

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

Buah tomat setelah dipanen masih melakukan proses metabolisme dengan menggunakan cadangan makanan yang terdapat dalam buah. Berkurangnya cadangan makanan tersebut tidak dapat digantikan karena buah sudah terpisah dari pohonnya, sehingga mempercepat proses hilangnya nilai gizi buah dan mempercepat proses pemasakan. Perubahan tersebut menyebabkan umur simpan buah menjadi lebih pendek. Respirasi dan transpirasi merupakan faktor yang paling berpengaruh dalam proses tersebut. Berikut disajikan hasil perlakuan kitosan dan ekstrak cincau hitam pada buah tomat sehingga dapat mempertahankan kualitas dan umur simpan buah tomat.

Variabel pengamatan penyimpanan tomat terdiri atas susut bobot, kadar gula, asam titrasi, vitamin C, kekerasan, organoleptik, dan mikrobiologi. Hasil variabel pengamatan penyimpanan tomat disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Rerata Susut Bobot, Kekerasan, Kadar Gula, Uji Vitamin C, Mikrobiologi\

Perlakuan	Parameter umur simpan				
	Susut bobot(gr)	Kekerasaan (gr/dtk)	Kadar gula (%)	Uji vitamin c (%)	Asam titrasi (%)
A	2.8980a	16.483 b	2.5000 b	4.3333a	0.16667b
B	1.2310b	24.067 a	2.5333 c	3.0000b	0.16667b
C	0.7943b	10.783 c	2.4433 c	3.3333b	0.16667b
D	0.5870b	13.417 bc	2.3767 c	3.3333b	0.33333a
E	0.3620b	16.467 b	3.4767 a	4.6667a	0.26667ab

Keterangan : angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak ada beda nyata berdasarkan uji F taraf  $\alpha$  5%.

- A. Perlakuan kitosan 1,5 % Tanpa ekstrak cincau hitam (kontrol)
- B. Perlakuan kitosan 1,5% + ekstrak cincau hitam 5 %
- C. Perlakuan kitosan 1,5% + ekstrak cincau hitam 10%
- D. Perlakuan kitosan 1,5% + ekstrak cincau hitam 15%
- E. Perlakuan kitosan 1,5% + ekstrak cincau hitam 20%

#### A. Susut bobot (gram)

Selama buah disimpan mengalami berbagai perombakan yang menyebabkan terjadinya pengurangan berat buah, dan berdampak pada penurunan kualitas buah. Susut Berat merupakan proses penurunan berat buah akibat proses respirasi, transpirasi dan aktivitas bakteri. Menurut Wills, *et al.* (1981) dan Lathifa (2013), Respirasi pada buah merupakan proses biologis dimana oksigen diserap untuk membakar bahan-bahan organik dalam buah untuk menghasilkan energi dan diikuti oleh pengeluaran sisa pembakaran berupa CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>O. Air dan gas yang dihasilkan untuk memperoleh energi akan berupa panas dan mengalami penguapan yang menyebabkan penyusutan berat.

Pelapisan dengan Kitosan dan kombinasi Ekstrak Daun Cincau Hitam dan Kitosan dapat dikatakan memiliki kemampuan untuk mempertahankan Susut Berat pada buah tomat. Hal ini dikarenakan Kitosan memiliki sifat antimikroba, karena dapat menghambat bakteri patogen dan mikroorganisme pembusuk, termasuk jamur, bakteri gram positif, bakteri gram negative (Hafdani, 2011). Selain itu Kitosan juga memiliki kemampuan pelapis yang mampu menghambat laju respirasi dan transpirasi, sehingga laju respirasi tomat yang dilapisi dengan penambahan daun cincau hitam memiliki susut bobot yang lebih kecil, sesuai dengan Henriette (2010) yang menyatakan bahwa kitosan digunakan sebagai pelapis guna menghalangi oksigen masuk dengan baik dan sebagai pelapis yang dapat dimakan langsung, karena kitosan tidak berbahaya terhadap kesehatan.

Tabel 2. Rerata uji susut bobot pada hari ke 15 Susut Bobot (gram)

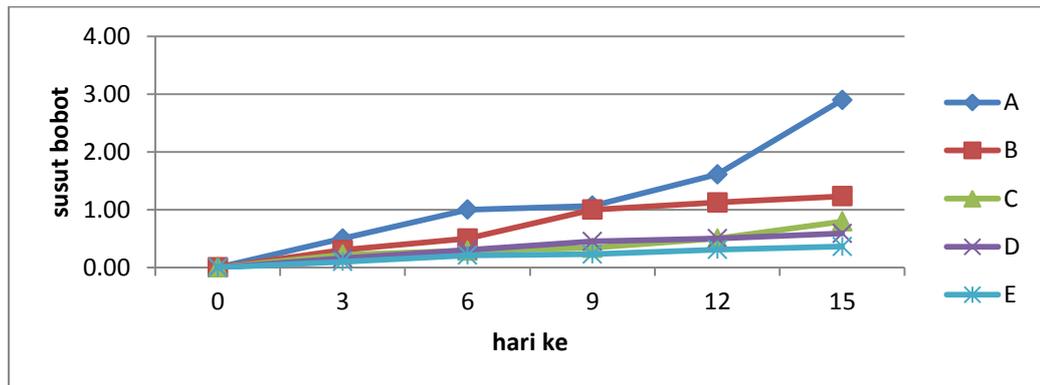
Perlakuan	Susut bobot (gram)
Kitosan 1,5% (kontrol)	2.8980a
Kitosan 1,5% + ekstrak daun cincau hitam 5%	1.2310b
Kitosan 1,5% + ekstrak daun cincau hitam 10%	0.7943b
Kitosan 1,5% + ekstrak daun cincau hitam 15%	0.5870b
Kitosan 1,5% + ekstrak daun cincau hitam 20%	0.3620b

Keterangan : angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak ada beda nyata berdasarkan uji F taraf  $\alpha$  5%.

