkan karena gugus hidroksil yang dimilikinya dapat berinteraksi dengan protein membran sel mikroba melalui ikatan hidrogen sehingga protein tersebut kehilangan fungsinya.

C. Uji Mikrobiologi

Parameter uji mikrobiologi dilakukan pada hari ke 0, 3, 6, 9, 12 dan 15 penyimpanan. Media yang digunakan untuk pertumbuhan bakteri adalah media *nutrient* agar dan populasi bakteri dihitung menggunakkan alat *colony counter*. Berikut grafik populasi bakteri pada *fresh-cut* buah apel dalam 10^6.

Pada hari ke 0, pertumbuhan bakteri seluruh perlakuan masih belum terlihat. Kemudian pada hari ke 3 hingga hari ke 6, pertumbuhan bakteri pada seluruh perlakuan masih berada pada fase *lag*, dimana bakteri masih dalam masa penyesuaian dalam lingkungan yang baru.

Namun, pada hari ke 9, bakteri pada perlakuan tanpa CMC serta minyak atsiri telah memasuki fase eksponensial atau fase logaritma, sedangkan perlakuan lain masih berada fase lag. Fase eksponensial atau fase logaritma merupakan lanjutan setelah fase *lag*, dimana mulai terjadi perubahan bentuk dan meningkatnya jumlah individu (sel) sehingga kurva meningkat dengan tajam (menanjak) (Unus,1995).



Gambar 2. Grafik Pertumbuhan Populasi Bakteri pada *Fresh-Cut* Buah Apel

Pada hari ke 12, pertumbuhan bakteri seluruh perlakuan berada pada fase *eksponensial* atau logaritma, namun untuk perlakuan tanpa CMC dan minyak atsiri serta perlakuan CMC 1% + kayu manis 0,7% telah berada pada puncak fase eksponensial. Perlakuan tanpa CMC dan minyak atsiri (kontrol) memiliki tingkat populasi yang lebih tinggi dari pada perlakuan yang lain. Pada hari ke 15, perlakuan tanpa CMC dan minyak atsiri serta perlakuan CMC 1% + Kayu manis 0,7% telah mengalami fase *stasioner*, dimana populasi jasad hidup dalam keadaan maksimal, tidak dapat bertambah lagi (Unus, 1995). Sedangkan perlakuan lainnya mengalami fase *eksponensial* atau fase logaritma.

Berdasarkan data tersebut dapat disimpulkan bahwa penambahan *coating* CMC berpengaruh dalam menghambat pertumbuhan bakteri pada *fresh-cut* buah apel. Sedangkan perlakuan yang lebih dapat menghambat yakni CMC 1% + sereh 0,7%. Berdasarkan hasil penelitian fitokimia yang dilakukan oleh Fransisca dkk. (2017), diketahui ekstrak minyak atsiri sereh mengandung saponin dan tannin. Kedua senyawa tersebut dapat digunakan untuk menghambat pertumbuhan bakteri dengan merusak dinding sel bakteri dan mengubah komponen penyusun sel bakteri (Magdalena, 2015). Selain itu, Minyak sereh memiliki senyawa 1,8-*cincole, geranial, neral, nerol, borneol, linalool, sinamaldehide, carvacrol, geraniol, myrtenal,* dan *eugenol* yang telah terbukti berperan sebagai antimikroba (Maizura *et al*., 2007)

D. Susut Berat

Buah yang diberikan perlakuan pemotongan 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 sehingga menimbulkan daya tarik. Dengan adanya kehilangan air maka berat buah akan menurun dan bisa menyebabkan terjadinya pelayuan dan kerusakan pada buah (Sudiyono, 2008). Pengujian susut berat dilakukan setiap 3 hari sekali dengan menimbang buah menggunakan timbangan analitik.

Berdasarkan hasil analisis sidik ragam pada parameter susut berat (lampiran 3.B) menunjukkan terdapat beda nyata antar perlakuan pada hari pengamatan ke

3, 6 dan 9, sedangkan pada hari pengamatan ke 12 dan 15 tidak terdapat beda nyata.

Tabel 4. Hasil Rerata Susut Berat *Fresh-Cut* Buah Apel yang Diberikan Perlakuan dan Tanpa Perlakuan

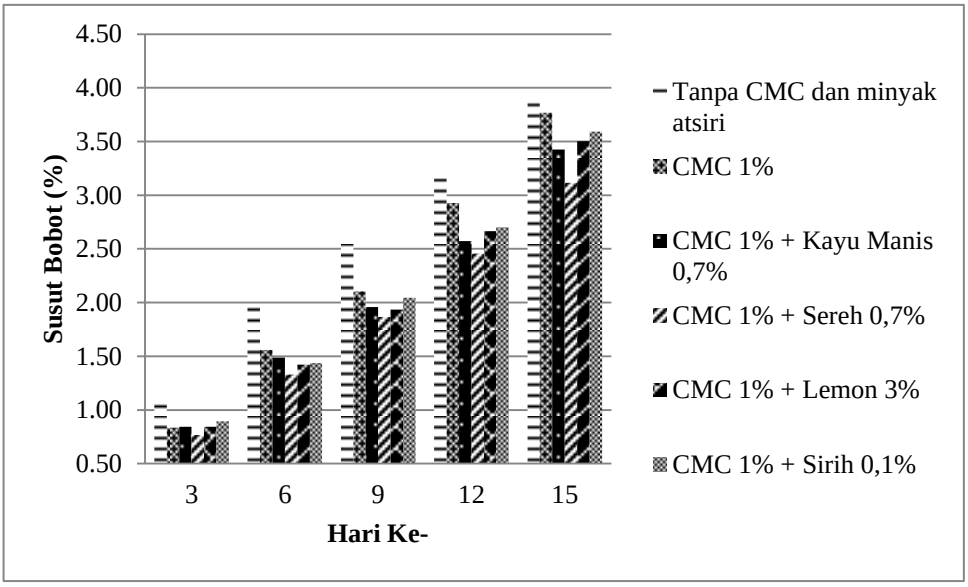
Perlakuan	Rerata Susut Berat (%)				
	Hari ke-				
	3	6	9	12	15
Tanpa CMC dan Minyak atsiri	1,06a	1,97a	2,56a	3,16a	3,88a
CMC 1%	0,83b	1,56b	2,10b	2,93a	3,77a
CMC 1% + Kayu manis 0,7%	0,84b	1,49b	1,96b	2,57a	3,43a
CMC 1% + Sereh 0,7%	0,77b	1,33b	1,87b	2,46a	3,12a
CMC 1% + Lemon 3%	0,84b	1,42b	1,94b	2,67a	3,50a
CMC 1% + Sirih 0,1%	0,89ab	1,44b	2,05b	2,70a	3,59a

