

## Rancangan Wadah Buah Tomat Untuk Menahan Getaran Selama Transportasi Berbahan Eceng Gondok dan Pelepah Pisang

Ida Ayu Widhiantari<sup>1\*</sup>, Sandra Malin Sutan<sup>2</sup>, Gunomo Djoyowasito<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universitas Brawijaya

<sup>2</sup>Jurusan Keteknikan Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Brawijaya

<sup>3</sup>Laboratorium Mekanika Alat dan Mesin Agroindustri, Jurusan Keteknikan Pertanian Universitas Brawijaya

### Abstrak

Faktor kerusakan buah tomat selama kegiatan transportasi antara lain dipengaruhi oleh besar kecilnya frekuensi getaran, dan lama waktu selama transportasi, sehingga dibutuhkan penanganan untuk dapat mengurangi kerusakan yang terjadi. Penggunaan bahan pengisi dari kombinasi serat eceng gondok dan pelepah pisang sebagai peredam getaran pada kotak kayu sebagai wadah tomat digunakan pada penelitian ini. Penelitian dilakukan dengan rancangan acak kelompok (RAK) terdiri dari dua faktor dan tiga level yaitu frekuensi getaran (3, 6, dan 9 Hz) dan lama waktu (120,150,180 menit). Penggunaan bahan peredam tersebut mampu mengurangi kerusakan mekanis selama simulasi transportasi dengan nilai persentase kerusakan sebesar 16,1566% pada frekuensi getaran 3 Hz. Begitu pula nilai susut bobot, tekstur, kecerahan, warna merah (a), dan warna kuning (b) buah tomat terbaik juga diperoleh pada frekuensi getaran 3 Hz masing-masing sebesar 3,5993%; 0,1287 kg/mm<sup>2</sup>; 31,77; 17,71; 18,75.

**Kata kunci:** kerusakan mekanis, peredam getaran, tomat

### Abstract

Factors influence tomato fruit damage during transport activity including the size of the vibration frequency, and the transport time duration, use special handling in order to reduce an fruit damage is necessary to be conducted. Filler material from a combination of banana stem fiber and water hyacinth as damping vibrations in a wooden box as a container of tomatoes is used in this study. The study was conducted with a randomized block design with a factorial design contains two factors and three levels, namely the frequency of vibration (3, 6, and 9 Hz) and the time duration (120,150,180 minutes). The use of damping material was able to reduce mechanical damage during transport simulation with a value of 16.1566% of damage to the vibration frequency of 3Hz. Reduction of the value of weight loss, texture, brightness, color red (a), and yellow (b) the best tomato fruits were also obtained at a frequency of 3 Hz vibration by 3.5993%; 0.1287 kg / mm<sup>2</sup>; 31.77; 17.71; 18.75, respectively.

**Keywords:** mechanical damage, tomatoes, vibration dampers

### PENDAHULUAN

Produk hortikultura baik buah maupun sayuran merupakan produk yang mudah mengalami kerusakan. Salah satu produk hortikultura yang mudah rusak yaitu buah tomat. Buah tomat merupakan salah satu produk hortikultura yang banyak dimanfaatkan dalam bentuk segar sebagai sayur dan buah, maupun dalam bentuk olahan sebagai bahan baku industri pangan seperti pasta (saus tomat) dan minuman. Kerusakan awal yang terjadi pada produk hortikultura seperti tomat pasca panen biasanya disebabkan oleh kegiatan pengemasan dan transportasi. Buah tomat biasanya dikemas dalam kotak kayu hingga ketinggian tumpukan

yang tak menentu sehingga tomat mudah rusak akibat tekanan, getaran, dan guncangan selama transportasi.

Penelitian mengenai bahan pengisi pada kotak kayu sudah pernah dilakukan dengan pemberian cacahan koran sebagai peredam dimana menghasilkan persentase kerusakan pada buah tomat sebesar 21,8% [1]. Kerusakan yang diharapkan pada buah tomat adalah sekecil mungkin.

