



Pengaruh Variasi Bahan Peredam Kemasan dan Tingkat Kematangan Buah Alpukat terhadap Tingkat Kerusakan Mekanis pada Simulasi Getaran Selama Transportasi

The Influence of Variations in Packaging Damping Materials and the Ripeness Level of Avocado Fruit on the Mechanical Damage Rate in Vibration Simulation During Transportation

Fadhlilla Rahmah¹, Tamrin^{1*}, Winda Rahmawati¹, Sapto Kuncoro¹

¹Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung

*Corresponding Author: tamrinajis62@gmail.com

Abstract. Cause of damage is improper or inappropriate packaging. Therefore this study aims to determine the optimal type of packaging damper in minimizing mechanical damage to the fruit. This research was conducted in February - April 2020 at the Laboratory of Bioprocess Engineering and Postharvest Handling, University of Lampung. This research was conducted by looking at the level of damage to the avocado when dropped manually and when vibrated mechanically with a vibrating table. In the manual experiment, one avocado is divided into four parts, each part will be treated with different absorbent materials in the form of straw, fibers, dried banana leaves and control with a thickness of 2cm damper which is then dropped from a height of 5 cm, 10 cm, and 15 cm. In mechanical testing using a packaging box measuring 29 cm long, 14 cm wide and 14 cm high. Each box contains 12 avocados arranged in 2 layers and then added with a damper with a thickness of 2 cm, each package is ventilated with a circle type with a diameter of 3 cm, 4 pieces on each right and left side of the package. The observed parameters were mechanical damage in the form of bruises, weight loss, and level of hardness test. The observed data obtained were processed using simple statistics with each data averaged and compared to the damage between the fruit that was dropped manually and vibrated with a vibrating table. The results showed that the fiber-absorbing agent treatment was more optimal in minimizing mechanical damage to avocado because the fibers had a lignin content of around 29.4%.

Keywords: Avocado, Mechanical Damage, Silencer, Transportation Simulation.

1. Pendahuluan

Salah satu komoditas jenis hortikultura yang terkenal di Indonesia adalah buah alpukat. Alpukat memiliki banyak manfaat dan harganya relatif terjangkau jika dibandingkan dengan buah yang lainnya. Menurut Statistik Pertanian (2017), peningkatan produksi buah Alpukat di Indonesia mencapai 58,219 ton antara tahun 2016 dan 2017, dengan produksi sampai 363,167 ton pada tahun 2017. Selain untuk memenuhi konsumsi dalam negeri, buah alpukat juga menjadi komoditi ekspor yang cukup menjanjikan. Buah alpukat yang diekspor ke pasar Eropa mencapai 20,000 ton pertahun (Winarno, 2002).

Buah alpukat masih ditangani dengan kurang tepat sehingga nilai jualnya rendah. Penanganan pasca panen (pengangkutan, sortasi, pengemasan dan penyimpanan) yang tidak tepat mempengaruhi tingkat perubahan mutu produk. Proses pengangkutan buah umumnya berupa memar, hancur, dan mutunya tidak seragam. Penyebab utama kerusakan tersebut adalah pengemasan yang tidak sesuai atau kurang tepat. Efisiensi penanganan komoditas hasil pertanian dapat ditingkatkan melalui kemasannya. Pengemasan sangat berpengaruh terhadap bentuk fisik dan kandungan nutrisi pada sebuah produk Sehingga dapat mengurangi kemungkinan terjadinya perubahan selama distribusi (Wahyuningtyas 2013). Buah pada umumnya didistribusikan menggunakan kemasan peti kayu dan keranjang plastik, sedangkan jarak tempuh jauh menggunakan peti kayu dengan kapasitas maksimal 40 kg (Satuhu 2004).

Peti kayu hanya diberi alas daun pisang atau koran, dengan pengemasan seadanya tersebut menyebabkan buah yang sampai ke tangan konsumen mengalami kerusakan seperti memar, daging buah berubah warna menjadi coklat, gores permukaan, terjadi susut bobot, dan penurunan nutrisi.. Kekurangan tersebut dapat diatasi dengan menggunakan bahan pengisi yang berfungsi untuk mengurangi sebagian benturan atau meredam gesekan dan geseran antar dinding kemasan dengan alpukat. Meskipun kemasan dapat meredam dan mengurangi efek guncangan, akan tetapi daya redamnya tergantung pada jenis kemasan serta tebal bahan kemasan, susunan komoditas di dalam kemasan, dan susunan kemasan di dalam pengangkutan (Purwadaria, 1992).

