

**PENGARUH PENAMBAHAN KONSENTRASI MINYAK ATSIRI LEMON
DAN KAYU MANIS DALAM *EDIBLE COATING* ALGINAT PADA KUALITAS
FRESH-CUT PEPAYA CALINA (*Carica papaya* L.)**

*The Effect of Lemon Essential Oil and Cinnamon Bark Essential Oil Concentration
in Edible Coating of Alginate at Quality of Fresh-Cut Papaya Calina (*Carica papaya*
L.)*

Citra Dian Luddayanti¹, Indira Prabasari² dan Nafi Ananda Utama³

Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian UMY

Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

email: citradian13@gmail.com

Abstract. *The research aimed to find out the best concentration from various lemon essential oil and cinnamon essential oil concentration on the quality of papaya fresh-cut. The experiment was designed with Completely Randomized Design single factor using six treatments as follows: 1) alginate 2% + lemon essential oil 2%, 2) alginate 2% + lemon essential oil 3%, 3) alginate 2% + cinnamon essential oil 0,7%, 4) alginate 2% + cinnamon essential oil 1,5%, 5) alginate 2%, and 6) without alginate and essential oil. Use of alginate 2% + lemon essential oil 3% could maintain chemical quality (total soluble solids content and vitamin C) and organoleptic test on papaya fresh-cut. The result indicated that alginate 2% + lemon essential oil 3% could maintain quality of papaya fresh-cut for 6 days.*

Keywords: *Lemon essential oil, Cinnamon essential oil, Fresh-cut papaya, Alginate*

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan konsentrasi terbaik dari berbagai konsentrasi minyak atsiri lemon dan kayu manis pada kualitas *fresh-cut* buah pepaya. Penelitian ini menggunakan metode percobaan yang disusun dalam Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktor tunggal yang terdiri dari 6 perlakuan yaitu 1) alginat 2% + minyak atsiri lemon 2%, 2) alginat 2% + minyak atsiri lemon 3%, 3) alginat 2% + minyak atsiri kayu manis 0,7%, 4) alginat 2% + minyak atsiri kayu manis 1,5%, 5) alginat 2%, dan 6) tanpa alginat dan minyak atsiri. Pemberian alginat 2% + minyak atsiri lemon 3% dapat mempertahankan kualitas kimia (total padatan terlarut dan vitamin C) dan uji organoleptik pada *fresh-cut* buah pepaya. Hasil menunjukkan alginat 2% + minyak atsiri lemon 3% dapat mempertahankan kualitas *fresh-cut* buah pepaya selama 6 hari.

Kata kunci: Minyak atsiri lemon, Minyak atsiri kayu manis, *Fresh-cut* buah pepaya, Alginat

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara yang menghasilkan komoditas buah-buahan tropika seperti buah pepaya. Buah pepaya merupakan komoditi yang penting untuk dikembangkan supaya produksi buah pepaya dapat memenuhi permintaan konsumen. Buah pepaya banyak diminati konsumen karena memiliki rasa yang manis, warna oranye pada daging buah yang segar dan tekstur daging buah yang banyak

mengandung air. Selain itu, buah pepaya memiliki kandungan nutrisi yang banyak seperti mineral, vitamin, dan serat yang dibutuhkan tubuh sehingga dapat bermanfaat bagi kesehatan seperti melancarkan pencernaan dan kesehatan mata. Umumnya buah pepaya dikonsumsi dalam bentuk buah potong segar yang dapat melepaskan dahaga karena memiliki kandungan air yang cukup tinggi.

Masa kini banyak jenis buah yang disajikan dalam bentuk terolah minimal seperti melon, semangka, nanas, dan pepaya. Perubahan gaya hidup yang serba cepat tersebut menuntut tersedianya pangan praktis untuk dikonsumsi. Pengolahan minimal pada buah seperti dikupas dan dipotong dapat menimbulkan luka, menurunkan nilai gizi, dan mengalami pembusukan mikroorganisme yang mampu menyebabkan buah tidak aman untuk dikonsumsi. Adanya kerusakan pada jaringan akibat dari proses pemotongan dapat menyebabkan luka. Oleh karena itu, perlu diberikan perlakuan yang bertujuan untuk menjaga kualitas buah terolah minimal seperti penggunaan *edible coating* (Erika, 2009).

Edible coating adalah lapisan tipis kontinu yang dilapiskan pada makanan yang hendak dijaga kualitas dan diperpanjang masa simpannya dan dibuat dari bahan yang dapat dimakan (Krochta dkk., 1994). Salah satu bahan *edible coating* yang dapat digunakan pada buah adalah alginat. Alginat memiliki sifat barrier yang baik terhadap oksigen, pada suhu rendah dapat menghambat oksidasi lipid dalam makanan, dapat memperbaiki flavor dan tekstur (Helmi, 2012). Larutan alginat bila dicampurkan dengan larutan kalsium klorida (CaCl_2) akan membentuk gel kalsium alginat sehingga bersifat tidak larut dalam air. Namun alginat tidak mempunyai kandungan zat antimikroba sehingga perlu ditambahkan senyawa antimikroba untuk menghambat pertumbuhan mikroba.

Bahan antimikroba yang dapat digunakan untuk menghambat pertumbuhan mikroba yaitu minyak atsiri lemon dan minyak atsiri kayu manis. Lemon memiliki kandungan zat kimia berupa flavonoid yang berperan secara langsung dengan mengganggu fungsi membran sitoplasma dan menghambat siklus sel bakteri (Robinson, 1995). Minyak atsiri kayu manis memiliki kandungan seperti seperti sinamaldehyd, saponin, tanin, flavonoid, alkanoid, eugenol, sinamil asetat, kariofilen, dan benzil benzoate. Komponen minyak atsiri kayu manis dapat sebagai antibakteri (Utami, 2013).

Penggunaan *edible coating* dari alginat dengan menambahkan konsentrasi minyak atsiri lemon dan kayu manis sebagai antimikroba belum pernah dilakukan pada buah pepaya potong segar. Permasalahan utama dalam penelitian tersebut yaitu efektifitas minyak atsiri sebagai antimikroba pada kualitas buah pepaya potong segar. Tujuan penelitian ini adalah menentukan konsentrasi terbaik dari minyak atsiri lemon dan kayu manis dalam *edible coating* alginat untuk mempertahankan kualitas *fresh-cut* pepaya.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Pascapanen Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri buah pepaya Calina, alginat 2%, gliserol 1,5%, minyak atsiri lemon, minyak atsiri kayu manis, CaCl_2 2%, larutan klorin, indikator PP 1%, NaOH 0,1N, Iod 0,01N, dan amilum 1%. Alat-alat yang digunakan meliputi waterbath, plastik *wrapping*, timbangan analitik, kamera, refraktometer, statif dan buret, gelas piala dan erlenmeyer.