Oleh karena itu, diperlukan penanganan pada kemasan yang tepat untuk dapat menekan tingkat kerusakan buah tomat selama transportasi sebelum sampai ke tangan konsumen. Salah satu penanganan pada kemasan buah tomat yaitu dengan penambahan bahan bantalan atau bahan pengisi sebagai wadah pada kotak kayu yang terbuat dari kombinasi serat batang pisang dan eceng gondok dengan harapan

Alamat Korespondensi Penulis:

Ida Ayu Widhiantari

Email : widhiantari\_pw@yahoo.com

Alamat : Jalan Menjangan Gang Dewimas No 5 Mataram

mampu menekan kerusakan mekanis yang terjadi selama simulasi transportasi. Penanganan yang tepat juga dapat memperpanjang umur simpan buah tomat.

**METODE PENELITIAN**

Dalam penelitian ini dilakukan pembuatan bahan peredam sebagai berikut:

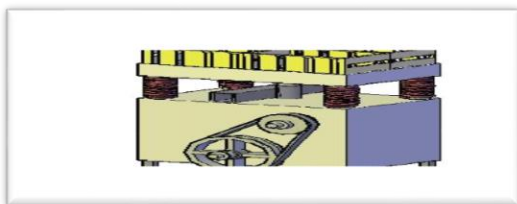
1. Eceng gondok dan pelepah pisang dipotong dadu (dilakukan pengecilan ukuran). Perbandingan yang digunakan adalah 800 g eceng gondok dan 500 g pelepah pisang yang telah dipotong.
2. Perendaman dalam air selama ±24 jam
3. Perebusan bahan
4. Penghalusan dengan blender sehingga dihasilkan *pulp*
5. Pencetakan *pulp* dengan bentuk bergelombang
6. Pengeringan dibawah sinar matahari

Setelah dihasilkan bahan peredam, kemudian bahan diaplikasikan pada kotak kayu sebagai wadah buah tomat selama simulasi transportasi. Penggetaran dilakukan dengan menggunakan meja simulator getar dengan arah vertikal. Buah tomat sebanyak 66 buah disusun dalam kotak kayu dengan tiga lapisan, yaitu lapisan bawah (L1), lapisan tengah (L2) dan lapisan atas (L3).

Rancangan pada penelitian ini dilakukan menggunakan rancangan acak kelompok (RAK) dengan 2 faktor yaitu faktor satu merupakan frekuensi yang terdiri dari tiga level yaitu 3, 6, dan 9 dan faktor dua merupakan waktu penggetaran yang terdiri dari tiga level yaitu 120, 150, dan 180 menit dengan dua kali ulangan. Kemudian dilakukan uji perubahan mutu yang meliputi tingkat kerusakan mekanis, susut bobot, tekstur, dan warna buah tomat.



Gambar 1. Bahan Peredam



Gambar 2. Sketsa Alat Simulator Getar

**Metode Analisis Data**

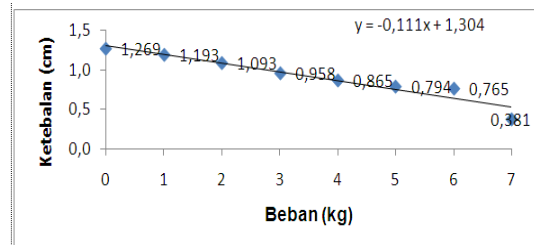
Data yang diperoleh dari hasil uji kemudian dianalisis menggunakan *Analysis of Variance* (ANOVA) dengan taraf nyata 5%.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Penelitian Tahap I**

**Pengujian Bahan Peredam**

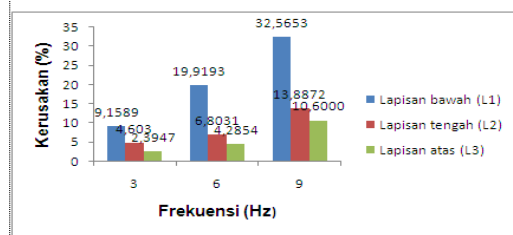
Bahan peredam yang dihasilkan kemudian dilakukan pengujian untuk mengetahui apakah bahan tersebut dapat digunakan sebagai pengisi atau wadah buah tomat pada kotak kayu. Pengujian dilakukan dengan pemberian beban pada bahan peredam tersebut hingga mencapai beban 7 kg. Dari hasil pengujian diperoleh ketebalan awal bahan sebesar 1,269 cm dan pada pembebanan 7 kg terjadi perubahan ketebalan menjadi 0,381 cm. Dari hasil pengujian bahan peredam yang dihasilkan, pada saat diberikan beban hingga mencapai beban 7 kg tidak terjadi keretakan atau rusak pada bahan peredam tersebut. Hal ini menunjukkan bahwa bahan peredam dari kombinasi serat eceng gondok dan pelepah pisang yang dihasilkan layak digunakan sebagai wadah untuk menahan beban tomat. Data perubahan ketebalan bahan peredam dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Perubahan Ketebalan Bahan Peredam