Bahan pengisi yang berupa jerami, serabut kelapa, dan daun pisang kering dapat dijadikan sebagai beberapa alternatif yang tepat dalam melindungi produk buah-buahan seperti alpukat. Keunggulan yang dimiliki oleh jerami, serabut kelapa, maupun daun pisang kering dibandingkan dengan pemberian bahan pengisi yang sudah pernah dilakukan sebelumnya adalah mudah ditemukan, ramah lingkungan, tidak beracun, dan merupakan bahan organik yang bisa dimanfaatkan daripada limbahnya hanya dibuang atau dibakar.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Februari hingga April 2020 di Laboratorium Rekayasa Bioproses dan Penanganan Pascapanen, Universitas Lampung. Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah meja simulator, timbangan digital, rheometer, serta alat-alat lainnya yang menunjang terlaksananya penelitian ini. Sedangkan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah buah alpukat varietas mentega hijau bulat yang diambil dari Wonosari, Gadingrejo, kardus karton, bahan pengisi berupa jerami:serabut kelapa, daun pisang kering, kardus karton.

Pelaksanaan penelitian ini dimulai dengan membersihkan dan mensortasi buah alpukat yang telah dipanen. Alpukat yang telah disortir kemudian akan diuji dengan 2 cara, yaitu pengujian secara manual dan pengujian secara mekanis. Pengujian secara manual dilakukan dengan menjatuhkan alpukat dari ketinggian 5 cm, 10 cm, dan 15 cm dengan peredam jerami, serabut kelapa, dan daun pisang kering. Sedangkan secara mekanis dilakukan dengan 2 cara yaitu cara pertama pengujian langsung dilakukan pada saat setelah panen menggunakan meja simulator dan cara ke dua dilakukan setelah buah terlebih dahulu disimpan selama 4 hari dari panen kemudian baru diuji menggunakan meja simulator. Perancangan kemasan buah alpukat dengan ukuran

panjang 29 cm, lebar 14cm dan tinggi 14 cm. Setiap kemasan diberi ventilasi dengan tipe circle (lingkaran), dengan diameter 3,5 cm sebanyak 4 buah lingkaran di masing-masing sisi samping kanan dan kiri. Masing-masing kotak berisi 12 buah alpukat yang disusun dalam 2 *layer* lalu ditambahkan bahan pengisi. Setelah proses pengujian selesai maka dilakukan pengamatan terhadap kerusakan mekanis pada buah alpukat

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Pengujian Manual

3.1.1. Kerusakan Mekanis

Kerusakan yang terjadi akibat benturan yaitu luka memar. Luka memar ditandai dengan adanya perbuahan warna coklat pada kulit yang bisa menembus daging.. Data rata-rata kememaran pada perlakuan penjatuhuan masing-masing ketinggian dan bahan peredam yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Rataan kememaran pada masing-masing ketinggian dan bahan peredam

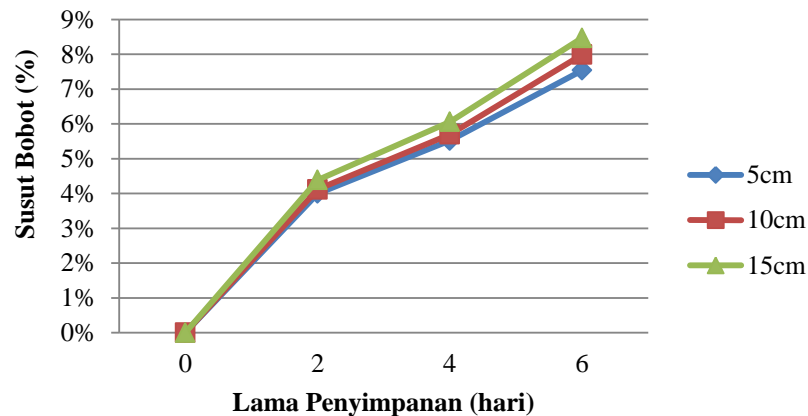
| Hari | Kontrol | | | Jerami | | | Serabut | | | Daun Pisang kering | | |
|------|---------|----|----|--------|----|----|---------|----|----|--------------------|----|----|
| | 5 | 10 | 15 | 5 | 10 | 15 | 5 | 10 | 15 | 5 | 10 | 15 |
| 0 | TM | TM | TM | TM | TM | TM | TM | TM | TM | TM | TM | TM |
| 2 | TM | SM | SM | TM | TM | SM | TM | TM | TM | SM | TM | SM |
| 4 | M | M | M | SM | M | M | SM | M | M | M | M | M |
| 6 | M | M | M | M | M | M | M | M | M | M | M | M |