Penelitian dilaksanakan dengan metode eksperimen faktor tunggal yang disusun dalam Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan enam perlakuan. Perlakuan yang

diujikan yaitu alginat 2% + minyak atsiri lemon, alginat 2% + minyak atsiri lemon 3%, alginat 2% + minyak atsiri kayu manis 0,7%, alginat 2% + minyak atsiri kayu manis 1,5%, alginat 2% dan tanpa pemberian alginat dan minyak atsiri. Setiap perlakuan diulang sebanyak 3 kali sehingga menghasilkan 18 unit.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Susut Berat

Susut berat buah disebabkan oleh adanya proses respirasi dan transpirasi, dimana sebagian air dalam buah akan hilang. Kehilangan air dalam buah dapat mengakibatkan penurunan berat buah sehingga terjadi pelayuan dan kerusakan pada buah (Sudiyono, 2008). Susut berat *fresh-cut* buah pepaya dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil rerata susut berat *fresh-cut* buah pepaya selama penyimpanan

| Perlakuan | Rerata susut berat (%) hari ke- | | | |
|-----------|---------------------------------|---------|---------|---------|
| | 3 | 6 | 9 | 12 |
| A | 0.91667c | 1.7533b | 2.4367a | 3.1000a |
| B | 0.95667bc | 1.7833b | 2.4067a | 2.9833a |
| C | 1.13333ab | 2.0533a | 2.7167a | 3.3433a |
| D | 1.12000ab | 2.0600a | 2.7000a | 3.3400a |
| E | 0.94667bc | 1.6067b | 2.2300a | 2.8500a |
| K | 1.26000a | 2.0800a | 2.6167a | 3.2467a |

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

A: Alginat 2% + minyak atsiri lemon 2%,

B: Alginat 2% + minyak atsiri lemon 3%,

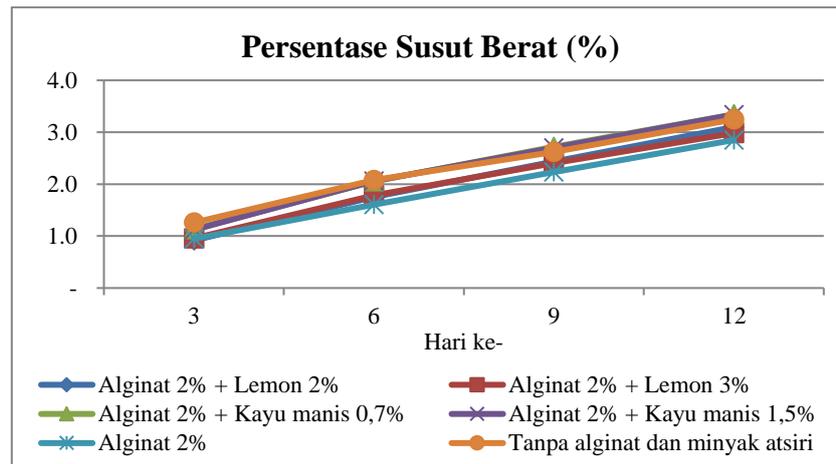
C: Alginat 2% + minyak atsiri kayu manis 0,7%,

D: Alginat 2% + minyak atsiri kayu manis 1,5%,

E: Alginat 2%,

K: Tanpa alginat dan minyak atsiri.

Hasil sidik ragam menunjukkan adanya pengaruh *edible coating* alginat dan penambahan minyak atsiri lemon pada hari ke-3 dan ke-6. Hal ini disebabkan penggunaan *edible coating* dapat menghalangi perpindahan massa terutama uap air sehingga dapat menekan laju transpirasi. *Fresh-cut* buah pepaya yang diberi *edible coating* alginat dan penambahan minyak atsiri lemon memiliki presentase susut bobot yang lebih rendah dibandingkan dengan tanpa alginat dan minyak atsiri. Hal ini disebabkan penggunaan *edible coating* alginat dan minyak atsiri lemon mampu menekan proses transpirasi sehingga kandungan air dalam buah dapat dipertahankan. Penggunaan *edible coating* alginat yang mengandung minyak atsiri lemon memiliki ketahanan terhadap uap air yang lebih baik dibandingkan dengan tanpa alginat dan minyak atsiri. Minyak atsiri lemon mampu meningkatkan sifat hidrofobik dalam *edible coating* alginat sehingga memiliki ketahanan uap air yang lebih baik. Grafik presentase susut berat dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Grafik presentase susut berat *fresh-cut* buah pepaya selama penyimpanan

Grafik presentase susut berat pada gambar 1, menunjukkan bahwa semakin lama waktu penyimpanan pada *fresh-cut* buah pepaya akan kehilangan susut berat yang semakin tinggi. Peningkatan presentase susut berat disebabkan oleh laju respirasi dan transpirasi yang tinggi. Laju respirasi yang tinggi dapat menghasilkan energi yang tinggi sehingga suhu pada buah menjadi meningkat yang mampu menyebabkan perbedaan selisih antara tekanan uap lingkungan dengan buah. Semakin besar selisih tekanan uap lingkungan dengan buah maka kecepatan laju perpindahan uap air akan semakin tinggi (Murdijati dan Yuliana, 2014).

B. Kekerasan

Kekerasan merupakan salah satu parameter mutu buah segar, dimana tingkat kekerasan buah dipengaruhi oleh proses respirasi, transpirasi, dan aktivitas mikroba. Hasil rerata kekerasan *fresh-cut* buah pepaya tersaji dalam tabel 2.

Tabel 2. Hasil rerata kekerasan *fresh-cut* buah pepaya selama penyimpanan

| Perlakuan | Rerata kekerasan (N/mm ²) hari ke- | | | | |
|-----------|--|------------|-----------|----------|----------|
| | 0 | 3 | 6 | 9 | 12 |
| A | 0.29667b-d | 0.28333b-d | 0.27667ab | 0.22667b | 0.23667a |
| B | 0.35333a | 0.33667a | 0.31333a | 0.31000a | 0.28667a |
| C | 0.33000a-c | 0.30333a-c | 0.30333a | 0.29333a | 0.27000a |
| D | 0.28667cd | 0.26333cd | 0.30667a | 0.30667a | 0.25000a |
| E | 0.34667ab | 0.32333ab | 0.31333a | 0.30333a | 0.24333a |
| K | 0.25000d | 0.24000d | 0.22000b | 0.22000b | 0.19000a |

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

A: Alginat 2% + minyak atsiri lemon 2%,

B: Alginat 2% + minyak atsiri lemon 3%,

C: Alginat 2% + minyak atsiri kayu manis 0,7%,

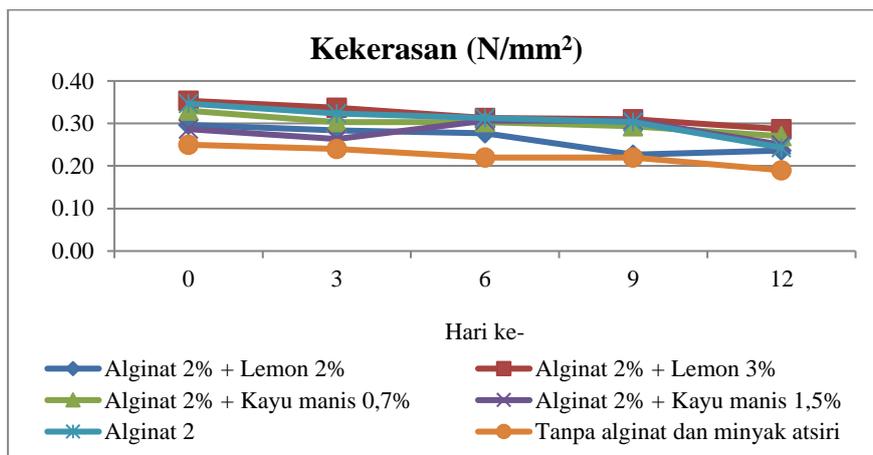
D: Alginat 2% + minyak atsiri kayu manis 1,5%,

E: Alginat 2%,

K: Tanpa alginat dan minyak atsiri.