**Pengaruh Frekuensi dan Waktu Penggetaran Terhadap Kerusakan Mekanis Buah Tomat**

Berdasarkan hasil analisis ragam diperoleh nilai *p-value* frekuensi dan juga waktu penggetaran < alpha 5%. Hal ini menunjukkan bahwa frekuensi dan waktu getaran memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kerusakan



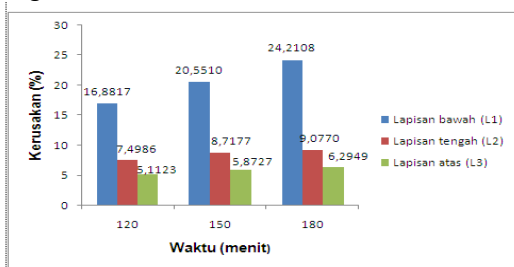
Gambar 4. Pengaruh Frekuensi Getaran Terhadap Kerusakan Mekanis Buah Tomat pada Tiap Lapisan

mekanis buah tomat. Sedangkan interaksi antara frekuensi dan waktu getaran berdasarkan hasil analisis ragam menunjukkan bahwa interaksi tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap tingkat kerusakan buah tomat ( $p > 5\%$ ).

Kerusakan mekanis tomat yang dikemas dengan menggunakan kotak kayu dengan bahan peredam dari kombinasi serat eceng gondok dan pelepah pisang pada frekuensi getaran 3 Hz yaitu sebesar 16,1566%. Nilai ini lebih rendah bila dibandingkan dengan hasil penelitian sebelumnya yang pernah dilakukan dengan menggunakan kotak kayu dan cacahan koran sebagai peredam dengan frekuensi getaran 2,5 Hz yaitu sebesar 21,8 % [2]. Begitu pula dengan hasil penelitian lainnya dengan menggunakan cacahan koran sebagai peredam pada kotak kayu dengan frekuensi getaran 2,75 Hz diperoleh kerusakan mekanis pada tomat sebesar 20,5166% [3].

Hal ini membuktikan bahwa peredam yang dibuat dengan bentuk gelombang dari serat eceng gondok dan pelepah pisang yang digunakan sebagai pelapis pada kotak kayu memiliki sifat bantalan dan ketahanan tekan yang lebih baik jika dibandingkan dengan cacahan koran. Hal ini menunjukkan bahwa dengan penggunaan bahan pengisi dari kombinasi serat eceng gondok dan pelepah pisang pada kotak kayu sebagai wadah buah tomat, mampu menekan laju kerusakan mekanis buah tomat selama proses transportasi berlangsung.

Bila dilihat dari besarnya kerusakan yang terjadi pada tiap lapisan pada kemasan (Gambar 4 dan 5), buah tomat yang terdapat pada lapisan bawah (L1) menghasilkan kerusakan mekanis terbesar dibandingkan dengan buah tomat yang ada pada lapisan tengah dan juga lapisan atas untuk tiap perlakuan frekuensi dan lama waktu. Hal ini disebabkan buah pada bagian bawah menahan beban tekanan seperti tumpukan yang lebih besar dari buah yang ada pada lapisan tengah dan atas secara terus menerus.



Gambar 5. Pengaruh Waktu Getaran Terhadap Kerusakan Mekanis Buah Tomat pada Tiap Lapisan

Selain itu juga dipengaruhi oleh bahan peredam itu sendiri. Dimana peredam yang ada pada lapisan paling bawah akan mendapat beban yang besar sehingga akan mengalami perubahan ketebalan atau penyusutan yang lebih besar. Dengan menggunakan persamaan yang dihasilkan dari grafik pada Gambar 3, diperoleh nilai penyusutan peredam pada lapisan bawah sebesar 0,40 cm lebih besar dibandingkan lapisan tengah dan atas masing-masing sebesar 0,25 cm dan 0,11 cm. Oleh karena lapisan bawah mengalami penyusutan terbesar, sehingga tingkat elastisitasnya atau sifat bantalannya menjadi semakin berkurang, sehingga menyebabkan kerusakan yang semakin besar.