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

Pada tabel 5 yang menunjukkan rerata susut bobot f*resh-cut* buah apel, diketahui bahwa terdapat beda nyata perlakuan tanpa CMC dan perlakuan yang diberi CMC. Namun, perlakuan yang diberi tambahan minyak atsiri dengan yang tidak ditambahkan tidak berbeda nyata terhadap susut berat *fresh-cut* buah apel. Hal ini menunjukkan pemberian *edible coating* CMC dapat menghambat susut berat pada *fresh-cut* buah apel. Sedangkan penambahan minyak atsiri pada CMC tidak berpengaruh terhadap penghambatan susut berat. Nilai susut berat tertinggi berdasarkan hasil (tabel 5), ditunjukkan pada perlakuan tanpa CMC dan minyak atsiri, sedangkan nilai susut berat terendah pada perlakuan CMC 1% + sereh 0,7%.

Susut berat pada *fresh-cut* buah apel terus mengalami peningkatan seiring waktu penyimpanan (gambar 3). *Fresh-cut* buah apel dengan perlakuan Tanpa CMC dan minyak atsiri terus mengalami peningkatan yang lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan yang diberi edible CMC. Sedangkan *fresh-cut*

buah apel dengan pemberian *edible* CMC 1% + Sereh 0,7% menunjukkan nilai susut berat yang paling rendah.



Gambar 3. Histogram Susut Berat pada *Fresh-Cut* Buah Apel

Terjadinya peningkatan susut bobot selama penyimpanan pada *fresh-cut* buah apel dapat disebabkan karena adanya proses transpirasi dan respirasi. Menurut Eveline (2009) dan Ririn (2015), transpirasi merupakan kehilangan air yang disebabkan oleh evaporasi. Evaporasi terjadi karena tekanan air di dalam buah lebih tinggi dibandingkan di luar buah sehingga uap air akan keluar dari buah terjadi karena adanya perbedaan tekanan air di luar dan di dalam buah. Uap air secara langsung akan berpindah ke tekanan yang lebih rendah melalui pori-pori yang tersebar di permukaan buah (Krochta *et al*., 1994).

Menurut Ririn (2016), pada proses respirasi akan terjadi pembakaran gula atau substrat yang nantinya menghasilkan gas CO2, air dan energi berupa panas. Murdijati dan Yuliana (2014) menjelaskan bahwa panas yang dihasilkan proses respirasi 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 (Latifah, 2009).

Perlakuan tanpa CMC dan minyak atsiri lebih tinggi rerata susut beratnya dibandingkan dengan perlakuan yang diberi pelapis CMC. Tidak adanya lapisan *coating* pada perlakuan tanpa CMC dan minyak atsiri menyebabkan CO_2, O_2 dan air dapat keluar/masuk dari buah dengan mudah sehingga respirasi meningkat dan kehilangan air tinggi (Budiman, 2011). Sedangkan buah yang diberikan perlakuan *edible* CMC dapat dihambat proses kehilangan airnya. Hasil ini diperkuat dengan penelitian Wong *et al*. (1994), yang menunjukkan bahwa penambahan lapisan dengan bahan turunan selulosa dan lipida pada irisan buah apel dapat mengurangi kehilangan air sebesar 75% setelah penyimpanan pada suhu ruang dan RH 50% selama 72 jam.

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).

Penambahan edible CMC 1% + sereh 0,7% pada *fresh-cut* apel dapat dikatakan berhasil menghambat kehilangan susut berat yang tinggi. Sehingga dapat dikatakan bahwa dalam kasus ini mikroba dapat pula meningkatkan susut berat buah. Hal ini merujuk pada data uji mikrobiologi dimana CMC 1% + sereh 0,7% paling rendah pertumbuhan bakteri pada buah apel. Berdasarkan Tranggono

dan Sutardi (1990), mikrobia merupakan salah satu penyebab terjadinya susut pasca panen yang besar pada buah-buahan. Tingginya kandungan air dan gula pada buah apel menciptakan kondisi yang sangat baik bagi pertumbuhan mikroorganisme (Latifah, 2009). Bakteri yang menyerang dapat menyebabkan terjadinya stress pada buah. stress yang dialami pada buah akan mengakibatkan peningkatan laju repirasi. Laju respirasi berbanding lurus dengan tingkat stres (Murdijati dan Yuliana, 2014).

E. Uji Gula Reduksi

Gula redukasi merupakan golongan gula (karbohidrat) yang memiliki kemampuan untuk mereduksi dikarenakan adanya gugus aldehida atau keton bebas. Gula reduksi merupakan senyawa penting dari karbohidrat yang mempunyai peran utama dalam penyediaan substrat untuk metabolisme respirasi. Uji gula reduksi dilakukan pada hari ke 0, 3, 6, 9, 12 dan 15 dengan dianalisis menggunakan metode Somogy-Nelson dan *spektrofotometer*.