Dari tabel 1 yang berdasarkan pada analisis sidik ragam, hasil analisis susut bobot hari ke 15 menunjukkan pengaruh berbeda nyata antara perlakuan yang diujikan baik perlakuan kitosan dan ekstrak cincau hitam terhadap susut bobot buah. Hasil analisis susut bobot pada pengamatan ke-15 menunjukkan susut bobot terendah yaitu pada perlakuan kitosan 1,5% + EK 20% sebesar 0,3600 terhadap lama penyimpanan, sedangkan perlakuan kitosan 1,5%

(kontrol) mengalami penyusutan susut bobot tertinggi yaitu sebesar 2,8980. Hal ini menunjukkan bahwa Pelapisan menggunakan kitosan + ekstrak cincau hitam mampu menekan laju transpirasi, proses transpirasi itu sendiri ialah merupakan kehilangan air karena evaporasi. Evaporasi ini karena adanya perbedaan tekanan air di luar dan di dalam buah. Tekanan air di dalam buah lebih tinggi sehingga uap air akan keluar dari buah. Menurut Pantastico (1986) dan Lathifa (2013), tempat transpirasi utama pada tanaman adalah hidatoda, mulut kulit, dan kutikula. Pelapisan dengan edible coating mampu menghambat laju pengeluaran air. Penghambatan hilangnya air tersebut disebabkan karena pelapisan dapat menutup lentisel dan kutikula tomat. Selain itu, pelapisan dengan edible coating dapat menurunkan laju respirasi dengan mengurangi pertukaran oksigen Pantastico (1986) dan Lathifa (2013).

Adapun perlakuan pelapisan dengan ekstrak daun cincau hitam kitosan 1,5% + 20 % memiliki nilai susut berat yang lebih rendah dibanding dengan perlakuan pelapisan lain. Pelapisan menggunakan ekstrak daun cincau hitam tidak hanya mampu menekan pertumbuhan bakteri, sehingga pelapisan ini mampu menekan laju respirasi yang menyebabkan penurunan susut bobot. Hal tersebut dikarenakan ekstrak daun cincau hitam memiliki lapisan yang mampu menutupi lentisel dan kutikula pada buah tomat (Lathifa, 2013). Secara umum penurunan susut bobot ini juga dikarenakan oleh aktivitas bakteri, adapun mekanisme kerja anti bakteri *tanin*, *flavonoid* dan *trritepenoid* pada ekstrak daun cincau hitam diduga mampu menekan laju pertumbuhan bakteri (Mukhlisoh, 2010).



Gambar 1. Grafik Susut bobot buah dari hari ke 0 sampai 15

Keterangan :

- A. Perlakuan kitosan 1,5 % Tanpa ekstrak cincau hitam (kontrol)
- B. Perlakuan kitosan 1,5% + ekstrak cincau hitam 5 %
- C. Perlakuan kitosan 1,5% + ekstrak cincau hitam 10%
- D. Perlakuan kitosan 1,5% + ekstrak cincau hitam 15%
- E. Perlakuan kitosan 1,5% + ekstrak cincau hitam 20%

Susut bobot pada tomat cenderung meningkat seiring dengan lama penyimpanan dan tingkat kematangan. Hal ini diduga karena terjadinya proses transpirasi sehingga air yang terdapat di dalam tomat berpindah ke lingkungan yang menyebabkan terjadinya penyusutan (susut bobot) pada tomat. Menurut Marlina dkk, (2014) susut bobot pada tomat cenderung meningkat seiring dengan lama penyimpanan dan tingkat kematangan. Peningkatan tersebut akibat proses transpirasi dimana air yang terdapat di dalam tomat berpindah ke lingkungan yang menyebabkan terjadinya penyusutan susut bobot pada tomat. Suhardjo (1992) menambahkan bahwa transpirasi pada buah menyebabkan ikatan sel menjadi longgar dan ruang udara menjadi besar seperti mengeriput, keadaan sel yang demikian menyebabkan perubahan volume ruang udara, tekanan turgor, dan kekerasan buah.

Tomat yang diberi pelapis ekstrak daun cincau hitam cenderung memiliki laju susut bobot yang hampir sama. Menurut Muchtadi dan Sugiyono (1992) dan Novita (2012), kehilangan susut berat buah selama disimpan terutama disebabkan oleh kehilangan air, Kehilangan air pada produk segar juga dapat menurunkan mutu dan menimbulkan kerusakan. Kehilangan air ini disebabkan karena sebagian air dalam jaringan bahan menguap atau terjadinya transpirasi. Kehilangan air yang tinggi akan menyebabkan terjadinya pelayuan dan keriputnya buah. Sesuai penelitian Lathifa (2013) yang menyatakan peristiwa penguapan menyebabkan presentase susut berat buah tomat mengalami kenaikan selama penyimpanan.

Kehilangan air tidak hanya menyebabkan penurunan bobot, tetapi juga dapat menurunkan kualitas mutu, menimbulkan kerusakan, pelayuan dan pengkripitan sehingga bentuknya kurang menarik (Winarno dan Aman, 1981 ; Lathifa, 2013). Kehilangan bobot pada buah dan sayur yang disimpan, selain diakibatkan oleh kehilangan air sebagai akibat dari proses penguapan, juga disebabkan oleh hilangnya karbon selama respirasi (Lathifa, 2013).

## **B. Kekerasan**

Pengamatan kekerasan pada buah tomat dilakukan guna mengetahui pengaruh tingkat kekerasan buah tomat akibat respirasi, transpirasi dan aktivitas bakteri. Nilai kekerasan merupakan parameter kritis 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). Transpirasi pada buah menyebabkan ikatan sel menjadi longgar dan ruang udara menjadi besar seperti mengeriput, keadaan sel yang demikian menyebabkan perubahan volume ruang udara, tekanan turgor, dan kekerasan buah (Suhardjo, 1992).

Secara umum, buah tomat mengalami penurunan kekerasan selama penyimpanan. Hal ini dapat dilihat dari meningkatnya angka yang ditunjukkan penetrometer. Penurunan kekerasan buah biasanya disebabkan oleh:

a. Metabolisme yaitu respirasi dan pemecahan karbohidrat, protein, lemak dan lainnya. degradasi pektin yang tidak larut air (protopektin) menjadi pektin yang larut air. Pecahnya protopektin menjadi zat dengan berat molekul rendah dan larut dalam air mengakibatkan lemahnya dinding sel dan turunnya daya kohesi yang mengikat sel satu dengan yang lainnya (Pantastico *et al*, 1986). Hancurnya polimer karbohidrat penyusun dinding sel khususnya pektin dan selulosa akan melemahkan dinding dan ikatan kohesi jaringan, sehingga kekerasan buah menjadi lunak (Wills *et al*, 1981).