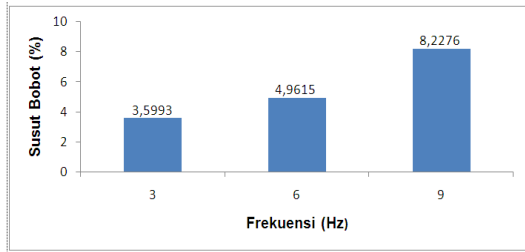
**Pengaruh Frekuensi Getaran Terhadap Susut Bobot Buah Tomat**

Berdasarkan hasil analisis ragam diperoleh bahwa variabel yang mempengaruhi % susut bobot buah tomat adalah frekuensi ( $p < 0,001 < 0,05$ ), sedangkan variabel waktu dan interaksi antar keduanya tidak memberikan pengaruh yang signifikan. Frekuensi getaran mempengaruhi kerusakan mekanis buah tomat selama transportasi dimana dapat menyebabkan buah tomat mengalami luka sehingga buah kehilangan pelindungnya.

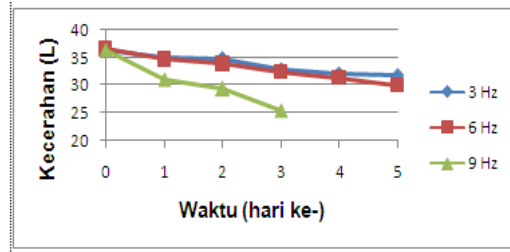
Susut bobot terjadi akibat proses respirasi dan transpirasi dimana proses transpirasi akan berjalan cepat apabila buah kehilangan pelindungnya, oleh karena itu menyebabkan buah tomat tersebut kehilangan bobotnya [4]. Gambar 6. menunjukkan bahwa Semakin tinggi frekuensi getaran maka persentase susut buah tomat semakin meningkat. Pada hari terakhir penyimpanan, nilai susut bobot terbesar dialami oleh buah tomat pada perlakuan frekuensi 9 Hz.

Sedangkan persentase susut bobot terkecil dialami oleh buah tomat pada perlakuan frekuensi 3 Hz. Hal ini sesuai dengan besarnya tingkat kerusakan yang dialami buah pada perlakuan frekuensi 3 Hz yang memiliki tingkat kerusakan yang paling rendah. Penyusutan yang besar disebabkan oleh adanya kehilangan air yang tinggi pada buah akibat tingginya kerusakan yang dialami.

Susut bobot disebabkan oleh adanya proses metabolisme yaitu respirasi dan transpirasi [5] dan dengan adanya frekuensi getaran yang besar dapat menyebabkan memar atau luka yang besar pada buah sehingga dapat mempercepat proses metabolisme tersebut sehingga buah tomat akan kehilangan bobotnya. Susut bobot dapat memperpendek masa simpan buah tomat [6].



Gambar 6. Persentase Susut Bobot Buah Tomat pada Hari Terakhir (hari ke-5) Penyimpanan