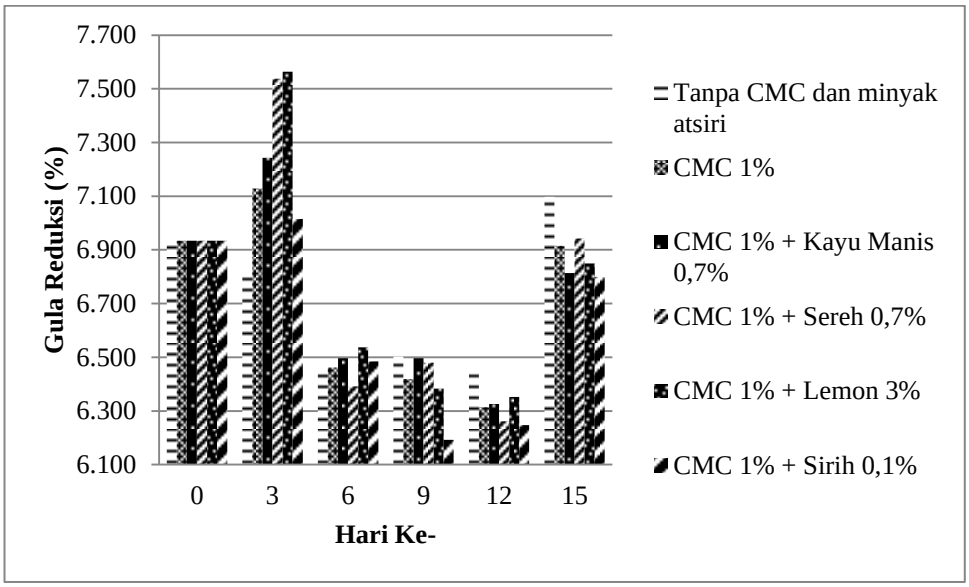
Tabel 5. Hasil Rerata Gula Reduksi *Fresh-Cut* Buah Apel yang diberikan Perlakuan dan Tanpa Perlakuan

Perlakuan	Rerata Gula Reduksi (%)					
	Hari ke-					
	0	3	6	9	12	15
Tanpa CMC dan Minyak atsiri	6,93a	6,82e	6,45c	6,51a	6,45a	7,10a
CMC 1%	6,93a	7,13c	6,46bc	6,42c	6,31c	6,92b
CMC 1% + Kayu manis 0,7%	6,93a	7,24b	6,50b	6,50a	6,33c	6,81d
CMC 1% + Sereh 0,7%	6,93a	7,54a	6,39d	6,48b	6,26d	6,94b
CMC 1% + Lemon 3%	6,93a	7,56a	6,54a	6,38d	6,35b	6,85c
CMC 1% + Sirih 0,1%	6,93a	7,01d	6,49bc	6,19e	6,25e	6,80d
Rerata dengan CMC	6,93x	7,30x	6,47x	6,39y	6,30y	6,86y
Tanpa CMC	6,93x	6,82y	6,45x	6,51x	6,45x	7,10x

Keterangan : angka rerata yang diikuti oleh huruf yang sama dalam satu kolom menunjukkan tidak ada beda nyata berdasarkan hasil DMRT (abcd) dan Kontras Orthogonal (xy) pada taraf α 5 %.

Berdasarkan hasil analisis sidik ragam yang dilakukan terhadap gula reduksi (lampiran 3.C) diketahui bahwa terdapat beda nyata antar perlakuan pada hari ke 3 hingga hari ke 15 penyimpanan. Pada tabel 6. hasil rerata gula reduksi menunjukkan perlakuan CMC 1% + sereh 0,7% merupakan perlakuan terbaik dimana perubahan akan kandungan gula reduksi tidak terlalu tinggi.

Namun, jika dibandingkan dengan uji kontras orthogonal antara perlakuan tanpa CMC dan kelompok perlakuan CMC 1% menunjukkan terdapat beda nyata antar perlakuan pada hari ke 3, 9, 12 dan 15. Hal ini menunjukkan pemberian perlakuan CMC 1% dapat berpengaruh terhadap gula reduksi *fresh-cut* buah apel dibandingkan dengan buah yang tanpa CMC.



Gambar 4. Histogram Gula Reduksi pada *Fresh-Cut* Buah Apel

Berdasarkan histogram gula reduksi pada gambar 4 menunjukkan bahwa rerata gula reduksi pada *fresh-cut* buah apel seluruh perlakuan mengalami fluktuasi. Pada hari ke 0 hingga hari ke 3 terjadi peningkatan gula reduksi hampir seluruh perlakuan. Peningkatan gula reduksi disebabkan karena terjadinya

peningkatan laju respirasi pada *fresh-cut* buah apel. Hal ini merujuk pada hasil total asam tertitrasi yang menunjukkan bahwa buah yang dipotong akan memiliki laju respirasi yang tinggi. Jika laju respirasi meningkat maka enzim perombak pati (enzim amilase dan maltase) akan bekerja lebih keras. Pati sebagai cadangan makanan pada buah akan dihidrolisis menjadi sukrosa yang kemudian berubah menjadi gula-gula reduksi sebagai substrat dalam respirasi (Willes, 2000).

Luka mekanis pemotongan yang dilakuan pada buah apel mengakibatkan terjadinya peningkatan aktivitas sel pada lokasi luka bekas pemotongan dan menyebabkan laju respirasi semakin tinggi. Peningkatan aktivitas sel terdiri dari peningkatan degradasi karbohidrat, peningkatan aktivitas glikolisis dan jalur pentosa fosfat, peningkatan aktivitas mitokondria serta peningkatan aktivitas enzim. Aktivitas sel yang meningkat ini ditujukan untuk menyediakan energi dan prekursor yang dibutuhkan untuk sintesis metabolit sekunder yang penting untuk penyembuhan luka pada sel (Wong *et al*., 1994).

Pada penyimpanan hari ke 6 dan hari ke 9 terjadi penurunan gula reduksi. Hal ini diduga gula reduksi berkurang karena telah digunakkan sebagai substrat dalam respirasi. Perubahan kadar gula reduksi tersebut mengikuti pola respirasi buah. Baldwin (1999), menyebutkan bahwa, buah yang tergolong klimaterik, respirasinya meningkat pada awal penyimpanan dan setelah itu menunjukkan kecendrungan yang semakin menurun seiring dengan lamanya penyimpanan.