Hasil sidik ragam menunjukkan adanya pengaruh pemberian minyak atsiri lemon dan kayu manis dalam *edible coating* alginat terhadap kekerasan *fresh-cut* buah pepaya

pada hari ke-0 hingga ke-9. Hal ini disebabkan penggunaan *edible coating* alginat mampu menekan proses respirasi dan transpirasi. Selain itu, proses pencelupan *edible coating* alginat pada larutan CaCl_2 mampu mempertahankan kekerasan pada daging buah karena CaCl_2 mampu menekan proses respirasi, produksi etilen, dan oksigen. Menurut Pase (2010) bahwa pencelupan *edible* pada larutan CaCl_2 akan membentuk Ca-Pektat yang tidak larut dalam air karena ion kalsium pada CaCl_2 berikatan dengan pektin dari alginat maka menghasilkan tekstur yang keras dan pori-pori pada buah akan tertutup sehingga laju respirasi dapat ditekan. Ditambahkan oleh Prabasari (2001) bahwa pelapisan yang diberi perlakuan CaCl_2 akan memberikan pelapisan yang barrier terhadap pertukaran karbon dioksida dan oksigen antara jaringan buah dan atmosfer sekelilingnya. Grafik kekerasan *fresh-cut* buah pepaya tersaji dalam gambar 2.



Gambar 2. Grafik kekerasan (N/mm^2) *fresh-cut* buah pepaya selama penyimpanan

Tingkat kekerasan *fresh-cut* buah pepaya selama penyimpanan cenderung mengalami penurunan. Penurunan pada nilai kekerasan buah disebabkan karena adanya proses respirasi, transpirasi dan aktivitas mikroba. Respirasi merupakan proses perombakan bahan kompleks menjadi gula yang lebih sederhana (Widjanarko, 2012). Perombakan bahan kompleks tersebut mampu mempengaruhi tekstur buah karena bahan kompleks pembangun dinding sel pada daging buah dipecah sehingga mengakibatkan tekstur buah menjadi lunak dan rentan terhadap kerusakan mekanis (Elza, 2016). Selain itu, pelunakan jaringan pada produk segar dapat disebabkan oleh aktivitas enzimatis yang mampu merombak senyawa pektin. Perombakan senyawa pektin dibantu dengan enzim pektin esterase yang berfungsi memecah propektin menjadi pektin yang larut dalam air (Prabasari, 2001).

C. Total Padatan Terlarut

Total padatan terlarut menggambarkan kandungan gula secara keseluruhan yang terdapat pada daging buah. Kandungan gula memberikan rasa manis dimana semakin tinggi nilai total padatan terlarut maka tingkat kemanisan buah juga semakin tinggi. Hasil rerata total padatan terlarut disajikan pada tabel 3.

Tabel 3. Hasil rerata total padatan terlarut *fresh-cut* buah pepaya selama penyimpanan

| Perlakuan | Rerata total padatan terlarut (°brix) hari ke- | | | | |
|-----------|--|----------|----------|---------|----------|
| | 0 | 3 | 6 | 9 | 12 |
| A | 10.0000a | 7.6333cd | 8.1667c | 8.0000d | 8.3000c |
| B | 9.2333c | 7.3333d | 8.0333c | 7.3000e | 7.9667c |
| C | 9.4000bc | 7.9000bc | 10.4667a | 9.8333a | 8.1333c |
| D | 9.9000ab | 8.0333b | 10.4667a | 9.9333a | 9.9667b |
| E | 10.1667a | 8.0333b | 8.7000b | 8.4000c | 8.5667c |
| K | 10.3000a | 8.5000a | 8.5333b | 9.3667b | 10.7667a |

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

A: Alginat 2% + minyak atsiri lemon 2%,

B: Alginat 2% + minyak atsiri lemon 3%,

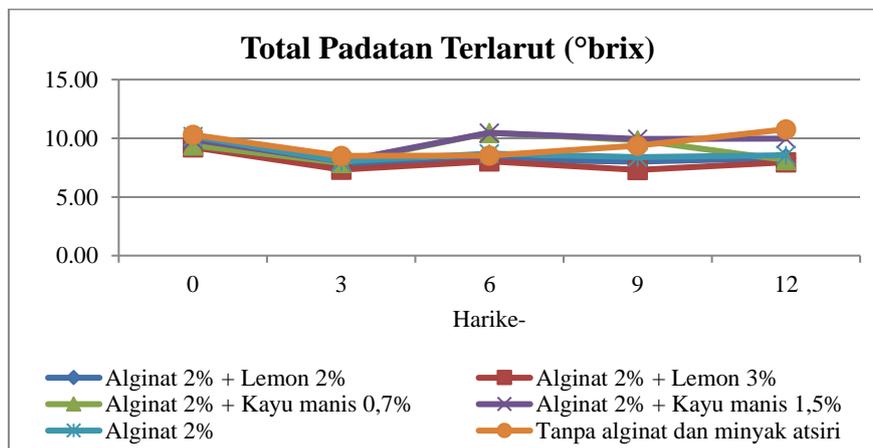
C: Alginat 2% + minyak atsiri kayu manis 0,7%,

D: Alginat 2% + minyak atsiri kayu manis 1,5%,

E: Alginat 2%,

K: Tanpa alginat dan minyak atsiri.