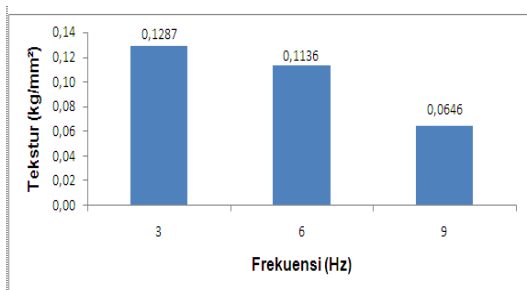


Gambar 8. Nilai Kecerahan (L) Buah Tomat Pada Tiap Perlakuan Frekuensi

**Pengaruh Frekuensi Getaran Terhadap Tekstur Buah Tomat**

Berdasarkan hasil analisis ragam diperoleh bahwa variabel yang mempengaruhi tekstur buah tomat adalah frekuensi ( $p < 5\%$ ), sedangkan variabel waktu dan interaksi antar keduanya tidak memberikan pengaruh yang signifikan. Dari hasil yang diperoleh (Gambar 7), nilai tekstur buah tomat tertinggi pada hari terakhir penyimpanan diperoleh pada perlakuan frekuensi 3 Hz, sedangkan nilai tesktur buah terendah diperoleh pada perlakuan frekuensi 9 Hz. Hal ini sesuai dengan tingkat kerusakan mekanis dan susut bobot yang dialami tomat pada frekuensi 3 Hz yang lebih rendah dari perlakuan lainnya.

Frekuensi getaran mempengaruhi tekstur buah, dimana semakin tinggi frekuensi getaran yang dialami buah maka tingkat kerusakan buah akan semakin besar, dimana akan mempengaruhi nilai teksturnya. Semakin rendah nilai tekstur buah tomat maka mutu buah tersebut semakin menurun. Begitu pula sebaliknya semakin tinggi nilai teksturnya maka mutu buah semakin baik. Tekstur buah menunjukkan tingkat kesegaran buah, dimana semakin menurun nilai tekstur buah tomat maka kesegaran buah akan menurun pula [7].



Gambar 7. Nilai Tekstur Buah Tomat Pada Hari Terakhir (Hari ke-5) Penyimpanan

**Pengaruh Frekuensi Getaran Terhadap Kecerahan Buah Tomat**

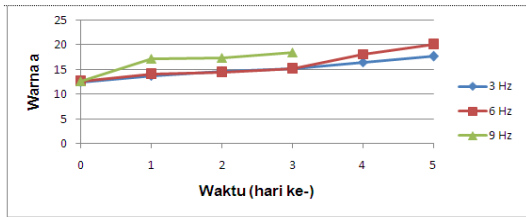
Nilai L menyatakan tingkat kecerahan dari buah yang diukur. Dari hasil penelitian yang dapat dilihat pada Gambar 8, frekuensi getaran mempengaruhi kecerahan buah tomat, dimana semakin tinggi frekuensi getaran, maka kecerahan buah tomat semakin menurun.

Hal ini didasarkan pada nilai *p-value* yang diperoleh untuk perlakuan frekuensi yang kurang dari 5%. Sedangkan lama waktu penggetaran berdasarkan hasil analisis ragam tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap perubahan kecerahan buah tomat ( $p > 5\%$ ). Begitupula dengan interaksi antar keduanya juga tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap perubahan kecerahan buah tomat.

Pada hari terakhir penyimpanan penurunan nilai kecerahan buah tomat terendah diperoleh pada perlakuan frekuensi 3 Hz yaitu sebesar 31,77. Sedangkan penurunan nilai kecerahan tertinggi diperoleh pada perlakuan frekuensi 9 Hz yaitu sebesar 25,55. Pengukuran penurunan kecerahan nilai L pada perlakuan frekuensi 9 Hz hanya dapat dilakukan hingga hari ketiga penyimpanan karena hari berikutnya buah sudah mengalami kerusakan pecah dan berjamur.

Penurunan kecerahan disebabkan oleh semakin bertambahnya umur penyimpanan dan dengan terjadinya frekuensi getaran saat simulasi transportasi berlangsung menyebabkan memar pada buah sehingga warna pada permukaan kulit buah akan mengalami perubahan akibat adanya reaksi metabolisme pada kulit dan rusaknya dinding sel. Frekuensi getaran mempengaruhi kecepatan reaksi metabolisme tersebut, dimana semakin besar frekuensi maka reaksi metabolisme akan semakin cepat pula, sehingga penurunan kecerahan warna kulit buah akan semakin cepat. Perubahan warna pada buah merupakan hasil degradasi klorofil akibat adanya pengaruh perubahan kimiawi dan fisiologis [8].