b. Penurunan kadar air. Air merupakan komponen terbesar penyusun sel atau jaringan. Ketegangan sel disebabkan oleh tekanan isi sel pada dinding sel dan dinding sel bersifat permeable yang mudah dikempiskan tergantung volume sel. Apabila air dalam sel berkurang maka volume sel akan berkurang dan ketegangan sel akan menurun sehingga kekerasannya berkurang.

c. Mikroorganisme yang merusak struktur sel, misalnya bakteri gram negatif *Pseudomonas sp* atau *Enterobacteriaceae* yang mempunyai aktivitas *pektinolitik* (King *et al*, 1991 di dalam Tano *et al*, 2008). Buah tomat yang di *coating* mengalami kelunakan tekstur yang lebih lambat dibandingkan buah tomat yang tidak dilapisi. Hal ini disebabkan pelapisan dengan *edible coating* mampu menghambat proses transpirasi yang selanjutnya menghambat kehilangan air dan kelunakan tekstur. Hal ini sesuai dengan pernyataan Lownds *et al.* (1994) dalam Hasanah (2009) bahwa pelunakan buah berhubungan langsung dengan berkurangnya kadar air dalam buah. Selain itu, adanya *coating* akan membatasi kontak permukaan buah tomat dengan oksigen yang selanjutnya akan mengurangi aktivitas *enzim poligalakturonase* dan *amylase* sehingga *poligalakturonat (protopektin)* dan pati tidak terlalu didegradasi menjadi *pektin* yang larut dalam air (Wang *et al*, 1983 dalam Sutrisno, 2004).

Tabel 3. Rerata Uji Kekerasan Buah pada Hari ke-15 kekerasan (gram/detik)

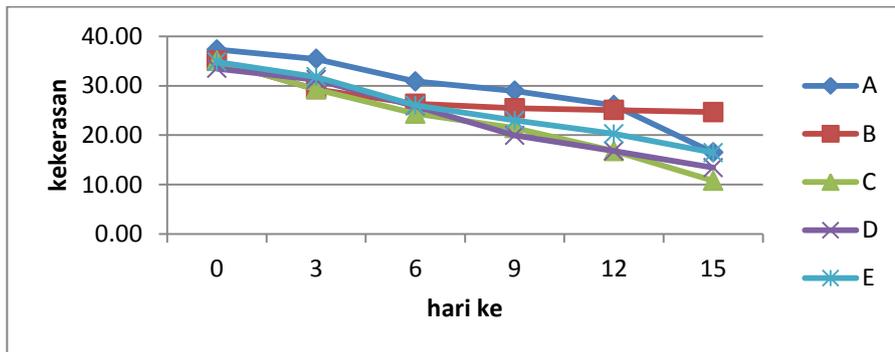
Perlakuan	Kekerasan(gr/dtk)
Kitosan 1,5% (kontrol)	16.483 b
Kitosan 1,5% + ekstrak daun cincau hitam 5%	24.067 a
Kitosan 1,5% + ekstrak daun cincau hitam 10%	10.783 c
Kitosan 1,5% + ekstrak daun cincau hitam 15%	13.417 bc
Kitosan 1,5% + ekstrak daun cincau hitam 20%	16.467 b

Keterangan : angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak ada beda nyata berdasarkan uji F taraf  $\alpha$  5%.

Berdasarkan hasil analisis Sidik Ragam pemberian kitosan dan ekstrak cincau hitam memberikan pengaruh signifikan berbeda nyata. Tabel 3 menunjukkan bahwa kekerasan buah pada setiap perlakuan mengalami perbedaan. secara umum kekerasan pada buah tomat mengalami penurunan. Tekstur buah tomat berdasarkan data hasil sidik ragam justru yang paling tinggi

perlakuan kitosan 1,5% + EK 5% berbeda nyata dengan kontrol. Telah diberi pelapisan kitosan, ekstrak daun cincau hitam dan kombinasi ekstrak daun cincau hitam dan kitosan memiliki kekerasan yang lebih tinggi dibanding yang tidak diberi perlakuan.

Hal ini menunjukkan bahwa ekstrak daun cincau hitam memiliki efek anti bakteri yang mampu mempertahankan kekerasan dari buah tomat. Mekanisme kerja zat antibakteri secara umum adalah dengan merusak struktur-struktur utama dari sel mikroba seperti dinding sel, *sitoplasma*, *ribosom*, dan membran *sitoplasma*. Kitosan juga mampu melindungi buah dari proses senesen dengan cara mencegah masuknya oksigen ke dalam buah karena adanya lapisan permiabel dari kitosan yang menutupi seluruh permukaan buah tomat (Pantastico, 1986; Lathifa, 2013). Senyawa antibakteri mampu menghambat aktivitas bakteri (Litbangkes, 2001). Aktivitas senyawa antibakteri tersebut dapat terjadi melalui beberapa mekanisme yaitu menghambat pertumbuhan bakteri dengan cara bereaksi dengan membran sel dan menginaktivasi enzim-enzim esensial atau materi genetik. Selanjutnya, senyawa tannin dapat membentuk kompleks dengan protein melalui interaksi hidrofobik kemudian dari ikatan tersebut akan terjadi denaturasi dan akhirnya metabolisme sel terganggu dan membunuh sel bakteri (Ummah, 2010;)



Gambar 2. Grafik Kekerasan Buah Tomat dari hari ke 0 sampai hari ke 15  
Keterangan:

- A. Perlakuan kitosan 1,5 % Tanpa ekstrak cincau hitam (kontrol)
- B. Perlakuan kitosan 1,5% + ekstrak cincau hitam 5 %
- C. Perlakuan kitosan 1,5% + ekstrak cincau hitam 10%
- D. Perlakuan kitosan 1,5% + ekstrak cincau hitam 15%
- E. Perlakuan kitosan 1,5% + ekstrak cincau hitam 20%

Penurunan signifikan pada setiap pengamatan dapat dilihat dari pola grafik hari ke 0, yang cenderung menurun sampai hari ke 15. Tekstur jaringan pada buah sangat dipengaruhi oleh kandungan pektin pada dinding sel. Pada jaringan muda, pektin berbentuk protopektin yang tidak larut dalam air. Selama pematangan protopektin akan diubah menjadi pektin yang larut dalam air. Perubahan protopektin menjadi pektin yang larut dalam air, menyebabkan tekstur buah tomat menjadi lunak. Selain itu, kekerasan pada buah juga dipengaruhi oleh laju transpirasi. Tingginya laju respirasi menyebabkan kadar air dalam buah menurun dan jaringan sel terus melemah.