Hasil sidik ragam menunjukkan pemberian minyak atsiri lemon dan kayu manis dalam *edible coating* selama 12 hari penyimpanan memberikan pengaruh terhadap nilai total padatan terlarut pada *fresh-cut* buah pepaya. Pemberian minyak atsiri lemon 3% dalam *edible coating* alginat memiliki nilai total padatan terlarut terendah selama penyimpanan *fresh-cut* buah pepaya. Hal ini dikarenakan pemberian minyak atsiri lemon 3% lebih mampu menghambat perombakan karbohidrat menjadi gula yang sederhana dibandingkan dengan pemberian minyak atsiri lemon 2% dan minyak atsiri 0,7% dan 1,5% yang memberikan pengaruh namun cenderung kurang signifikan. Grafik total padatan terlarut dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Grafik total padatan terlarut (°brix) *fresh-cut* buah pepaya selama penyimpanan

Total padatan terlarut pada *fresh-cut* buah pepaya selama penyimpanan terjadi penurunan dan peningkatan. Hal ini disebabkan karena buah pepaya tergolong dalam buah klimakterik. Buah klimakterik memiliki proses respirasi yang dapat meningkat dan pada waktu tertentu akan menurun secara drastis. Buah klimakterik akan mengalami perubahan selama proses pematangan buah yakni kenaikan total padatan terlarut dan

penurunan zat pati. Menurut Winarno dan Aman (1981), penurunan nilai total padatan terlarut disebabkan sebagian gula yang ada dalam buah digunakan sebagai substrat dalam proses respirasi. Sedangkan peningkatan total padatan terlarut disebabkan proses pematangan buah yang ditandai dengan perombakan karbohidrat kompleks menjadi gula sederhana. Sesuai dengan Muchtadi dkk. (2010) bahwa terjadinya poses perombakan karbohidrat kompleks menjadi gula-gula yang sederhana sehingga mengakibatkan meningkatnya rasa manis pada buah.

D. Asam Titrasi

Kandungan asam titrasi merupakan indikator mutu buah. Asam-asam organik yang ada pada buah dapat mempengaruhi rasa dan aroma buah (Muchtadi dkk., 2010). Asam organik dapat menurun karena digunakan untuk respirasi atau diubah menjadi gula (Wills *et al.*, 1981). Hasil rerata asam titrasi disajikan pada tabel 4.

Tabel 4. Hasil rerata kandungan asam titrasi *fresh-cut* buah pepaya selama penyimpanan

| Perlakuan | Rerata kandungan asam titrasi (%) hari ke- | | | | |
|-----------|--|-----------|----------|----------|----------|
| | 0 | 3 | 6 | 9 | 12 |
| A | 0.9067a | 0.50000b | 0.41333a | 0.37000a | 0.45667a |
| B | 0.7033a | 0.45333bc | 0.37000a | 0.37000a | 0.41333a |
| C | 0.8667a | 0.37000c | 0.41333a | 0.37000a | 0.37000a |
| D | 0.6600a | 0.25000d | 0.41333a | 0.37000a | 0.37000a |
| E | 0.8267a | 0.62000a | 0.33000a | 0.25000b | 0.45667a |
| K | 0.9500a | 0.62000a | 0.37000a | 0.37000a | 0.41333a |

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

A: Alginat 2% + minyak atsiri lemon 2%,

B: Alginat 2% + minyak atsiri lemon 3%,

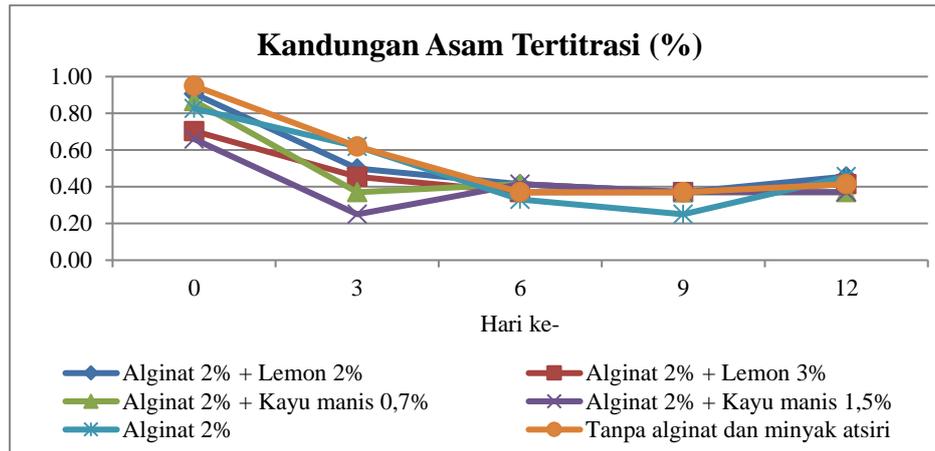
C: Alginat 2% + minyak atsiri kayu manis 0,7%,

D: Alginat 2% + minyak atsiri kayu manis 1,5%,

E: Alginat 2%,

K: Tanpa alginat dan minyak atsiri.

Hasil sidik ragam menunjukkan adanya pengaruh pemberian minyak atsiri lemon dan kayu manis dalam *edible coating* alginat terhadap kandungan asam titrasi pada hari ke-3. Sedangkan pada hari ke-0, 6, 9 dan 12 menunjukkan tidak adanya pengaruh pemberian minyak atsiri lemon dan kayu manis dalam *edible coating* alginat terhadap kandungan asam titrasi. Grafik total asam titrasi *fresh-cut* buah pepaya selama penyimpanan tersaji dalam gambar 4.



Gambar 3. Grafik kandungan asam tertitrasi *fresh-cut* buah pepaya selama penyimpanan

Nilai total asam tertitrasi pada *fresh-cut* buah pepaya selama penyimpanan mengalami fluktuasi cenderung menurun. Nilai total asam yang menurun disebabkan adanya penggunaan asam-asam organik untuk proses respirasi. Proses respirasi membutuhkan bahan kompleks seperti pati, gula, dan asam-asam organik serta berbagai bahan organik kompleks (Rahayu dan Nurwitri, 2012). Sedangkan nilai total asam yang meningkat disebabkan adanya produksi asam-asam organik yang terjadi pada proses respirasi di tahap siklus asam trikarbositat. Proses respirasi terdapat tiga fase yaitu (1) fase polisakarida dipecah menjadi gula sederhana, (2) fase oksidasi gula menjadi asam piruvat, dan (3) fase transformasi asam piruvat dan asam-asam organik lainnya menjadi air, karbondioksida, dan energi yang berlangsung secara aerob (Pantastico, 1986).

E. Vitamin C

Kandungan vitamin C (asam askorbat) pada buah selama disimpan akan mengalami penurunan karena sifat vitamin C yang tidak stabil dan adanya perubahan kandungan vitamin C disebabkan adanya proses oksidasi. Hasil rerata kandungan vitamin C *fresh-cut* buah pepayadapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Hasil rerata kandungan vitamin C *fresh-cut* buah pepaya selama penyimpanan

| Perlakuan | Rerata kandungan vitamin C (%) hari ke- | | | | |
|-----------|---|------------|-----------|-----------|-----------|
| | 0 | 3 | 6 | 9 | 12 |
| A | 0.001527a | 0.000880b | 0.000645c | 0.000616b | 0.000587b |
| B | 0.001350ab | 0.000645c | 0.000675c | 0.000616b | 0.000528b |
| C | 0.001027c | 0.000587cd | 0.000675c | 0.000528c | 0.000528b |
| D | 0.001143bc | 0.000528d | 0.000645c | 0.000498c | 0.000455c |
| E | 0.001200bc | 0.001085a | 0.000880a | 0.000616b | 0.000587b |
| K | 0.001260b | 0.001056a | 0.000792b | 0.000704a | 0.000704a |