**Pengaruh Frekuensi Getaran Terhadap Warna Merah (a) Buah Tomat**



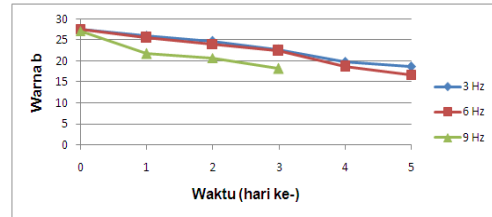
Gambar 9. Nilai Warna Merah (a) Buah Tomat Pada Tiap Perlakuan Frekuensi

Nilai a mengindikasikan warna merah buah tomat. Dari hasil penelitian yang dapat dilihat pada Gambar 9, frekuensi getaran mempengaruhi perubahan warna merah buah tomat, dimana semakin tinggi frekuensi getaran, maka peningkatan warna merah buah tomat semakin cepat.

Hal ini didasarkan pada nilai *p-value* yang diperoleh pada analisis ragam  $0,001 < 0,05$  Sedangkan lama waktu penggetaran berdasarkan hasil analisis ragam tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap perubahan warna merah buah tomat. Begitupula dengan interaksi antar keduanya juga tidak memberikan pengaruh yang signifikan ( $p > 5\%$ ).

Pada hari terakhir penyimpanan peningkatan nilai merah (a) buah tomat terendah diperoleh pada perlakuan frekuensi getaran 3 Hz yaitu sebesar 17,71. Peningkatan warna merah pada buah tomat terjadi mungkin disebabkan oleh reaksi metabolisme yang akan lebih cepat terjadi akibat adanya frekuensi getaran. Adanya peningkatan frekuensi akan menyebabkan proses perubahan warna akan semakin cepat terjadi. Hal ini mungkin juga disebabkan karena terjadinya benturan dan juga tekanan akibat dari frekuensi yang tinggi maka kulit buah akan mengalami kerusakan mekanis yang juga menyebabkan terjadinya perubahan warna. Selain itu perubahan warna juga disebabkan oleh tomat sampel masih belum pada kematangan maksimal. Selama penyimpanan, buah tomat akan semakin matang oleh adanya produksi likopen yang semakin meningkat, sedangkan produksi karoten dan xantofil menjadi berkurang sehingga warna buah tomat menjadi semakin merah [9]. Adanya membran pada bagian dalam buah yang terjadi selama simulasi transportasi juga dapat mempercepat laju respirasi sehingga degradasi klorofil tidak dapat ditekan.

**Pengaruh Frekuensi Getaran Terhadap Warna Kuning (b) Buah Tomat**



Gambar 10. Nilai Warna Kuning (b) Buah Tomat Pada Tiap Perlakuan Frekuensi

Nilai b mengindikasikan warna kuning buah tomat. Perubahan nilai warna (b) buah tomat dapat dilihat pada Gambar 10. Dari hasil penelitian yang dapat dilihat pada Gambar 10, frekuensi getaran mempengaruhi perubahan warna kuning buah tomat, dimana semakin tinggi frekuensi getaran, maka penurunan warna kuning buah tomat akan semakin cepat terjadi selama penyimpanan.

Hal ini didasarkan pada nilai *p-value* yang diperoleh pada hasil analisis ragam  $< 5\%$ . Sedangkan lama waktu penggetaran berdasarkan hasil analisis ragam tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap perubahan warna kuning buah tomat. Begitupula dengan interaksi antar keduanya juga tidak memberikan pengaruh yang signifikan ( $p > 5\%$ ).

Pada hari terakhir penyimpanan penurunan nilai kuning (b) buah tomat terendah diperoleh pada perlakuan frekuensi getaran 3 Hz yaitu sebesar 18,75. Penurunan warna kuning pada buah tomat mengindikasikan bahwa tomat akan semakin matang seiring lamanya waktu simpan sehingga warna kuning pada buah tomat akan berubah menjadi merah. Perubahan warna pada kulit buah disebabkan oleh adanya reaksi metabolisme pada buah, dan reaksi metabolisme tersebut dapat dipercepat dengan adanya getaran selama simulasi transportasi berlangsung [10].

Peningkatan frekuensi akan menyebabkan penurunan nilai b semakin cepat. Hal ini mungkin juga disebabkan karena terjadinya benturan dan juga tekanan akibat dari frekuensi yang tinggi maka kulit buah akan mengalami kerusakan mekanis [11] yang juga menyebabkan terjadinya perubahan warna.