Keterangan: TM=Tidak Memar, SM=Sedikit Memar, M=Memar

Dapat dilihat pada Tabel 1, bahwa pada penyimpanan hari keempat rata-rata buah sudah terlihat luka memarnya. Buah alpukat merupakan buah klimaterik yaitu buah yang mengalami peningkatan laju respirasi yang tinggi selama proses pematangan maka dari itu pada penyimpanan hari keempat buah alpukat sudah mulai melunak sehingga dalam keadaan seperti itu buah alpukat akan lebih menampakkan kerusakannya. Kerusakan paling tinggi terdapat pada perlakuan kontrol yang mana pada hari penyimpanan ke-2 buah sudah menampakkan kerusakannya berupa luka memar. Kerusakan yang paling kecil terdapat pada perlakuan menggunakan serabut yang mana pada penyimpanan hari ke-4 dengan dijatuhkan dari ketinggian 5cm buah baru menampakkan memarnya, hal ini terjadi karena serabut kelapa memiliki sifat bantalan dan ketahanan tekan yang lebih baik jika dibandingkan dengan jerami yang pada penyimpanan hari ke-2 dengan ketinggian 15 cm buah sudah menampakkan kerusakannya dan daun pisang kering yang pada penyimpanan hari ke-2 buah pun sudah menampakkan kerusakannya. Buah yang disimpan pada suhu ruang (28-30 °C) sebagian sudah mengalami pembusukan pada hari ke-6, Hal ini sesuai dengan Soedarminto (1992), bahwa alpukat pada kondisi penyimpanan udara normal dengan suhu 25-32 °C hanya dapat bertahan selama 5-8 hari.

3.1.2. Susut Bobot

Perubahan susut bobot sendiri terjadi seiring dengan lamanya waktu simpan buah alpukat karena buah alpukat terus melakukan respirasi, dimana semakin lama buah alpukat disimpan maka bobot buah akan semakin menurun.. Pola susut bobot dapat dilihat pada Gambar 1.

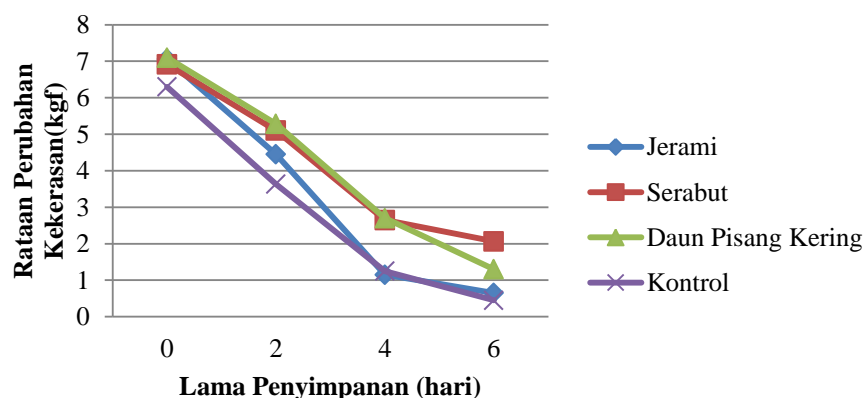


Gambar 1. Persentase susut bobot buah alpukat selama penyimpanan (secara manual)

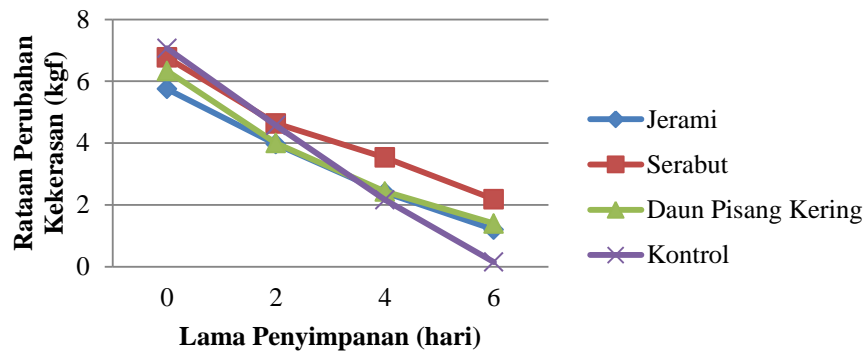
Dari grafik diatas, susut bobot terbesar terjadi pada buah alpukat yang dijatuhkan dari ketinggian 15 cm yang mencapai 8,47 % , ketinggian 10 cm dengan rata-rata 7,99 %, dan ketinggian 5 cm dengan rata-rata 7,54%. Peningkatan bobot yang terlihat pada grafik, menunjukkan susut pada ketinggian 5cm lebih rendah dibanding pada ketinggian 10cm dan 15cm. Hal tersebut terjadi karena pasca dilakukan penjatuhan secara manual buah alpukat yang dijatuhkan pada ketinggian 15 cm lebih banyak mengalami luka memar karena lebih besar mengalami benturannya dibanding dua ketinggian lainnya sehingga meningkatkan laju respirasi buah yang akan mempercepat penurunan produk.