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

A: Alginat 2% + minyak atsiri lemon 2%,

B: Alginat 2% + minyak atsiri lemon 3%,

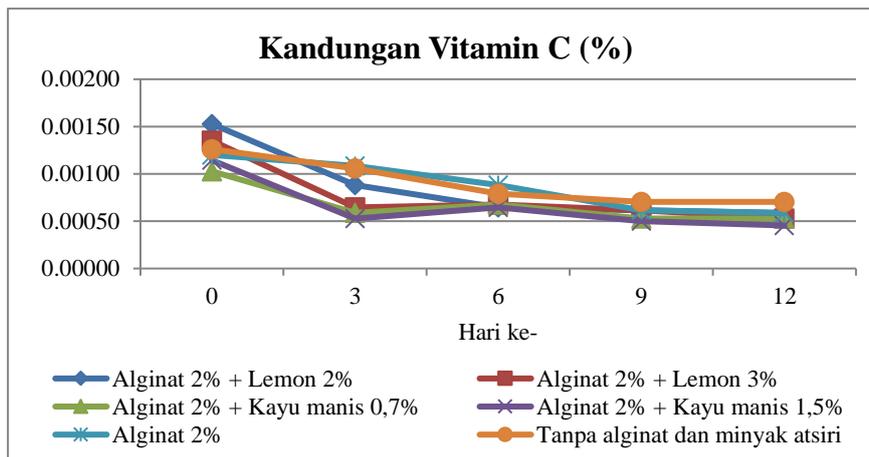
C: Alginat 2% + minyak atsiri kayu manis 0,7%,

D: Alginat 2% + minyak atsiri kayu manis 1,5%,

E: Alginat 2%,

K: Tanpa alginat dan minyak atsiri.

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa adanya pengaruh pemberian minyak atsiri lemon dan kayu manis dalam *edible coating* alginat selama 12 hari penyimpanan terhadap perubahan kandungan vitamin C pada *fresh-cut* buah pepaya. Namun, pada hari ke-0, pemberian minyak atsiri lemon dan kayu manis dalam *edible coating* alginat cenderung kurang memberikan respon yang berbeda terhadap kandungan vitamin C. Grafik kandungan vitamin C pada *fresh-cut* buah pepaya selama penyimpanan tersaji dalam gambar 5.



Gambar 5. Grafik kandungan vitamin C *fresh-cut* buah pepaya selama penyimpanan

Kandungan vitamin C pada *fresh-cut* buah pepaya selama penyimpanan mengalami fluktuasi dan cenderung menurun. Kandungan vitamin C semakin menurun yang diakibatkan adanya peningkatan proporsi sukrosa dan lama osmosis yang berbeda. Semakin banyak sukrosa maka tekanan osmosis akan semakin besar sehingga dapat menyebabkan air yang ada di dalam buah keluar. Air yang keluar dari dalam buah terdapat komponen yang mudah larut seperti vitamin C sehingga kandungan vitamin C di dalam buah semakin menurun (Mentari dan Wahono, 2014). Selain itu, penurunan kandungan vitamin C karena *fresh-cut* buah pepaya sudah dalam fase pematangan. Sintesis vitamin C menunjukkan kondisi yang maksimal, dimana degradasi vitamin C berlangsung secara terus-menerus dan mencapai maksimal ketika buah sudah memasuki fase senesen. Menurut Winarno (1997) bahwa buah yang belum masak memiliki kandungan vitamin C yang lebih tinggi dan semakin tua buah maka kandungan vitamin C akan semakin berkurang.

F. Uji Mikrobiologi

Fresh-cut buah menjadi tempat tumbuh dan berkembangnya mikroba karena memiliki kadar kelembaban dan gula yang tinggi. Mikroorganisme mampu tumbuh dan berkembang lebih cepat pada buah yang telah terolah minimal. Hasil perhitungan populasi mikroba dinyatakan dalam satuan CFU/ml. Jumlah mikroba yang tumbuh pada *fresh-cut* buah pepaya selama penyimpanan tersaji dalam tabel 6.

Tabel 6. Populasi mikroba pada *fresh-cut* buah pepaya selama penyimpanan

| Perlakuan | Jumlah mikroba 10 ⁹ (CFU/ml) hari ke- | | | | |
|-----------|--|-------|-------|-------|--------|
| | 0 | 3 | 6 | 9 | 12 |
| A | 10,67 | 38,67 | 7,6 | 11,5 | 55 |
| B | 29,46 | 13,53 | 87,3 | 9,67 | 3,4 |
| C | 120,93 | 90,73 | 282,1 | 49,97 | 96 |
| D | 56,9 | 4,67 | 56,67 | 86,9 | 146,67 |
| E | 105,5 | 107 | 21,5 | 17,53 | 58,3 |
| K | 74,53 | 3,96 | 275 | 301,9 | 53,73 |

Keterangan: A: Alginat 2% + minyak atsiri lemon 2%,
 B: Alginat 2% + minyak atsiri lemon 3%,
 C: Alginat 2% + minyak atsiri kayu manis 0,7%,
 D: Alginat 2% + minyak atsiri kayu manis 1,5%,
 E: Alginat 2%,
 K: Tanpa alginat dan minyak atsiri.

Berdasarkan hasil uji mikrobiologi pada *fresh-cut* buah pepaya selama 12 hari penyimpanan jumlah mikroba yang tumbuh pada setiap perlakuan menunjukkan hasil yang fluktuatif sehingga penggunaan minyak atsiri lemon dan kayu manis kurang berpengaruh. Jumlah mikroba yang paling tinggi adalah pemberian alginat dan minyak atsiri kayu manis. Hal ini diduga konsentrasi minyak atsiri kayu manis 0,7% dan 1,5% belum efektif dalam menghambat mikroba pada *fresh-cut* buah pepaya. Sedangkan, populasi mikroba yang paling sedikit yaitu pada pemberian minyak atsiri lemon 3%. Hal ini berarti pemberian minyak atsiri lemon 3% mampu menghambat pertumbuhan mikroba sehingga kualitas *fresh-cut* buah pepaya dapat ditingkatkan. Minyak atsiri lemon memiliki kandungan flavonoid. Kandungan flavonoid yang ada pada minyak atsiri lemon mampu menghambat populasi mikroba hingga hari ke-12. Flavonoid berperan secara langsung dengan mengganggu fungsi membran sitoplasma dan penghambatan siklus bakteri (Robinson, 1995). Kerusakan membran sitoplasma karena senyawa fenol dan turunannya (flavonoid), dimana ion H⁺ menyerang gugus fosfat sehingga fosfolipida akan terurai menjadi asam fosfat, gliserol, dan asam karboksilat. Akibatnya membran sitoplasma akan bocor dan bakteri yang ada di dalamnya akan terhambat pertumbuhannya bahkan sampai mati. Kerusakan membran sitoplasma juga akan mencegah nutrisi masuk, dimana nutrisi sebagai penghasil energi (Mukhlisoh, 2010).