Pada hari ke 12 mulai mengalami penurunan gula reduksi dari hari sebelumnya. Hal ini diduga bakteri yang telah beradaptasi mulai menggunakan gula-gula sederhana yang berada pada *fresh-cut* buah apel sebagai substrat untuk

pertumbuhannya. Hal ini sesuai dengan data uji mikrobiologi dimana terjadi peningkatan populasi bakteri pada hari ke 12. Galih (2015) menyatakan, bahwa penurunan kadar glukosa di dalam buah disebabkan oleh adanya aktivitas pemanfaatan nutrisi di dalam buah oleh bakteri sebagai sumber energi dan karbon. Gula reduksi yang terdapat pada buah akan dimetabolisme oleh mikroorganisme yang tumbuh sebagai nutrisi dan energi untuk melakukan perkembang biakan sel (Dessi dkk., 2008). Glukosa merupakan senyawa yang paling sering digunakan oleh mikroorganisme dalam proses fermentasi. Penurunan kadar gula reduksi disebabkan karena terjadi kenaikan intensitas kerusakan yang diduga disebabkan oleh aktivitas mikroba. Semakin besar aktivitas mikrobia (BAL) maka semakin besar gula yang dimanfaatkan untuk menghasilkan asam laktat (Alifah dkk., 2014).

Pada hari ke 15 terjadi peningkatan kembali gula reduksi di seluruh perlakuan. Diduga peningkatan gula reduksi karena kerja enzim pemecah pati meningkat yang disebabkan pertumbuhan bakteri. Hal ini merujuk pada data hasil pengamatan uji mikrobiologi pada hari ke 15, terjadi peningkatan pertumbuhan bakteri pada seluruh perlakuan. Bakteri yang menyerang dapat menyebabkan terjadinya stress pada buah dan mengakibatkan laju repirasi meningkat. Laju respirasi berbanding lurus dengan tingkat stres (Murdijati dan Yuliana, 2014). Hal ini merupakan respon spontan pada buah yang tersrang mikroorganisme. Namun, dalam waktu singkat persediaan substrat akan habis dan akhirnya buah tersebut akan mati dan busuk (Muchtadi dan Sugiyono, 1989).

Penambahan pelapisan CMC 1% pada *fresh-cut* buah apel terbukti dapat menghambat pati terhidrolisis menjadi gula-gula reduksi untuk substrat dalam respirasi. Sementara pada *fresh-cut* buah apel yang tanpa dilapisi CMC mengalami hidrolisis pati yang tinggi. Hidrolisis pati akan dilakukan pada jalur glikolisis.

F. Total Asam Tertitrasi

Asam organik dapat dianggap sebagai sumber cadangan energi pada buah dan kemudian diharapkan menurun selama aktivitas metabolisme selama pemasakan. Asam-asam organik yang terdapat pada buah apel yakni asam malat, quinat, α-ketoklukarat, oksalasetat, sitrat, piruvat, fumarat, laktat dan suksinat (Tranggono dan Sutardi, 1990). Asam sitrat dan malat merupakan asam utama pada buah-buahan berdaging, asam malat akan berkurang yang kemudian diikuti asam sitrat (Sudiyono, 2008). Pengujian total asam tertitrasi dilakukan dengan menggunakan indikator *phenolphthalein* (PP) 1 % dan kemudian dititrasi dengan NaOH 0,1 N hingga berwarna merah muda.

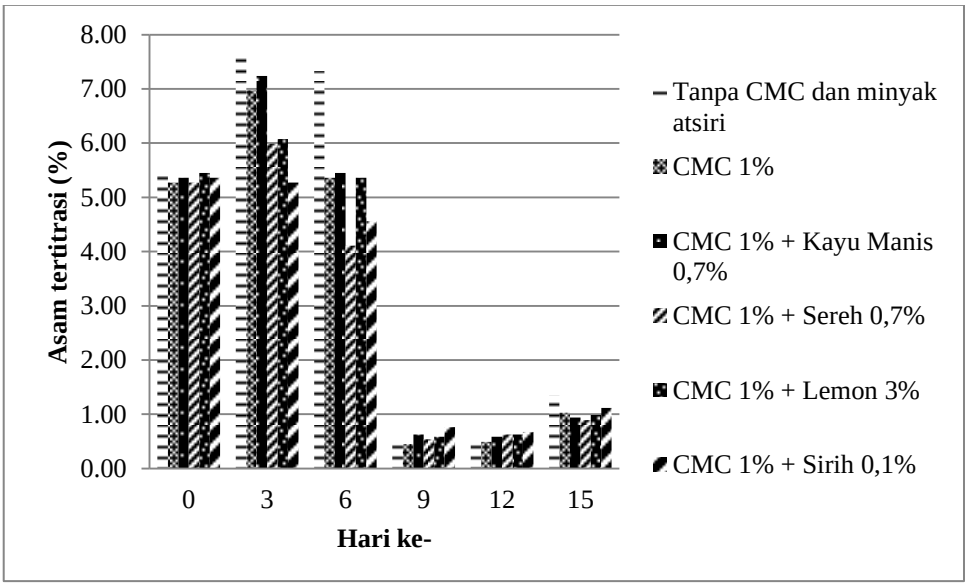
Hasil analisis sidik ragam pada uji total asam tertitrasi (lampiran 3.E) menunjukkan bahwas terdapat beda nyata antar perlakuan pada hari ke-3 hingga ke-15. Pada tabel 7 menunjukkan rerata asam titrasi terlihat bahwa perlakuan terbaik yaitu perlakuan CMC 1% + sereh 0,7%, sedangkan perlakuan terburuk yaitu perlakuan tanpa CMC dan minyak atsiri.

Tabel 6. Hasil Rerata Total Asm Tertitrasi *Fresh-Cut* Buah Apel yang Diberikan Perlakuan dan Tanpa Perlakuan

Perlakuan	Total Asam Tertitrasi (%)					
	Hari ke-					
	0	3	6	9	12	15
Tanpa CMC dan Minyak atsiri	5,45a	7,59a	7,33a	0,45c	0,54bc	1,34a
CMC 1%	5,27a	6,70a	5,36b	0,45c	0,49c	1,03bc
CMC 1% + Kayu manis 0,7%	5,36a	7,24a	5,45b	0,63b	0,59abc	0,94bc
CMC 1% + Sereh 0,7%	5,27a	5,99b	4,11d	0,54bc	0,63ab	0,89c
CMC 1% + Lemon 3%	5,45a	6,08b	5,36b	0,59bc	0,63ab	0,98bc
CMC 1% + Sirih 0,1%	5,36a	5,27b	4,56c	0,76a	0,67a	1,12c
Rerata dengan CMC	5,34x	7,31y	4,97y	0,59x	0,60x	0,99y
Tanpa CMC	5,45x	7,59x	7,33x	0,45y	0,54x	1,34x

Keterangan : angka rerata yang diikuti oleh huruf yang sama dalam satu kolom menunjukkan tidak ada beda nyata berdasarkan hasil DMRT (abcd) dan Kontras Orthogonal (xy) pada taraf α 5 %.