Perbedaan tingkat kekerasan ini erat juga kaitannya dengan tekstur dan turgor yang mempengaruhi penampilannya. Tomat yang memiliki kulit luar yang tebal cenderung memberikan tekstur yang kuat. Tekstur sayur-sayuran

seperti halnya tekstur buah-buahan atau tanaman lainnya dipengaruhi oleh turgor dari sel-sel yang masih hidup (Muchtadi, 1992; Novita 2012). Menurut Hobson dan Grierson (1993), buah tomat akan menjadi lunak disaat terjadi reduksi galaktan, araban dan polyurodin di dinding sel. Zat-zat yang ada pada dinding sel akan terdegradasi sehingga dinding sel akan lunak. Menurut Zulkarnain (2010), selama pematangan buah akan menjadi lunak dan kadar bahan-bahan pektin meningkat. Hal ini dikarenakan pelarutan pektin memengaruhi sifat-sifat fisik dinding sel yang berdampak pada integrasi struktural buah. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa kombinasi perlakuan coating ternyata memberikan perubahan tingkat kekerasan yang relatif stabil untuk ketiga jenis bahan coating yang dicobakan, dari hasil uji statistik. Namun secara fisik struktur buah tomat yang diberi pelapis mengalami keriput akibat lamanya perendaman dan kepekatan pati yang digunakan sebagai perekat.

Pola kekerasan pada buah tomat cenderung menurun pada setiap perlakuan. Menurut Winarno dan Wiratakartakusumah (1981) dalam Lathifa (2013) yang menyatakan penurunan kekerasan dipengaruhi oleh laju respirasi dimana laju respirasi yang tinggi akan menyebabkan metabolisme yang semakin cepat. Metabolisme yang terjadi, misalnya degradasi pektin yang tidak larut air (*protopektin*) menjadi pektin yang larut air. Hal ini mengakibatkan menurunnya daya kohesi dinding sel yang mengikat dinding sel yang satu dengan dinding sel yang lain sehingga terjadi penurunan kekerasan (Winarno dan Wiratakartakusumah, 1981 ; Lathifa, 2013). Menurut Chiesa *et al.*(1998) dalam Pangaribuan (2011) penurunan kekerasan pada buah tomat terjadi akibat

terjadinya depolimerisasi karbohidrat dan pektin penyusun dinding sel dan ikatan kohesi antar sel akibatnya viskositas menurun dan tekstur tomat menjadi lunak.

### **C. Vitamin C**

Vitamin C adalah vitamin yang sangat mudah rusak dibandingkan jenis vitamin-vitamin lainnya. Perubahan vitamin C dipengaruhi oleh faktor perubahan kadar air buah dan suhu ruang saat penyimpanan berlangsung. Di samping sangat larut dalam air, vitamin C mudah teroksidasi dan proses tersebut dipercepat oleh panas, sinar atau enzim oksidasi, serta oleh katalis lembaga dan besi. Oksidasi akan terhambat bila vitamin C dibiarkan dalam suhu rendah. Buah yang masih muda (mentah) lebih banyak mengandung vitamin C. Semakin tua buah, semakin berkurang vitamin C-nya (Prawirokusumo, 1994). Selama proses penyimpanan, kadar vitamin C dalam buah akan mengalami penurunan.

Vitamin C atau asam askorbat merupakan vitamin yang larut dalam air dan mudah teroksidasi (Winarno, 2002; Novita dkk, 2012), sehingga mudah sekali hilang akibat evapotranspirasi. Perlakuan pelapisan memiliki nilai degradasi vitamin C yang rendah dibanding perlakuan tanpa pelapisan. Hal tersebut dikarenakan pelapisan mampu menghambat proses transpirasi yang juga sesuai pada parameter susut berat, dimana air yang menguap ditekan sehingga susut berat dan degradasi vitamin C lebih rendah, Selain itu menurut Rudito (2005) dan Lathifa (2013), adanya pelapisan pada buah tomat dapat menghambat laju respirasi. Menurut Anggareni (2012) tomat mengandung

banyak vitamin C, namun kadar vitamin C akan terus berkurang seiring pemasakan buah. Menurut Wenny (2007), vitamin C dalam buah tomat akan menurun drastis setelah dipanaskan.

Tomat, sebagai buah memiliki sumbangan yang penting bagi pemenuhan kebutuhan gizi berupa asam L-askorbat (vitamin) (Krocha, 1994; Lathifa, 2013). Vitamin C dijadikan sebagai parameter kualitas buah tomat (Lathifa, 2013). Buah yang memiliki kadar vitamin C tinggi menandakan buah berkualitas baik, karena buah tomat akan mengalami penurunan kadar vitamin C selama penyimpanan (Lathifa, 2013). Vitamin C buah tomat terdapat beda nyata yang diuji berdasarkan ANOVA (Analysis of Variance) antar perlakuan. Data vitamin C yang dianalisis diperoleh Diagram nilai vitamin C yang meningkat seiring bertambahnya waktu penyimpanan, kemudian menurun seiring pemasakan buah.

Tabel 4. Rerata Uji Kandungan Vitamin C pada Hari ke-15

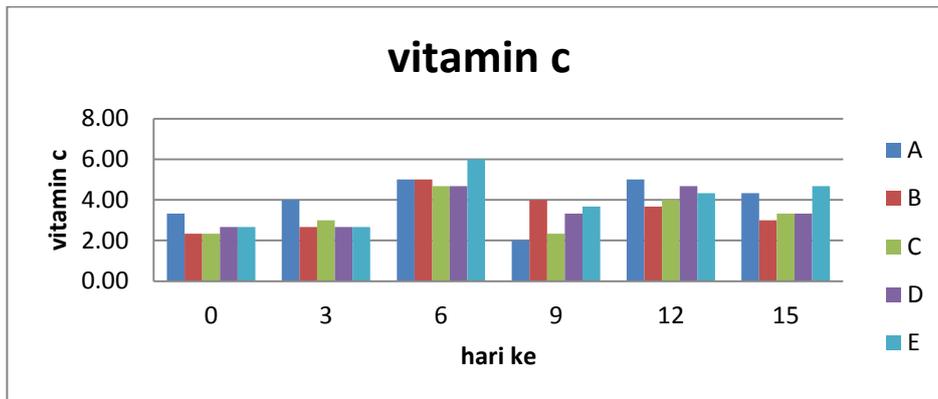
Perlakuan	Kandungan vitamin C (%)
Kitosan 1,5% (kontrol)	4.3333a
Kitosan 1,5% + ekstrak daun cincau hitam 5%	3.0000b
Kitosan 1,5% + ekstrak daun cincau hitam 10%	3.3333b
Kitosan 1,5% + ekstrak daun cincau hitam 15%	3.3333b
Kitosan 1,5% + ekstrak daun cincau hitam 20%	4.6667a

Keterangan : angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak ada beda nyata berdasarkan uji F taraf  $\alpha$  5%.