**KESIMPULAN**

Penggunaan peredam yang terbuat dari kombinasi serat eceng gondok dan pelepah pisang sebagai wadah tomat memiliki sifat bantalan dan ketahanan tekan yang baik sehingga mampu meredam getaran selama proses simulasi transportasi. Frekuensi getaran mempengaruhi

kerusakan mekanis buah tomat, dimana semakin tinggi frekuensi getaran maka kerusakan yang terjadi pada buah tomat semakin besar. Tingkat kerusakan mekanis buah tomat terendah terdapat pada frekuensi getaran 3 Hz yaitu sebesar 16,1566%. Begitu pula untuk susut bobot, tekstur, kecerahan (L), warna merah (a), dan warna kuning (b) buah tomat terbaik pada hari terakhir penyimpanan terdapat pada frekuensi getaran 3 Hz yaitu masing-masing sebesar 3,5993%; 0,1287 kg/mm<sup>2</sup>; 31,77; 17,71; 18,75.

#### Saran

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai bahan peredam agar dapat dihasilkan bahan peredam dari kombinasi serat eceng gondok dan pelepah pisang yang lebih elastis lagi agar lebih dapat melindungi produk hortikultura dari kerusakan akibat pengaruh getaran selama proses transportasi berlangsung.

#### Ucapan Terimakasih

Pada kesempatan ini saya mengucapkan terimakasih kepada Dr. Ir. Sandra Malin Sutan, MP dan Dr. Ir. Gunomo Djoyowasito, MS yang telah membimbing dalam pelaksanaan penelitian ini, serta kepada I Gusti Lanang Putra Wijaya, SE atas bantuan dan sarannya sehingga penelitian ini dapat berjalan dengan lancar.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Mukti Apriyanti. 2013. Analisis Matematis Laju Respirasi dan Perubahan Sifat Fisik Buah Tomat (*Lycopersicon esculentum Mill*) di Bawah Pengaruh Vibrasi dan Suhu Penyimpanan. Tesis. Program Pascasarjana Teknik Pertanian. Fakultas Teknologi Pertanian. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- [2]. Mukti Apriyanti. 2013. Analisis Matematis Laju Respirasi dan Perubahan Sifat Fisik Buah Tomat (*Lycopersicon esculentum Mill*) di Bawah Pengaruh Vibrasi dan Suhu Penyimpanan. Tesis. Program Pascasarjana Teknik Pertanian. Fakultas Teknologi Pertanian. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- [3]. Gladys Citra P. 2012. Kajian Penggunaan Kemasan Karton dan Peti Kayu Terhadap

Mutu Buah Tomat dalam Transportasi Darat. Departemen Teknik Mesin dan Biosistem. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

- [4]. Wills RHH. 1981. "Post Harvest", An Introduction to The Physiology and Handling of Fruits and Vegetables. Australia. New South Wales University Press Limited.
- [5]. Wills RHH. 1981. "Post Harvest", An Introduction to The Physiology and Handling of Fruits and Vegetables. Australia. New South Wales University Press Limited.
- [6]. Purwadaria, HK. 1992. Sistem Pengangkutan Buah-buahan dan Sayuran. Makalah Pelatihan Teknologi Pasa Panen Buah-buahan dan Sayuran. PAU Pangan dan Gizi. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- [7]. Pantastico, ERB. 1989. Fisiologi Pascapanen, Penanganan dan Pemanfaatan Buah-buahan dan Sayur-sayuran Tropika dan Subtropika. Gadjah Mada Press. Yogyakarta.
- [8]. Pujimulyani D. 2009. Teknologi Pengolahan Sayur-Sayuran dan Buah-Buahan. Graha Ilmu. Yogyakarta.
- [9]. Kismaryanti, A. 2007. Aplikasi Gel Lidah Buaya (*Aloe vera*) Sebagai Edible Coating Pada Pengawetan Tomat (*Lycopersicon esculentum*). Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- [10]. Pujimulyani D. 2009. Teknologi Pengolahan Sayur-Sayuran dan Buah-Buahan. Graha Ilmu. Yogyakarta.
- [11]. Pantastico, ERB. 1989. Fisiologi Pascapanen, Penanganan dan Pemanfaatan Buah-buahan dan Sayur-sayuran Tropika dan Subtropika. Gadjah Mada Press. Yogyakarta.