G. Uji Organoleptik

Uji organoleptik pada *fresh-cut* buah pepaya bertujuan untuk mengetahui kualitas hasil tingkat kesukaan konsumen dengan menggunakan indera sensorik. Pengujian organoleptik yang dilakukan meliputi rasa, warna, aroma, dan tekstur daging buah pepaya. Uji organoleptik dilakukan menggunakan penilaian skala hedonik pada 15 panelis. Skor tingkat kesukaan dinyatakan dengan skala numerik, yaitu (1) sangat tidak suka, (2) tidak suka, (3) biasa, (4) suka, dan (5) sangat suka. Nilai yang diperoleh dari setiap sampel kemudian dijumlahkan dan dibagi dengan jumlah panelis yang digunakan untuk menentukan skor rata-rata.

1. Rasa

Penilaian terhadap rasa merupakan kriteria pokok dari mutu buah pepaya. Komponen rasa pada buah segar meliputi rasa manis, asam, dan pahit. Tingkat kesukaan panelis terhadap rasa *fresh-cut* buah pepaya selama penyimpanan tersaji pada tabel 7.

Tabel 7. Hasil organoleptik terhadap rasa pada *fresh-cut* buah pepaya selama penyimpanan

| Perlakuan | Hari ke- | | | | |
|--|----------|------|------|------|------|
| | 0 | 3 | 6 | 9 | 12 |
| Alginat 2% + minyak atsiri lemon 2% | 4,13 | 3,80 | 2,87 | 2,00 | 1,67 |
| Alginat 2% + minyak atsiri lemon 3% | 4,13 | 3,80 | 3,07 | 2,07 | 1,73 |
| Alginat 2% + minyak atsiri kayu manis 0,7% | 4,07 | 3,60 | 2,73 | 1,73 | 1,47 |
| Alginat 2% + minyak atsiri kayu manis 1,5% | 4,07 | 3,47 | 2,67 | 1,73 | 1,27 |
| Alginat 2% | 4,13 | 3,87 | 3,20 | 2,20 | 1,47 |
| Tanpa alginat dan minyak atsiri | 4,33 | 3,40 | 2,93 | 1,93 | 1,40 |

Keterangan : (1) sangat tidak suka, (2) tidak suka, (3) biasa, (4) suka, (5) sangat suka

Hasil uji organoleptik terhadap rasa *fresh-cut* buah pepaya menunjukkan tingkat kesukaan rasa panelis yang mengalami penurunan dari hari ke-0 hingga hari ke-12 selama penyimpanan pada *fresh-cut* buah pepaya. Pada hari ke-0 dan ke-3 para panelis rata-rata memberikan skor 4 “suka” dimana *fresh-cut* buah pepaya memiliki rasa yang manis sehingga disukai oleh para panelis. Namun, beberapa penilaian panelis terhadap *fresh-cut* buah pepaya yang diberi minyak atsiri lemon juga memiliki rasa yang agak pedas yang timbul pada hari ke-0. Akan tetapi pemberian minyak atsiri lemon dan kayu manis tidak mempengaruhi rasa asli buah pepaya.

Pada hari ke-6 para panelis rata-rata memberikan nilai 3 “biasa”, hal ini dikarenakan menurut panelis rasa *fresh-cut* buah pepaya kurang manis. Pada hari ke-9 dan ke-12 tingkat kesukaan panelis semakin menurun dan panelis memberi nilai 2 “tidak suka” dan 1 “sangat tidak suka”. Hal ini disebabkan karena *fresh-cut* buah pepaya memiliki rasa yang tidak manis bahkan sudah tidak layak konsumsi. *Fresh-cut* buah pepaya yang sudah tidak layak konsumsi karena pada permukaan buah sudah banyak ditumbuhi mikroba sehingga aktivitas mikroba dapat menyebabkan luka pada dinding sel buah dan mengakibatkan laju respirasi meningkat dan senyawa penyusun *flavor* akan menguap bersamaan dengan zat terlarut. Menurut Jennylynd dan Tipvanna (2010) bahwa pertumbuhan mikroba pada *fresh-cut* buah dapat mendegradasi rasa buah. *Fresh-cut* buah akan memiliki rasa tidak enak dengan pertumbuhan bakteri asam laktat atau *Pseudomonas* yang menghasilkan fermentasi dan memproduksi alkohol, asam, dan karbon dioksida. Enzim lipase dan pemecah asam amino dalam buah akan berkontribusi bersama mikroorganisme yang mengakibatkan rasa buah berubah.

2. Warna

Pengujian organoleptik tingkat kesukaan terhadap warna daging buah pepaya merupakan salah satu kriteria mutu *fresh-cut* buah pepaya yang pertama kali dilihat oleh konsumen. Warna daging buah pepaya berwarna oranye hal ini karena adanya kandungan pigmen karoten. Tingkat kesukaan warna *fresh-cut* buah pepaya tersaji pada tabel 8.

Tabel 8. Hasil organoleptik terhadap warna pada *fresh-cut* buah pepaya selama penyimpanan

| Perlakuan | Hari ke- | | | | |
|--|----------|------|------|------|------|
| | 0 | 3 | 6 | 9 | 12 |
| Alginat 2% + minyak atsiri lemon 2% | 4,60 | 4,07 | 3,20 | 1,80 | 1,67 |
| Alginat 2% + minyak atsiri lemon 3% | 4,73 | 4,20 | 3,27 | 2,13 | 1,73 |
| Alginat 2% + minyak atsiri kayu manis 0,7% | 4,47 | 4,00 | 3,13 | 1,93 | 1,67 |
| Alginat 2% + minyak atsiri kayu manis 1,5% | 4,40 | 3,93 | 3,00 | 1,87 | 1,67 |
| Alginat 2% | 4,40 | 3,87 | 3,07 | 1,93 | 1,60 |
| Tanpa alginat dan minyak atsiri | 4,53 | 3,60 | 2,80 | 1,73 | 1,53 |

Keterangan : (1) sangat tidak suka, (2) tidak suka, (3) biasa, (4) suka, (5) sangat suka

Hasil uji organoleptik terhadap warna daging *fresh-cut* buah pepaya menunjukkan tingkat kesukaan panelis yang mengalami penurunan. Semakin lama *fresh-cut* buah pepaya disimpan maka warna daging buah akan mengalami perubahan sesuai kesukaan konsumen. Pada hari ke-0 dan ke-3 tingkat kesukaan panelis masih tinggi dengan nilai rata-rata 4 “suka”, hal ini dikarenakan warna pada *fresh-cut* buah pepaya masih berwarna oranye dan segar serta buah masih dalam kondisi baik dan pada hari ke-6 tingkat kesukaan panelis menurun dengan nilai rata-rata 3 “biasa”, hal ini disebabkan oleh warna daging pada *fresh-cut* buah pepaya kurang segar sehingga menurunkan tingkat kesukaan panelis. Sedangkan pada hari ke-9 dan ke-12 memiliki nilai tingkat kesukaan yaitu 1 “sangat tidak suka”. Hal ini dikarenakan permukaan pada *fresh-cut* buah pepaya telah ditumbuhi mikroba tidak mampu dicegah lagi baik dengan penambahan minyak atsiri lemon dan kayu dalam *edible coating* alginat sehingga memberi penampilan warna yang tidak menarik.