Hasil uji kontras orthogonal (tabel 7) yang membandingkan perlakuan tanpa CMC dan kelompok perlakuan CMC 1% terlihat bahwa pada hari pengamatan ke 3, 6, 9 dan 15 terdapat beda nyata antar perlakuan. Hal ini menunjukkan bahwa edible CMC dapat menahan laju respirasi *fresh-cut* buah apel.



Gambar 5. Histogram Total Asam Tertitrasi pada *Fresh-Cut* Buah Apel

Gambar 5 menunjukkan, rerata total asam tertitrasi mengalami fluktuasi dari awal pengamatan hingga akhir pengamatan. Pada hari ke 0 hingga hari ke 3 terlihat bahwa hampir semua rerata perlakuan total asam mengalami peningkatan. Selanjutnya pada hari ke 6 hingga hari ke 9 mengalami penurunan nilai total asam dan kembali meningkat pada hari ke 12 dan ke 15 penyimpanan. Nilai total asam tertitrasi ini secara umum menggambarkan pola respirasi pada buah klimaterik.

Menurut Murdijati dan Yuliana (2014), buah apel merupakan buah yang tergolong dalam buah klimaterik, dimana buah masih melakukan respirasi walaupun sudah dipanen. Pada buah klimaterik, respirasinya akan meningkat pada awal penyimpanan kemudian kecepatannya akan menjadi minimum pada waktu pematangan (maturity). Namun pada saat tercapai pemasakan (ripening), respirasi mengalami peningkatan kembali (puncak kedua) dan kemudian menurun lagi (Bambang, 2008).

Pada hari ke 3 pengamatan, terjadi peningkatan total asam tertitrasi dari hari ke 0. Hal ini sesuai dengan yang telah dijelaskan pada parameter gula reduksi, dimana laju respirasi akan meningkat setelah terjadi pelukaan. Diduga puncak klimaterik *fresh-cut* buah apel terjadi pada hari pengamatan ke 3 ini.

Pada hari ke 6 dan ke 9 pengamatan terjadi penurunan total asam. Laju respirasi *fresh-cut* buah apel akan mengalami penurunan setelah terjadi klimaterik. Baldwin (1999) menyebutkan bahwa, pada buah yang tergolong klimakterik, respirasinya meningkat pada awal penyimpanan dan setelah itu menunjukkan kecenderungan yang semakin menurun seiring dengan lamanya penyimpanan. Diduga hal ini terjadi karena mitokondria pada sel mengalami degradasi.

Mitokondria merupakan tempat terjadinya siklus asam trikarboksilat dan sintesis etilen. Jika mitokondria mengalami degradasi maka suplai energi untuk keperluan metabolisme berkurang. Akibatnya, sel-sel mengalami pelayuan dan akhirnya mati (Muchtadi, 1992).

Pada hari ke 12 dan hari ke 15 kembali terjadi peningkatan total asam tertitrasi walaupun hanya sedikit. Hal ini diduga karena hasil fermentasi dari bakteri yang tumbuh pada *fresh-cut* buah apel. Dirujuk berdasarkan hasil uji mikrobiologi dimana terjadi peningkatan populasi bakteri pada hari ke 12 dan ke 15 untuk semua perlakuan. Menurut Galih (2015), peningkatan total asam tertitrasi disebabkan karena mikroba yang aktif selama fermentasi memanfaatkan karbohidrat yang dapat difermentasi dan menghasilkan asam-asam organik. Bakteri yang terdapat pada *fresh-cut* buah apel diduga bakteri asam laktat, sehingga hasil metabolisme bakteri asam laktat seperti asam laktat, asam asetat, *etanol, manitol, dekstran, ester* dan CO_2 dapat meningkatkan total asam tertitrasi pada *fresh-cut* buah apel.

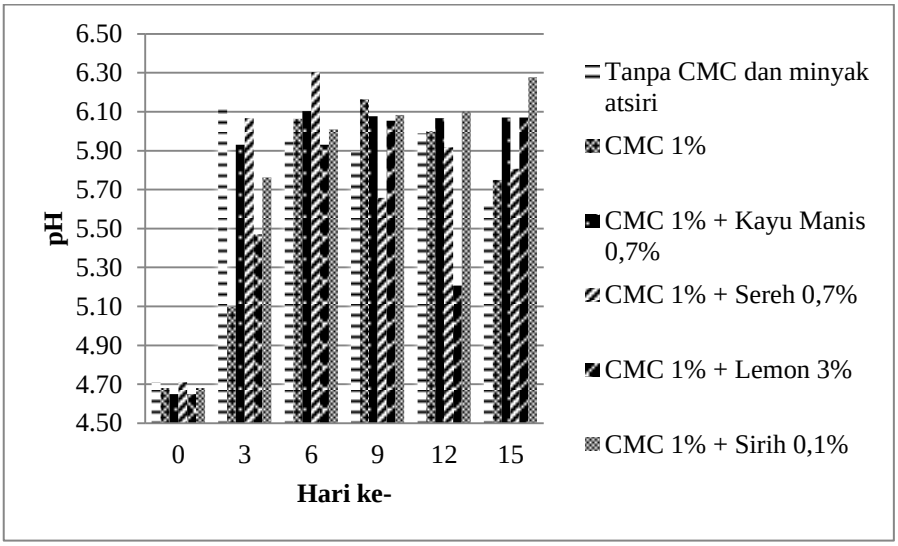
Analisis total asam tertitrasi kerap dihubungkan dengan laju respirasi pada buah. Hal ini dikarenakan asam-asam organik seperti asam sitrat, asam malat, asam fumarat, dan asam suksinat terbentuk saat terjadi siklus krebs pada proses respirasi. Pada perlakuan penambahan CMC 1% dapat dikatakan berpengaruh terhadap penghambatan laju respirasi *fresh-cut* buah apel. 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). CMC merupakan salah satu penstabil yang memiliki kemampuan untuk mengikat gula, air, asam-asam organik dan komponen-komponen lain sehingga menjadi lebih stabil (Faradisa, 2015).