3.1.3. Tingkat Kekerasan

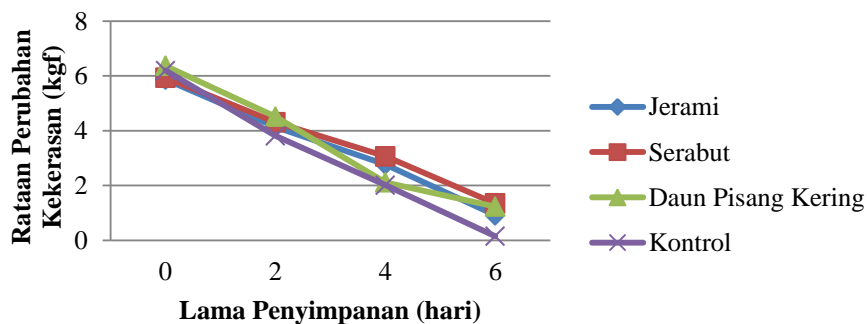
Pengukuran uji kekerasan dilakukan sebagai salah satu indikasi terjadinya kerusakan pada suatu komoditi, dimana semakin kecil nilai tekan buah maka akan semakin rusak buah tersebut. Buah yang matang dan siap konsumsi relatif lebih lunak daripada buah yang masih mentah (Sjaifullah,1996). Perubahan kekerasan buah alpukat pada masing-masing perlakuan dapat dilihat pada Gambar 9 berikut ini.



Gambar 2. Perubahan kekerasan selama penyimpanan pada penjatuhan ketinggian 5cm



Gambar 3. Perubahan kekerasan selama penyimpanan pada penjatuhan ketinggian 10cm



Gambar 4. Perubahan kekerasan selama penyimpanan pada penjatuhan ketinggian 15cm

Dari Gambar 2,3,4 dapat dilihat bahwa pola perubahan kekerasan selama penyimpanan pada ketinggian masing-masing mengalami penurunan kekerasan, yang menandakan bahwa buah alpukat semakin lunak. Secara umum, tingkat penurunan kekerasan buah paling signifikan terjadi pada penyimpanan hari ke-2 dan hari ke-4. Pada penjatuhan ketinggian 5cm perubahan kekerasan yang paling tinggi terjadi pada perlakuan kontrol yang pada penyimpanan hari ke-6 mencapai nilai sebesar 0,45 kgf, jerami mencapai nilai sebesar 0,65 kgf, daun pisang kering mencapai nilai sebesar 1,3 kgf, dan nilai kekerasan terbesar terjadi pada perlakuan serabut yang mencapai nilai sebesar 2,06 kgf. Pada penjatuhan ketinggian 10cm perubahan kekerasan yang paling tinggi terjadi pada perlakuan kontrol yang pada penyimpanan hari ke-6 mencapai nilai sebesar 0,15 kgf, jerami mencapai nilai sebesar 1,2 kgf, daun pisang kering mencapai nilai sebesar 1,4 kgf, dan nilai kekerasan terbesar terjadi pada perlakuan serabut yang mencapai nilai sebesar 2,18 kgf. Pada penjatuhan ketinggian 15cm perubahan kekerasan yang paling tinggi terjadi pada perlakuan kontrol yang pada penyimpanan hari ke-6 mencapai nilai sebesar 0,15 kgf, jerami mencapai nilai sebesar 0,91 kgf, daun pisang kering mencapai nilai sebesar 1,23 kgf, dan nilai kekerasan terbesar terjadi pada perlakuan serabut yang mencapai nilai sebesar 1,35 kgf.