Berdasarkan hasil analisis sidik ragam menunjukkan adanya beda nyata. Tabel sidik ragam menunjukkan bahwasannya kandungan vitamin C pada pengamatan hari ke-15 atau diakhir pengamatan terdapat. Degradasi vitamin C tertinggi yaitu pada perlakuan kitosan 1,5% + ekstrak daun cincau hitam 5% terendah sebaliknya perlakuan kitosan 1,5 + ekstrak daun cincau hitam .

degradasi vitamin C terendah. Namun untuk perlakuan kitosan 1,5 % + ekstrak daun cincau hitam 5 %, perlakuan kitosan 1,5 % + ekstrak daun cincau hitam 10 %, perlakuan kitosan 1,5 % + ekstrak daun cincau hitam 5 %, Tidak adanya perbedaan yang signifikan antar ketiga perlakuan tersebut.

Ekstrak daun cincau hitam dan Kitosan. Secara umum kadar vitamin C sari buah tomat cenderung mengalami penurunan akibat adanya peningkatan proporsi sukrosa dan lama osmosis yang berbeda. Semakin banyak penambahan sukrosa maka tekanan osmosis akan semakin besar pula sehingga menyebabkan air yang keluar dari buah tomat semakin banyak. Semakin banyaknya air yang keluar dari buah, komponen larut air yang keluar dari bahan juga semakin banyak namun karena adanya penambahan proporsi sukrosa dengan konsentrasi yang tinggi menyebabkan fraksi air semakin bertambah sehingga kadar vitamin C pada sari buah mengalami pengenceran dan kadar vitamin C yang terukur pada sari buah cenderung menurun. Asam askorbat dan garam natriumnya sangat stabil dalam keadaan tanpa air, tetapi dalam keadaan ada air dan oksigen, panas atau bahan pengoksidasi lainnya maka asam askorbat menjadi sangat labil (Mentari & Wahono, 2014). Penurunan kandungan vitamin C pada masing-masing perlakuan disebabkan oleh adanya aktivitas asam askorbat oksidase pada saat penyimpanan, hal tersebut dapat merombak asam askorbat (Vitamin C) di dalam buah sehingga kadar vitamin C yang di dapatkan cenderung menurun (Kramer & Tiig, 1984).



gambar 3. Histogram Vitamin C dari hari ke 0 sampai hari ke 15

- A. Perlakuan kitosan 1,5 % Tanpa ekstrak cincau hitam (kontrol)
- B. Perlakuan kitosan 1,5% + ekstrak cincau hitam 5 %
- C. Perlakuan kitosan 1,5% + ekstrak cincau hitam 10%
- D. Perlakuan kitosan 1,5% + ekstrak cincau hitam 15%
- E. Perlakuan kitosan 1,5% + ekstrak cincau hitam 20%

Semakin lama proses kehilangan air berlangsung, maka asam askorbat akan semakin lama terpapar oksigen sehingga, reaksi oksidasi yang terjadi semakin lama menyebabkan kerusakan vitamin C yang lebih besar pula. Semakin lama penyimpanan, maksimum serapan pigmen antosianin bergeser menunjukkan perubahan. Konsentrasi gula yang tinggi dan adanya oksigen menyebabkan kerusakan pigmen yang lebih besar.

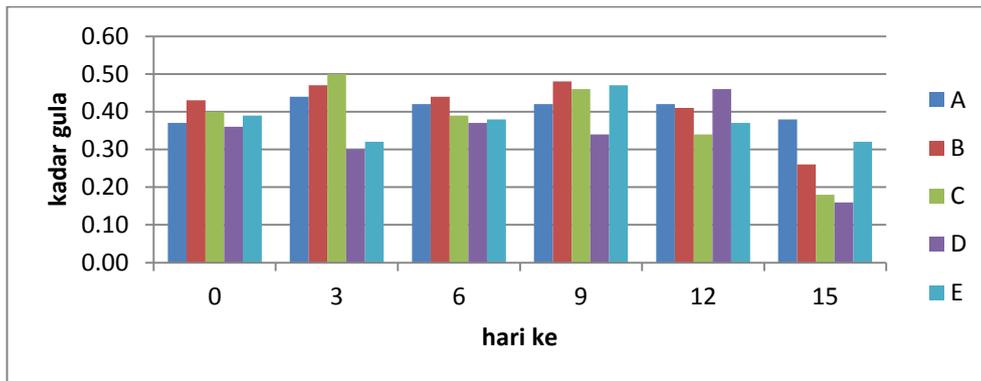
#### D. Gula Total

Tabel 5. Rerata Uji Gula Total pada pengamatan ke-15

Perlakuan	Gula Total (brix)
Kitosan 1,5% (kontrol)	2.5000 b
Kitosan 1,5% + ekstrak daun cincau hitam 5%	2.5333 c
Kitosan 1,5% + ekstrak daun cincau hitam 10%	2.4433 c
Kitosan 1,5% + ekstrak daun cincau hitam 15%	2.3767 c
Kitosan 1,5% + ekstrak daun cincau hitam 20%	3.4767 a

Keterangan : angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak ada beda nyata berdasarkan uji F taraf  $\alpha$  5%.

Berdasarkan hasil data yang ditampilkan pada tabel 2, diketahui bahwa pengaruh perlakuan yang diberikan tidak berbeda nyata terhadap kadar gula total tomat. Hal ini menunjukkan bahwa kitosan dan ekstrak cincau hitam dapat menghambat laju respirasi pasca panen buah tomat. kitosan terbukti mampu mengurangi laju respirasi sehingga dapat mencegah penurunan kadar gula total selama penyimpanan. Penurunan kadar gula total pada tomat selama penyimpanan diduga disebabkan karena terjadinya proses respirasi pada tomat sehingga gula pereduksi terurai menjadi asam piruvat dan menghasilkan  $CO_2$  dan  $H_2O$ . Wills *et al.*, (2007) menyebutkan bahwa, dalam proses pematangan selama penyimpanan buah, zat pati seluruhnya dihidrolisis menjadi sukrosa yang kemudian berubah menjadi gula-gula reduksi sebagai substrat dalam proses respirasi. Menurut Kays (1991) dan Wills *et al.*, (2007), kecendrungan yang umum terjadi pada buah selama penyimpanan adalah kenaikan kandungan gula yang kemudian disusul dengan penurunan. 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.