G. pH

Kecepatan pertumbuhan bakteri pada media dipengaruhi oleh lingkungan media tempat tumbuh bakteri, salah satu faktornya adalah pH (Fadlilah dkk., 2013). Pada penelitian ini, dilakukan pengukuran pH untuk mengetahui tingkat keasaman atau kebasaan *fresh-cut* buah apel dengan menggunakan pH meter. Pada pH yang rendah, membran sel menjadi jenuh oleh ion hidrogen sehingga membatasi transport membran. Keracunan yang terjadi pada pH rendah adalah karena sebagian substansi asam yang tidak terurai meresap ke dalam sel, sehingga terjadi ionisasi dan pH sel berubah. Perubahan ini menyebabkan proses pengiriman asam-asam amino dari RNA terhambat sehingga menghambat pertumbuhan dan bahkan dapat membunuh mikroba (Oktaviani, 2016).

Berdasarkan histogram pH pada gambar 6. menunjukkan bahwa nilai pH pada *fresh*-cut buah apel semua perlakuan masih merupakan pH optimum bagi aktivitas BAL yakni berkisar 5-6. Menurut Nur, dkk. (2013) BAL dapat bertahan pada pH 3,2 - 9,6. Sedangkan pH optimum bagi aktivitas BAL berkisar pH 3-8 (Djaafar, dkk., 1996 dan Hasrul, 2005). Sehingga dapat dikatakan bahwa penambahan perlakuan CMC dan minyak atsiri tidak dapat menghambat pertumbuhan bakteri dari segi pH.



Gambar 6. Histogram pH pada *Fresh-Cut* Buah Apel

Semakin optimum pH pada *fresh-cut* buah apel maka semakin aktif BAL dalam merombak gula menjadi asam-asam organik. Menurut Della (2011), Sutedjo dan Fithri (2015), BAL akan memanfaatkan gula untuk difermentasi menjadi alkohol, asam asetat, asam karbonat, dan asam laktat. Asam-asam organik yang dihasilkan dapat menyebabkan penurunan nilai pH pada *fresh-cut* buah apel.

H. Uji Organoleptik

Produk buah potong segar berkaitan langsung dengan penampilan umum produk, kualitas sensorik, rasa dan kualitas gizi (Jennylynd and Tipvanna, 2010). Parameter kesukaan digunakan untuk mengetahui tingkat kesukaan konsumen terhadap buah setelah menilai berbagai macam parameter secara mandiri. Uji organoleptik dilakukan dengan 6 panelis, dengan tingkat kesukaan yakni sangat tidak suka, tidak suka, cukup suka, suka dan sangat suka (1-5).

1. Kenampakan

Kenampakan merupakan salah satu parameter pertama yang dapat diuji oleh konsumen sebelum membeli suatu produk (Melly dkk., 2012). Pada penelitian ini, pengamatan uji organoleptik kenampakan dilakukan setiap 3 hari sekali.

Berdasarkan tabel 8. dapat dilihat bahwa pada hari ke-0 perlakuan CMC 1% dan CMC 1% + sereh 0,7%, merupakan perlakuan paling tinggi nilai kesukaan panelis, 33,3 % sangat suka karena buah masih terlihat segar dan 66,7% suka karena walaupun buah masih terlihat segar namun mulai terihat *browning*. Sedangkan perlakuan terendah nilai kesukaan panelis adalah perlakuan CMC 1% + sereh 0,1%, dimana 50% suka karena buah masih terlihat segar dan 50% cukup suka karena buah masih segar, namun telah berubah warna menjadi coklat kemerahan secara merata.

Pada hari ke 3, perlakuan CMC 1% + kayu manis 0,7% dan CMC 1% + lemon 3% mendapatkan nilai kesukaan tertinggi dengan 66,7% suka dikarenakan buah terlihat segar dan 33,3% cukup suka karena melihat buah telah mengalami *browning* yang cukup banyak disekitar bekas potongan. Sedangkan perlakuan CMC 1% + sirih 0,1% memiliki nilai kesukaan yang rendah dengan 16,7% memilih cukup suka dikarenakan buah masih terlihat segar dan 83,3% tidak suka karena tidak tertarik dengan buah apel yang telah berubah wana (*browning*), sudah tidak terlihat warna asli dari buah apelnya.

Tabel 7. Skor Uji Organoleptik Kenampakan Buah Apel

Tingkat kesukaan	Skoring kenampakan (%)					
	Hari ke-					
	0	3	6	9	12	15
Tanpa CMC dan Minyak atsiri						
Sangat tidak suka	-	-	-	-	-	83,3
Tidak suka	-	-	50	100	100	16,7
Cukup suka	16,7	50	50	-	-	-
Suka	83,3	50	-	-	-	-
Sangat suka	-	-	-	-	-	-
CMC 1%						
Sangat tidak suka	-	-	-	-	-	66,7
Tidak suka	-	-	-	33,3	50	33,3
Cukup suka	-	50	83,3	66,7	50	-
Suka	66,7	50	16,7	-	-	-
Sangat suka	33,3	-	-	-	-	-
CMC 1% + Kayu Manis 0,7%						
Sangat tidak suka	-	-	-	-	-	50
Tidak suka	-	-	-	33,3	50	50
Cukup suka	16,7	33,3	83,3	66,7	50	-
Suka	83,3	66,7	16,7	-	-	-
Sangat suka	-	-	-	-	-	-
CMC 1% + Sereh 0,7%						
Sangat tidak suka	-	-	-	-	-	50
Tidak suka	-	-	-	33,3	50	50
Cukup suka	-	50	83,3	66,7	50	-
Suka	66,7	50	16,7	-	-	-
Sangat suka	33,3	-	-	-	-	-
CMC 1% + Lemon 3%						
Sangat tidak suka	-	-	-	-	-	-
Tidak suka	-	-	-	-	-	33,3
Cukup suka	16,7	33,3	50	83,3	100	66,7
Suka	83,3	66,7	50	16,7	-	-
Sangat suka	-	-	-	-	-	-
CMC 1% + Sirih 0,1%						
Sangat tidak suka	-	-	-	-	100	100
Tidak suka	-	83,3	100	100	-	-
Cukup suka	50	16,7	-	-	-	-
Suka	50	-	-	-	-	-
Sangat suka	-	-	-	-	-	-

Pada hari ke 6, Perlakuan CMC 1% + lemon 3% memiliki nilai kesukaan tertinggi dimana 50 % suka dikarenakan panelis melihat buah masih terlihat segar serta masih layak dimakan dan 50% menilai cukup suka dikarenkan buah sudah semakin meningkat perubahan *browning* nya. Perlakuan CMC 1% + sirih 0,1% memiliki nilai kesukaan terendah dengan 100% panelis memilih tidak suka dikarenakan panelis sudah tidak tertaik dengan buah yang mempunyai *browning* berlebihan.