3. Aroma

Fresh-cut buah pepaya memiliki aroma asli yang khas pada buah pepaya. Aroma buah yang dihasilkan akan meningkat ketika memasuki fase klimakterik. Namun, aroma buah yang muncul bergantung dengan kandungan zat-zat volatil, dimana produk dapat dengan mudah melepaskan gas yang tercium oleh indera penciuman. Hasil uji organoleptik aroma *fresh-cut* buah pepaya tersaji dalam tabel 9.

Tabel 9. Hasil organoleptik terhadap aroma pada *fresh-cut* buah pepaya selama penyimpanan

| Perlakuan | Hari ke- | | | | |
|--|----------|------|------|------|------|
| | 0 | 3 | 6 | 9 | 12 |
| Alginat 2% + minyak atsiri lemon 2% | 4,13 | 4,13 | 3,87 | 2,13 | 1,87 |
| Alginat 2% + minyak atsiri lemon 3% | 4,27 | 4,20 | 3,80 | 2,27 | 1,93 |
| Alginat 2% + minyak atsiri kayu manis 0,7% | 4,13 | 4,13 | 3,33 | 1,80 | 1,53 |
| Alginat 2% + minyak atsiri kayu manis 1,5% | 4,13 | 4,07 | 3,20 | 1,87 | 1,47 |
| Alginat 2% | 4,20 | 4,07 | 3,87 | 1,80 | 1,60 |
| Tanpa alginat dan minyak atsiri | 4,20 | 4,13 | 3,87 | 1,80 | 1,53 |

Keterangan : (1) sangat tidak suka, (2) tidak suka, (3) biasa, (4) suka, (5) sangat suka

Tingkat kesukaan terhadap aroma *fresh-cut* buah pepaya selama penyimpanan mengalami penurunan. Pada hari ke-0 hingga ke-6 panelis rata-rata memberi nilai 4 “suka” pada aroma *fresh-cut* buah pepaya karena aroma buah terasa segar. Pemberian

minyak atsiri lemon dan kayu manis tidak mempengaruhi aroma asli dari buah pepaya dan aroma yang dihasilkan dari pemberian minyak atsiri lemon dan kayu manis tidak menimbulkan aroma yang tidak sedap. Selain itu, pemberian alginat sebagai *edible coating* mampu menghambat penguapan senyawa volatil yang merupakan penyebab timbulnya aroma pada buah pepaya.

Pada hari ke-9 hingga hari ke-12 panelis memberikan penilaian yang semakin menurun. Hal ini dikarenakan pada hari ke-9 mulai tumbuh mikroba pada permukaan buah sehingga menimbulkan bau yang kurang sedap dan semakin lama penyimpanan buah pepaya aroma dari pemberian minyak atsiri lemon dan kayu manis juga kurang tercium karena aroma minyak atsiri lemon dan kayu manis akan hilang bersamaan dengan proses respirasi, transpirasi, dan aktivitas mikroba.

4. Tekstur

Pengujian organoleptik tingkat kesukaan terhadap tekstur buah menilai dari kekerasan dan kesegaran *fresh-cut* buah pepaya selama penyimpanan. Tingkat kesegaran dan kekerasan *fresh-cut* buah pepaya akan menurun sejalan dengan lamanya penyimpanan. Hal ini dikarenakan adanya proses respirasi dan transpirasi pada buah pepaya. Tingkat kesukaan terhadap tekstur *fresh-cut* buah pepaya tersaji dalam tabel 10.

Tabel 10. Hasil organoleptik terhadap tekstur pada *fresh-cut* buah pepaya selama penyimpanan

| Perlakuan | Hari ke- | | | | |
|--|----------|------|------|------|------|
| | 0 | 3 | 6 | 9 | 12 |
| Alginat 2% + minyak atsiri lemon 2% | 4,10 | 3,70 | 3,30 | 3,00 | 2,80 |
| Alginat 2% + minyak atsiri lemon 3% | 4,20 | 3,70 | 3,40 | 3,20 | 3,00 |
| Alginat 2% + minyak atsiri kayu manis 0,7% | 4,10 | 3,60 | 3,20 | 2,80 | 2,50 |
| Alginat 2% + minyak atsiri kayu manis 1,5% | 4,10 | 3,50 | 3,00 | 2,60 | 2,20 |
| Alginat 2% | 4,10 | 3,60 | 3,10 | 2,80 | 2,50 |
| Tanpa alginat dan minyak atsiri | 3,90 | 3,40 | 2,80 | 2,50 | 2,10 |

Keterangan : (1) sangat tidak suka, (2) tidak suka, (3) biasa, (4) suka, (5) sangat suka

Hasil uji organoleptik terhadap tekstur *fresh-cut* buah pepaya menunjukkan bahwa nilai tingkat kesukaan panelis menurun selama penyimpanan buah. Pada hari ke-0 dan ke-3 memiliki nilai rata-rata 4 “suka”, hal ini dikarenakan tekstur pada *fresh-cut* buah pepaya masih renyah dan segar. Pada hari ke-6 memiliki nilai rata-rata 3 “biasa”, hal ini dikarenakan tekstur pada *fresh-cut* buah pepaya kerenyahan dan kesegarannya mulai menurun. Sedangkan pada hari ke-9 dan ke-12 memiliki nilai rata-rata 2 “tidak suka”, hal ini disebabkan oleh tumbuhnya mikroba pada permukaan *fresh-cut* buah pepaya sehingga tekstur buah menjadi lunak dan tidak segar.

Tektur *fresh-cut* buah pepaya selama disimpan akan menurun. Semakin lama penyimpanan *fresh-cut* buah pepaya maka tingkat kekerasan dan kesegaran buah semakin menurun. Hal ini sesuai dengan hasil susut berat pada *fresh-cut* buah pepaya, dimana susut berat *fresh-cut* buah pepaya semakin lama disimpan maka susut berat semakin banyak dan tingkat kesegaran menurun dan terjadi pelunakan pada buah. Tekstur buah yang berubah dari keras menjadi lunak disebabkan oleh proses transpirasi, dimana air dalam buang hilang menguap di udara sekitarnya. Selain itu, pelunakan jaringan pada produk segar dapat disebabkan oleh aktivitas enzimatik. Perombakan senyawa pektin dibantu dengan enzim pektin esterase yang berfungsi memecah propektin menjadi pektin yang larut dalam air (Prabasari, 2001).

H. Perubahan Warna

Warna buah merupakan salah satu faktor penting yang diperhatikan konsumen saat akan membeli buah yang dipilihnya karena warna buah dapat digunakan sebagai indikator dalam menentukan tingkat kematangan buah. Adapun data warna pada *fresh-cut* buah pepaya tersaji dalam tabel 11.