Gambar 4. Histogram Kadar Gula total

- A. Perlakuan kitosan 1,5 % Tanpa ekstrak cincau hitam (kontrol)
- B. Perlakuan kitosan 1,5% + ekstrak cincau hitam 5 %
- C. Perlakuan kitosan 1,5% + ekstrak cincau hitam 10%
- D. Perlakuan kitosan 1,5% + ekstrak cincau hitam 15%
- E. Perlakuan kitosan 1,5% + ekstrak cincau hitam 20%

Berdasarkan histogram gula total pada gambar 4 menunjukkan bahwa rerata gula total pelapisan seluruh perlakuan mengalami fluktuasi. Pada hari ke 0 hingga hari ke 3 terjadi peningkatan gula total hampir seluruh perlakuan. Peningkatan gula total disebabkan karena terjadinya peningkatan laju respirasi pada. Hal ini merujuk pada hasil total asam tertitrasi yang menunjukkan bahwa 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). Sedangkan pada perlakuan pelapisan D dan E Kitosan 1,5% + ekstrak daun cincau hitam 15% dan Kitosan 1,5% + ekstrak daun cincau hitam 20 % tidak mengalami peningkatan justru cenderung mengalami susut. Hal ini diduga karena pada perlakuan ini proses respirasi tidak terlalu mengalami peningkatan.

Jika laju respirasi meningkat maka enzim perombak pati (enzim amilase dan maltase) akan terhambat.

Pada hari ke 12 sampai hari ke 15, pada buah yang diamati mulai mengalami penurunan gula total dari sebelumnya. Hal ini diduga bakteri yang telah beradaptasi mulai menggunakan gula-gula sederhana yang berada pada buah tomat sebagai substrat untuk pertumbuhannya. Penurunan kadar glukosa di dalam buah disebabkan oleh adanya aktivitas pemanfaatan nutrisi di dalam buah oleh bakteri sebagai sumber energi dan karbon. Gula total yang terdapat pada buah akan dimetabolisme oleh mikroorganisme yang tumbuh sebagai nutrisi dan energi untuk melakukan perkembangan biakan sel (Dessi dkk., 2008). Glukosa merupakan senyawa yang paling sering digunakan oleh mikroorganisme dalam proses fermentasi. Penurunan kadar gula total 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). Peningkatan pertumbuhan bakteri pada seluruh perlakuan dapat menyebabkan terjadinya stress pada buah dan mengakibatkan laju respirasi meningkat. Laju respirasi berbanding lurus dengan tingkat stres (Murdijati dan Yuliana, 2014). Hal ini merupakan respon spontan pada buah yang terserang mikroorganisme. Namun, dalam waktu singkat persediaan substrat akan habis dan akhirnya buah tersebut akan mati dan busuk (Muchtadi dan Sugiyono, 1989).

### E. Asam titrasi

Total asam titrasi ini sangat penting dalam pengujian dan dapat memberi gambaran keasaman dan perubahan mutu buah. Semakin tinggi total asam akan menyebabkan semakin tingginya derajat keasaman buah yang ditandai dengan rendahnya pH.

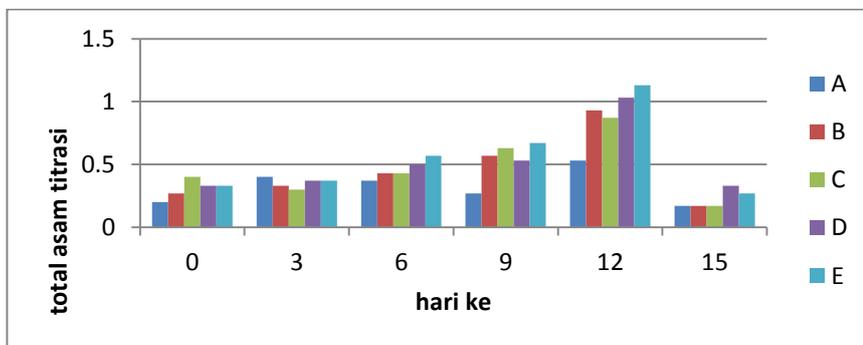
Tabel 6. Rerata Uji Total Asam Tertitrasi pada pengamatan ke-15

Perlakuan	Total Asam Tertitrasi (%)
Kitosan 1,5% (kontrol)	0.16667b
Kitosan 1,5% + ekstrak daun cincau hitam 5%	0.16667b
Kitosan 1,5% + ekstrak daun cincau hitam 10%	0.16667b
Kitosan 1,5% + ekstrak daun cincau hitam 15%	0.33333a
Kitosan 1,5% + ekstrak daun cincau hitam 20%	0.26667ab

Keterangan : angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak ada beda nyata berdasarkan uji F taraf  $\alpha$  5%.

Berdasarkan hasil analisis sidik ragam pada hari ke 15 kadar asam total titrasi, menunjukkan bahwa adanya beda nyata. Total asam pada tomat yang dilapisi dengan kitosan + ekstrak daun cincau hitam cenderung lebih tinggi terutama pada konsentrasi kitosan 1,5 % + ekstrak daun cincau hitam 15% sebesar 0.33333% jika dibandingkan dengan perlakuan yang hanya menggunakan kitosan 1,5 % sebesar 0,16667%, ini menunjukkan bahwa pelapisan tomat dengan kitosan + ekstrak daun cincau hitam mampu menahan laju respirasi sehingga penggunaan asam-asam organik dapat ditekan dan mempertahankan total asam tomat selama penyimpanan (Novita dkk, 2012). Menurut Baldwin (1994) dan Lathifa (2013), tingkat kerusakan buah dipengaruhi oleh difusi gas O<sub>2</sub> dan CO<sub>2</sub> ke dalam dan ke luar buah yang terjadi melalui lentisel yang tersebar dipermukaan buah. Masuknya gas O<sub>2</sub> yang masuk

kedalam buah akan memacu kecepatan respirasi. Edible Coating pada permukaan buah akan menghambat proses difusi gas O<sub>2</sub> dan CO<sub>2</sub> kedalam buah, gas O<sub>2</sub> yang masuk kedalam buah akan lebih sedikit dan akumulasi CO<sub>2</sub> di dalam jaringan akan menjadi lebih banyak (Lathifa, 2013). Kandungan O<sub>2</sub> yang rendah dan atau peningkatan CO<sub>2</sub> dapat menunda sintesis enzim-enzim yang berperan dalam respirasi sehingga respirasinya dapat dihambat (Pantastico, 1986 ; Lathifa, 2013).