Pada hari ke 9, perlakuan CMC 1% + lemon 3% merupakan perlakuan dengan nilai kesukaan tertinggi dimana 16,7% suka karena buah masih terlihat segar dan 83,3% cukup suka karena buah semakin mengalami *browning* yang lebih banyak namun masih terlihat segar. Perlakuan tanpa CMC serta minyak atsiri dan perlakuan CMC 1% + sirih 0,1% mendapatkan nilai kesukaan terendah. Rendahnya nilai kesukaan yang diberikan panelis dikarenakan perlakuan tanpa CMC serta minyak atsiri, mulai mengalami tingkat keriput yang tinggi walaupun tingkat *browning* tidak mengalami peningkatan lagi. Sedangkan perlakuan CMC 1% + sirih 0,1% tidak disukai karena *browning* pada permukaan *fresh-cut* buah apel.

Pada hari ke 12, perlakuan CMC 1% + lemon 3% merupakan perlakuan dengan nilai kesukaan tertinggi dimana 100% panelis cukup suka karena buah masih terlihat segar, namun *browning* mulai muncul pada sisi kulit apel sehingga lebih telihat seperti pembusukan. Perlakuan CMC 1% + sirih 0,1% masih memiliki nilai terendah seperti hari sebelumnya, namun panelis 100% sangat tidak

suka. Selain *browning*, alasan panelis tidak menyukai adalah munculnya jamur pada permukaan buah.

Pada hari ke 15 penyimpanan, perlakuan CMC 1% + lemon 3% merupakan perlakuan dengan nilai kesukaan tertinggi dimana 66,7% cukup suka karena buah masih berwarna terang, segar dan 33,3 % tidak suka dikarenakan pada kulit buah telah mengalami *browning* dan terlihat seperti busuk. Perlakuan yang memiliki nilai terendah adalah perlakuan CMC 1% + sirih 0,1% dengan 100% panelis sangat tidak menyukai penampakan *fresh-cut* buah apel dikarenakan *browning* dan jamur pada permukaan buah mulai bertambah banyak.

Gambar 7. Penampakkan Jamur pada Perlakuan CMC 1% + sirih 0,1% Hari Ke-15

Berdasarkan data uji organoleptik kenampakan diatas dapat diketahui perlakuan dengan nilai kesukaan tertinggi yakni CMC 1% + lemon 3% dan sebaliknya nilai kesukaan terendah pada buah dengan perlakuan CMC 1% + sirih 0,1%. Tinggi rendahnya penilaian panelis terhadap kenampakkan *fresh-cut* buah apel dipengaruhi oleh tingkat pencoklatan (*browning).* Apel apabila dipotong dan dikupas, daging buahnya akan mengalami peberubahan warna menjadi kecoklatan. *Browning* pada buah apel terjadi akibat aktivitas enzim Polyphenol Oxidase (PPO) (Bastian, 2004). Hal ini disebabkan di dalam apel terkandung senyawa fenol yang apabila berinteraksi dengan enzim polifenol oksidase dengan

bantuan oksigen akan mengalami *browning*. pencoklatan pada buah persik dan apel berkorelasi positif dengan kandungan asam khlorogenat (Utama, 2017).

Tingginya Nilai kesukaan panelis terhadap perlakuan CMC 1% + lemon 3% dikarenakan tingkat *browning* lebih sedikit dibandingkan dengan perlakua lain. Diduga kandungan asam-asam organik yang terdapat pada minyak atsiri lemon berfungsi menjadi anti *browning.* Jeruk lemon memiliki kandungan asam sitrat yang tinggi dapat mencapai 8% bobot kering (Anisa, 2012). Asam sitrat akan mengikat oksigen untuk mencegah buah berubah menjadi berwarna coklat. Asam sitrat merupakan senyawa *intermediet* dari asam organik yang mampu mengkompleks ion tembaga Cu yang berperan sebagai katalis dalam reaksi *browning*. Selain itu, asam sitrat juga dapat menghambat pencoklatan dengan cara menurunkan pH jaringan sehingga enzim polifenol oksidase menjadi inaktif (Catur, 2016).

2. Aroma

Aroma merupakan salah satu parameter yang dapat dinilai langsung oleh indra manusia untuk mengetahui tingkat kesegaran suatu buah. Jika suatu buah telah ditumbuhi mikroorganisme maka aroma dari buah tersebut mulai terjadi perubahan aroma menjadi tidak enak. Berdasarkan tabel 9, dapat diketahui bahwa pada hari ke 0 hampir seluruh perlakuan memiliki nilai kesukaan aroma 100% sangat disukai oleh panelis. Hal ini dikarenakan buah yang diberi perlakuan masih beraroma segar dan minyak atsiri tidak terlalu mempengaruhi aroma pada *fresh-cut* buah apel.