Tabel 11. Perubahan warna pada *fresh-cut* buah pepaya selama penyimpanan

| Perlakuan | Hari ke- | | | | |
|--|----------|---|---|------|------|
| | 0 | 3 | 6 | 9 | 12 |
| Alginat 2% + minyak atsiri lemon 2% | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| Alginat 2% + minyak atsiri lemon 3% | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| Alginat 2% + minyak atsiri kayu manis 0,7% | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| Alginat 2% + minyak atsiri kayu manis 1,5% | 4 | 4 | 4 | 4,33 | 4,67 |
| Alginat 2% | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| Tanpa alginat dan minyak atsiri | 4 | 4 | 4 | 4,33 | 4,33 |

Keterangan : (1) hijau penuh, (2) hijau dengan jejak kuning, (3) lebih hijau dari kuning, (4) lebih kuning dari hijau, (5) kuning dengan jejak hijau, (6) sepenuhnya kuning

Perubahan warna pada *fresh-cut* buah pepaya menunjukkan bahwa tingkat kematangan *fresh-cut* buah pepaya selama penyimpanan pada pemberian alginat 2% + kayu manis 1,5% dan tanpa alginat dan minyak atsiri terjadi degradasi warna dibandingkan dengan perlakuan yang lainnya. Perubahan warna yang terjadi pada buah pepaya umumnya disebabkan oleh hilangnya warna hijau seiring dengan pemasakan buah. Menurut Santoso (2007), bahwa saat fase pemasakan buah pigmen klorofil akan terdegradasi sehingga warna hijau pada buah akan menghilang dan terjadi peningkatan pigmen karoten sehingga muncul warna kuning pada buah. Sesuai dengan pernyataan Apandi (1984) menyatakan bahwa degradasi klorofil yang menyebabkan pigmen karotenoid yang sudah ada dalam jaringan buah akan mendominasi dan membentuk warna kuning, kandungan karotenoid, geraniol bebas, dan asam mevalonat bebas yang merupakan penyusun karoten yang makin lama akan semakin meningkat selama pematangan buah. Selain itu, perubahan warna yang terjadi pada buah pepaya dari hijau menjadi kuning atau jingga disebabkan oleh perubahan laju respirasi dan produksi etilen (Ahmad, 2013).

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Edible coating alginat dengan minyak atsiri lemon 3% mampu mempertahankan kualitas pada *fresh-cut* buah pepaya hingga hari ke-6.

B. Saran

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk penggunaan minyak atsiri lemon dan kayu manis pada daya hambat dan identifikasi mikroba pembusuk pada buah pepaya sebelum diaplikasikan *edible coating*.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk menguji minyak atsiri dari bahan lain yang ditambahkan ke dalam *edible coating* alginat pada *fresh-cut* buah pepaya.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, U. 2013. *Teknologi Penanganan Pascapanen Buah dan Sayuran*. Graha Ilmu. Yogyakarta.
- Apandi M. 1984. *Teknologi Buah dan Sayur*. Penerbit Alumni. Bandung.
- Elza A. 2016. Analisis Mutu Fisik dan Mikrobiologis serta Perhitungan Biaya mutu Buha Stroberi Segar (*Fragia sp*) dengan Pelapis Edible selama Penyimpanan. Skripsi Fakultas Teknologi Industri Pernaian UGM. Yogyakarta.
- Erika Pardede. 2009. Buah dan Sayur Olahan Secara Minimalis. ISSN 0853 – 0203 VISI. 17 (3) hal 245-254.
- Helmi F. 2012. Pengaruh Penambahan Plasticizer dan Kitosan Terhadap Karakter *Edible Film* Ca-Alginat. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Jennylynd B. J. and Tipvanna Ngarmsak. 2010. *Processing of Fresh-cut tropical fruits and vegetables: A technical guide*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Bangkok.
- Krochta, J. M., Baldwin, E. A., dan M., O. Nisperos-Carriedo. 1994. *Edible Coatings and Film to Improve Food Quality*. Economic Publ. Co. Inc., USA.
- Lathifa H. 2013. Pengaruh Jenis Pati Sebagai Bahan *Edible Coating* dan Suhu Penyimpanan Terhadap Kualitas Buah Tomat. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim (Skripsi). Malang.
- Mentari Febrianti D.P., dan Wahono Hadi S. 2014. Pengaruh Proporsi (Buah: Sukrosa) dan Lama Osmosis Terhadap Kualitas Sari Buah Stroberi (*Fragaria vesca* L.). *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. Vol (2) : 82-90.
- Muchtadi, T. R., Sugiono, dan F. Ayustaningwarno. 2010. *Ilmu Pengetahuan Bahan Pangan*. Alfabeta. Bandung.
- Mukhlisoh W. 2010. Pengaruh Ekstrak Tunggal dan Gabungan Daun Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi Linn*) terhadap Efektivitas Antibakteri secara In Vitro. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim [Skripsi]. Malang.
- Murdijati Garjito dan Yuliana Reni Swasti. 2014. *Fisiologi Pascapanen Buah dan Sayur*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Nurrachman. 2004. Pengaruh Pelapisan *Chitosan* Terhadap Fisiologi Pasca Panen Buah Apel (*Malus sylvestris* L.). Tesis IPB. Bogor.
- Pantastico, E. R. 1986. *Fisiologi Pasca Panen*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Pase, M C. 2010. Pengaruh Pelapisan *Edibel* Terhadap Umur Simpan Dan Mutu Buah Naga Terolah Minimal Yang Disimpan Dalam Kemasan Atmosfer Termodifikasi. Skripsi Departemen Teknik Pertanian : IPB. Bogor.
- Prabasari, Indira. 2001. Pemanasan dan Pelapisan Alginat sebagai Upaya Mempertahankan Kualitas Sawo yang Diolah Minimal. Thesis Ilmu dan Teknologi Pangan UGM. Yogyakarta.
- Rahayu, W. P. dan Nurwitri C. C. 2012. *Mikrobiologi Pangan*. IPB Press. Bogor.
- Robinson, T. 1995. *Kandungan Organik Tumbuhan Tinggi*. Institut Teknologi Bandung. Bandung.

- Santoso, Slamet Bejo. 2007. Kajian Tingkat Kematangan Petik terhadap Perubahan Mutu Buah Pepaya (*Carica Papaya L.*) Ipb-1 Dan Ipb-2 Selama Penyimpanan. Institut Pertanian Bogor (Skripsi). Bogor.
- Sudiyono. 2008. Pengaruh Konsentrasi Benlate dan Parafin Terhadap Daya Simpan Buah Apel Manalagi (*Malus sylvestris Mill.*). Jurnal AGRIKA (2) hal 150-158.
- Utami, P dan Puspaningtyas, D. S. 2013. *The Miracle of Herbs*. AgroMedia Pustaka. Jakarta.
- Widjanarko, Simon Bambang. 2012. Fisiologi dan Teknologi Pasca Panen. Universitas Brawijaya Press. Malang.
- Wills, R. H. H. , T. H. Lee, D. Graham, W. B. McGasson and E. G. Hall. 1981. *Postharvest. An Introduction to the Physiology and Handling of Fruit and Vegetables*. New South Wales University Press.
- Winarno F. G. 1997. Kimia Pangan dan Gizi. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Winarno, F.G dan M. Aman. 1981. Fisiologi Lepas Panen. Penerbit Sastra Budaya. Jakarta.