Gambar 5. Histogram Asam Titrasi dari hari ke 0 sampai hari ke 15

- A. Perlakuan kitosan 1,5 % Tanpa ekstrak cincau hitam (kontrol)
- B. Perlakuan kitosan 1,5% + ekstrak cincau hitam 5 %
- C. Perlakuan kitosan 1,5% + ekstrak cincau hitam 10%
- D. Perlakuan kitosan 1,5% + ekstrak cincau hitam 15%
- E. Perlakuan kitosan 1,5% + ekstrak cincau hitam 20%

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

Dari hasil pengamatan, terjadi peningkatan total asam tertitrasi dari hari ke 0 sampai dengan hari ke 12. Hal ini terjadi karena laju respirasi akan meningkat setelah terjadi penuan (senesen). Diduga puncak klimaterik buah tomat terjadi pada hari pengamatan ke 12 . 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 buah tomat diduga bakteri asam laktat, sehingga hasil metabolisme bakteri asam laktat seperti asam laktat, asam asetat, etanol, manitol, dekstran, ester dan CO<sub>2</sub> dapat meningkatkan total asam tertitrasi pada buah tomat.

Pada hari ke 12 sampai hari ke 15 pengamatan terjadi penurunan total asam. Laju respirasi buah tomat 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).

## F. Organoleptik

Tabel 7. Uji Organoleptik

H-0				
Perlakuan	Ulangan	Warna	Rasa	Aroma
Kontrol	1	Turning	2	3
	2	Turning	2	3
	3	Turning	2	3
Kitosan	1	Turning	2	3
	2	Turning	2	3
	3	Turning	2	3
5%	1	Turning	2	3
	2	Turning	2	3
	3	Turning	2	3
10%	1	Turning	2	3
	2	Turning	2	3
	3	Turning	2	3
15%	1	Turning	2	3
	2	Turning	2	3
	3	Turning	2	3
20%	1	Turning	2	3
	2	Turning	2	3
	3	Turning	2	3

H-5				
Perlakuan	Ulangan	Warna	Rasa	Aroma
Kontrol	1	Pink	4	4
	2	Pink	4	4
	3	Pink	4	4
Kitosan	1	Pink	4	4
	2	Pink	4	4
	3	Pink	4	4
5%	1	Pink	3	3
	2	Pink	3	3
	3	Pink	3	3
10%	1	Pink	3	3
	2	Pink	3	3
	3	Pink	3	3
15%	1	Pink	2	3
	2	Pink	2	3
	3	Pink	2	3
20%	1	Pink	2	3
	2	Pink	2	3

H-9				
Perlakuan	Ulangan	Warna	Rasa	Aroma
Kontrol	1	Light Red	3	3
	2	Light Red	3	3
	3	Light Red	3	3
Kitosan	1	Light Red	3	3
	2	Light Red	3	3
	3	Light Red	3	3
5%	1	Light Red	2	2
	2	Light Red	2	2
	3	Light Red	2	2
10%	1	Light Red	2	3
	2	Light Red	2	3
	3	Light Red	2	3
15%	1	Light Red	2	1
	2	Light Red	2	1
	3	Light Red	2	1
20%	1	Light Red	2	1
	2	Light Red	2	1
	3	Light Red	2	1

Keterangan : Nilai 1 untuk sangat tidak suka, nilai 2 untuk tidak suka, nilai 3 untuk cukup suka, nilai 4 untuk suka, nilai 5 untuk sangat suka.

Penampakan merupakan sifat produk yang paling mempengaruhi keinginan konsumen untuk membeli suatu produk karena penampakan seringkali merupakan satu-satunya sifat yang dapat diuji oleh konsumen sebelum membeli suatu produk (Wahono, 2005). Penampakan bahan pangan segar dipengaruhi oleh adanya pengkeriputan sel terutama kulit buah sebagai akibat transpirasi. Penampakan pada tomat dilakukan secara visual (seperti adanya keriput dan cacat) dengan uji deskriptif menggunakan skala 1 sampai 5 yang menunjukkan penampakan mulus sampai penuh kerutan. Penilaian penampakan dilakukan dengan melakukan pengujian organoleptik pada buah tomat pada hari ke 0, 5 dan 9, yang dilakukan oleh tiga panelis.

Berdasarkan tabel uji organoleptik, menunjukkan untuk kriteria warna tomat panelis tidak dapat menyatakan adanya perbedaan yang nyata. Untuk kriteria rasa dan aroma, pengaruh yang nyata ditunjukkan oleh buah yang dilapisi oleh kitosan dengan penambahan ekstrak daun cincau hitam. Semakin tinggi ekstrak yang diberikan akan semakin kecil kesukaan para panelis terhadap buah tersebut. Hal ini disebabkan oleh cincau hitam yang memiliki aroma yang menyengat serta bahan aktif seperti flavonoid yang dapat merubah rasa dari buah tomat tersebut.

Hasil organoleptik menunjukkan bahwa nilai penerimaan para panelis terhadap penampakan tomat pada tingkat kematangan > 70% (kulit merah) cenderung tidak disukai dibandingkan dengan penampakan tomat pada tingkat kematangan lebih awal (tomat hijau penuh dan tomat setengah masak). Hal ini dikarenakan munculnya keriput pada kulit buah tomat yang mulai terjadi pada hari ke 5-9 dengan tingkat kematangan > 70%. Munculnya keriput pada kulit tomat diduga karena terjadinya proses transpirasi yang menyebabkan kehilangan air tinggi. Suhardjo (1992) menyebutkan bahwa kehilangan air yang cukup tinggi menyebabkan terjadinya pengkerutan sel buah dan berdampak pada pengkerutan kulit buah, sehingga akan mempengaruhi penampakan buah. Adanya sel yang mengkeriput merupakan akibat dari proses transpirasi yang cukup tinggi. Pada tomat dengan tingkat kematangan awal (0-10% kulit merah) terjadi peningkatan nilai kesukaan panelis terhadap warna. Hal ini diduga karena selama penyimpanan terjadi proses pematangan yang menyebabkan perubahan warna sehingga panelis cenderung suka.