Tabel 8. Skor Uji Organoleptik Aroma *Fresh-Cut* Buah Apel

Tingkat kesukaan	Skoring Aroma (%)					
	Hari ke-					
	0	3	6	9	12	15
Tanpa CMC dan Minyak atsiri						
Sangat tidak suka	-	-	-	-	-	16,7
Tidak suka	-	-	16,7	66,7	100	83,3
Cukup suka	-	66,7	83,3	33,3	-	-
Suka	-	33,3	-	-	-	-
Sangat suka	100	-	-	-	-	-
CMC 1%						
Sangat tidak suka	-	-	-	-	-	16,7
Tidak suka	-	-	16,7	66,7	66,7	83,3
Cukup suka	-	33,3	83,3	33,3	33,3	-
Suka	-	50	-	-	-	-
Sangat suka	100	16,7	-	-	-	-
CMC 1% + Kayu Manis 0,7%						
Sangat tidak suka	-	-	-	-	-	83,3
Tidak suka	-	-	33,3	33,3	100	16,7
Cukup suka	-	16,7	33,3	33,3	-	-
Suka	-	83,3	33,3	33,3	-	-
Sangat suka	100	-	-	-	-	-
CMC 1% + Sereh 0,7%						
Sangat tidak suka	-	-	-	-	-	-
Tidak suka	-	-	-	-	-	33,3
Cukup suka	-	50	100	100	100	66,7
Suka	-	50	-	-	-	-
Sangat suka	100	-	-	-	-	-
CMC 1% + Lemon 3%						
Sangat tidak suka	-	-	-	-	-	-
Tidak suka	-	-	-	-	-	33,3
Cukup suka	-	16,7	33,3	50	66,7	66,7
Suka	-	83,3	66,7	50	33,3	-
Sangat suka	100	-	-	-	-	-
CMC 1% + Sirih 0,1%						
Sangat tidak suka	-	-	-	16,7	33,3	100
Tidak suka	-	83,3	83,3	83,3	66,7	-
Cukup suka	50	16,7	16,7	-	-	-
Suka	50	-	-	-	-	-
Sangat suka	-	-	-	-	-	-

Namun, berbeda pada perlakuan CMC 1% + sirih 0,1%, aroma minyak atsiri sirih mendominasi dan membuat aroma buah tertutupi. Sehingga pada perlakuan ini 50% panelis memberi nilai suka dan cukup suka.

Pada hari ke 3, perlakuan CMC 1% merupakan perlakuan dengan nilai kesukaan tertinggi diketahui 16,7% memberikan nilai sangat suka, 50% suka dan 33.3% cukup suka. Menurut panelis, buah diberikan perlakuan CMC 1% masih beraroma segar buah apel. Sedangkan perlakuan CMC 1% + sirih 0,1% merupakan perlakuan terendah karena hanya 16,7% cukup suka dan 83,3% tidak suka. Menurut panelis, aroma minyak atsiri sirih yang menyengat membuah panelis tidak menyukainya.

Pada hari ke 6, Perlakuan CMC 1% + lemon 3% merupakan perlakuan dengan nilat kesukaan tertinggi dimana 66,7% suka dan 33,3% cukup suka. Hal ini dikarenakan buah masih berbau segar dan terdapat aroma lemon yang menyegarkan juga. Perlakuan dengan nilai kesukaan terendah adalah CMC 1% + sirih 0,1% dengan 16,7% cukup suka dan 83,7% tidak suka. Alasan yang diberikan panelis serupa dengan alasan kemarin yaitu buah didominasi aroma dari minyak atsiri sereh.

Pada hari ke 9, perlakuan CMC 1% + lemon 3% merupakan perlakuan terbaik dimana 50% penelis suka dan cukup suka. Hal ini dikarenakan panelis merasa aroma minyak atsiri lemon mendominasi buah, namun menjadikan aroma buah apel menjadi lebih segar. Sedangkan perlakuan dengan nilai terendah adalah perlakuan CMC 1% + sereh 0,1% dengan 83,7% tidak suka dan 16,7% sangat

tidak suka. Alasan yang diberikan panelis dikarenakan buah beraroma minyak atsiri sereh yang kuat dan mulai beraroma seperti fermentasi.

Pada hari ke 12 penyimpanan perlakuan CMC 1% + lemon 3% merupakan perlakuan terbaik dengan 33,3% suka dan 66,7% cukup suka. Hal ini dikarenakan buah masih beraroma segar namun aroma minyak atsiri lemon sudah mulai berkurang. Sebaliknya perlakuan CMC 1% + sirih 0,1% merupakan perlakuan terendah. Alasan yang diberikan panelis dikarenakan buah sudah tidak beraroma minyak atsiri sereh namun sudah beraroma asam seperti fermentasi.

Pada hari ke 15, perlakuan CMC 1% + lemon 3% dan sereh 0,7% merupakan perlakuan terbaik dimana 66,7% panelis cukup suka dan 33,3% tidak suka terhadap aroma *fresh-cut* buah apel. Hal ini dikarenakan buah sudah beraroma tidak segar. sedangkan perlakuan CMC 1% + sirih 0,1% merupakan perlakuan dengan nilai terendah dimana 100% penelis sangat tidak menyukai dikarenakan buah sudah beraroma busuk.

Berdasarkan data uji organoleptik aroma diatas dapat diketahui perlakuan dengan nilai kesukaan tertinggi yakni perlakuan CMC 1% + sereh 0,7% dan perlakuan CMC 1% + lemon 3% dengan 66,7% panelis cukup suka dan 33,3% tidak suka. Sedangkan nilai kesukaan terendah pada buah yaitu pada CMC 1% + sirih 0,1% sebanyaj 100% sangat tidak suka.

Senyawa pembentuk citarasa pada bahan pangan mudah sekali berubah karena terjadinya penguapan air. Selain itu, penguapan air dapat berdampak pada perubahan fisik maupun kimia dari suatu buah. Menurut Eveline (2009), produk pangan akan semakin cepat rusak yang disebabkan oleh tingginya transmisi uap

air. Pemberian *edible coating* CMC dan minyak atsiri pada buah belum diketahui apakah dapat menahan laju transmisi uap air pada *fresh-cut* buah apel. Maka, pengujian WFTR (*water vapor transmission rate*) dirasa perlu dilakukan untuk mengetahui laju penguapan air karena respirasi dan transpirasi. Pengujian WVTR berperan penting dalam menentukan laju kerusakan produk. WVTR yang tinggi akan menyebabkan produk pangan yang dikemas akan semakin cepat rusak, karena adanya air akan memacu reaksi hidrolisa dan kerusakan oleh mikroorganisme (Eveline, 2009).