Tomat tanpa perlakuan dan tomat yang dilapisi kitosan lebih disukai dibandingkan tomat yang ditambahkan ekstrak daun cincau hitam, hal tersebut dapat dilihat dari penilaian panelis pada hari ke 5 dan 9. Perlakuan kitosan 1,5% + cincau hitam 5% cenderung lebih disukai dibandingkan dengan perlakuan penambahan ekstrak cincau hitam lainnya, hal ini diduga konsentrasi cincau hitam memberikan pengaruh terhadap rasa dan aroma buah, yang mana semakin tinggi konsentrasi yang diberikan, maka semakin besar pengaruh yang diberikan terhadap aroma dan rasa buah. Menurut Baldwin (1999), pemberian konsentrasi ekstrak di atas 10% pada pasca panen buah, dapat mempengaruhi rasa dan aroma buah tersebut.

### **G. Uji mikrobiologi**

Uji yang dilakukan uji kuantitatif bakteri yaitu metode plate count (angka lempeng). Uji Angka Lempeng Total (ALT) dilakukan untuk menentukan jumlah atau angka bakteri yang mungkin mencemari suatu produk (Kusuma, 2009). Adapun data mikroba disajikan pada tabel 8.

Uji mikrobiologi tabel 8.

Total Mikrobia			
Perlakuan	$10^{-5}$	$10^{-6}$	$10^{-7}$
Kitosan (kontrol)	Bakteri = 69	Tidak ada	Bakteri = 3
	Yeast = 1		Jamur = 1
	Jamur = 11		
5%	Bakteri = 32	Bakteri = 8	Jamur = 1
	Yeast = 6		
10%	Bakteri = 8	Bakteri = 4	Tidak ada
	Yeast = 4		
	Jamur = 1	Yeast = 1	
15%	Bakteri = 2	Bakteri = 1	Tidak ada
	Jamur = 1		
20%	Bakteri = 1	Bakteri = 1	Tidak ada
	Yeast = 2		

Salah satu penyebab pembusukan pada buah yaitu disebabkan oleh berbagai macam aktivitas mikrobia pada proses pematangan buah selama penyimpanan. Pengujian total mikrobia bertujuan untuk mengetahui efektivitas perlakuan yang diberikan pada buah tomat. Hasil perhitungan total mikrobia yang menggunakan metode plate count menunjukkan bahwa ekstrak cinau hitam 10%, 15% dan 20% pada pengenceran  $10^{-7}$ , menunjukkan hasil daya hambat paling baik dengan total mikrobia 0, diikuti perlakuan kitosan 1,5% dengan jumlah 3 bakteri dan 1 jamur,

Kitosan sangat berpotensi untuk dijadikan sebagai bahan antibakteri, karena mengandung enzim lysosim dan gugus aminopolysacharida yang dapat menghambat pertumbuhan bakteri. Kemampuan dalam menekan pertumbuhan bakteri disebabkan Kitosan memiliki polikation bermuatan positif yang mampu

menghambat pertumbuhan bakteri dan kapang (Wardaniati, 2009). Namun, penambahan Ekstrak Daun cincau hitam sebagai antibakteri memiliki pengaruh yang nyata pada pelapisan buah tomat. Hal tersebut dikarenakan daun cincau hitam merupakan tumbuhan yang mengandung senyawa saponin, Tanin, Alkaloid dan Flavonoid (Litbangkes, 2001).

Berdasarkan hasil pemeriksaan kandungan kimia cincau hitam menunjukkan adanya kandungan *Tanin, Sulfur, Saponin, Asam Format, Peroksida, Kalsium Oksalat, Kalium Sitrat*. Senyawa tersebut mampu menghambat aktivitas mikroba melalui mekanisme; Tanin merusak membran sel sehingga menghambat pertumbuhan bakteri, Alkaloid akan berikatan dengan DNA sel untuk mengganggu fungsi sel bakteri, Flavonoid mendenaturasi protein sel bakteri dan membran sel tanpa dapat diperbaiki lagi, Saponin merusak membran sitoplasma dan kemudian membunuh sel bakteri. Adapun perlakuan Tanpa Pelapisan tidak diberi pelapis yang menutupi lentisel dan kutikula guna menahan laju respirasi dan transpirasi serta penahan bakteri, sehingga jumlah angka pertumbuhan bakteri tinggi saat pembusukan.

Hasil di atas menunjukkan bahwa, semakin tinggi konsentrasi zat anti mikrobia yang digunakan maka semakin semakin besar daya hambat yang diberikan. Menurut Aneke (2012), semakin tinggi konsentrasi ekstrak cincau hitam maka semakin rendah jumlah koloni yang tumbuh. Faktor adanya penurunan jumlah koloni disebabkan karena adanya efek anti mikroba dari senyawa-senyawa metabolit sekunder yang berasal dari cincau hitam (*Moringa oleifera* Lamk.). Indah (2008) mengatakan bahwa senyawa metabolit sekunder.

Daun cincau hitam mengandung zat yang termasuk kelompok fenol. Fenol memiliki kemampuan untuk mendenaturasikan protein dan merusak membran sel. Penghambatan pertumbuhan cendawan (jamur) terjadi karena kemampuan cincau hitam sebagai anti cendawan. Kitosan dan ekstrak cincau hitam diduga mampu merusak dinding sel jamur yang umumnya tersusun atas lapisan peptidoglikan dan lipopolisakarida (lemak dan protein) (Simpson, 1997). Menurut Restuati (2008), gugus asam amino dalam bentuk asetil amino ( $\text{HCOCH}_3$ ) dan glukosamin ( $\text{C}_6\text{H}_9\text{NH}_2$ ) dalam kitosan yang bermuatan positif dapat berikatan dengan bagian makro molekul bermuatan negatif pada permukaan sel cendawan. Hal ini menyebabkan apresorium (ujung hifa atau tabung kecambah yang membengkak yang berguna untuk menempelkan dan menembus inang oleh (jamur) dan pertumbuhan cendawan akan terhambat.