3.2. Pengujian dengan Alat Simulasi Transportasi (Meja Getar)

Simulasi transportasi dilakukan menggunakan meja getar dengan tujuan untuk mendapatkan kondisi yang homogen pada tiap ulangan yang sulit diperoleh pada kondisi sebenarnya di jalan, dan untuk mendapatkan gambaran kerusakan mekanis buah alpukat apabila mengalami guncangan dan getaran selama transportasi.

3.2.1. Kerusakan Mekanis

Data yang didapat dari percobaan ini dapat dilihat pada Tabel 2. Tabel 2 menunjukkan bahwa

kerusakan buah alpukat paling tinggi terdapat pada perlakuan kontrol sebesar 5 buah alpukat dari 12 buah alpukat dalam satu kemasan atau 41,60% yang mengalami kerusakan berupa luka memar sampai penyimpanan hari ke-4 setelah digetarkan dalam kemasan kardus yang berisi dua belas buah. Selanjutnya, tingkat kerusakan yang tinggi juga terdapat pada jerami yang memiliki kerusakan sebesar 33,30% pada hari ke-4 setelah digetarkan dengan meja simulasi getar. Tingkat kerusakan pada perlakuan menggunakan daun pisang kering dan serabut memiliki nilai yang rendah pada penyimpanan hari ke-4 buah alpukat hanya memiliki kerusakan sebesar 25% untuk serabut dan 16,66% untuk daun pisang kering.

Tabel 2. Kerusakan mekanis buah diuji langsung setelah panen (secara mekanis)

| Persentase Kerusakan (%) | | | | |
|--------------------------|---------|--------|---------|--------------------|
| Hari | Kontrol | Jerami | Serabut | Daun Pisang Kering |
| 0 | 8.30 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 25.00 | 16.66 | 8.30 | 8,30 |
| 4 | 41.60 | 33,30 | 16,66 | 25,00 |

Tabel.3 menunjukkan bahwa kerusakan buah alpukat paling tinggi terdapat pada perlakuan kontrol sebesar 8 buah alpukat atau 67% yang mengalami kerusakan berupa luka memar sampai penyimpanan hari ke-6 dalam kemasan kardus yang berisi dua belas buah. Tingkat kerusakan terbesar selanjutnya terdapat pada perlakuan jerami yaitu sebesar 50% pada hari ke-6 setelah panen, tingkat kerusakan paling rendah terdapat pada perlakuan serabut dan daun pisang kering yaitu sebesar 33,33% dan 41,60%.

Tabel 3. Kerusakan mekanis buah penyimpanan 4 hari setelah panen sebelum duji (secara mekanis)

| Persentase Kerusakan (%) | | | | |
|--------------------------|---------|--------|---------|--------------------|
| Hari | Kontrol | Jerami | Serabut | Daun Pisang Kering |
| 4 | 50 | 33 | 16,66 | 25 |
| 6 | 67 | 50 | 33,33 | 41,66 |

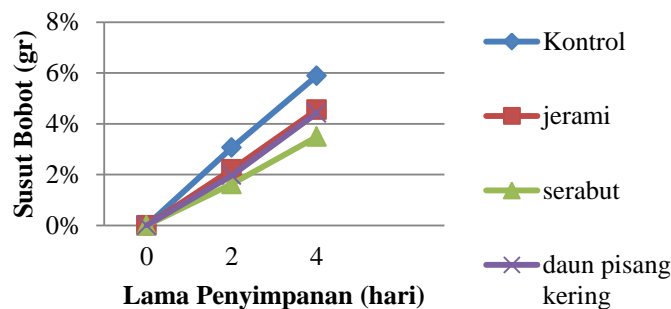
Gambar 5 menunjukan kememaran buah pasca penggetaran di hari penyimpanan ke-4. Menurut Purwadaria (1992), getaran yang terjadi selama transportasi mengakibatkan gesekan yang besar antar cabai serta produk dengan kemasan sehingga terjadi memar pada cabai, hal tersebut akan memicu terjadinya peningkatan susut bobot dan memper-pendek umur simpan buah. Guncangan yang terjadi selama simulasi transportasi menyebabkan terjadinya gesekan dan benturan dalam kemasan yaitu antara buah alpukat dengan kemasan serta antara buah alpukat dengan buah alpukat didalam kemasan . menurut Pantastico (1989) cacat mekanis dapat terjadi pada waktu pengangkutan dan pememaran yang ditimbulkan mengganggu reaksi-reaksi biokimia normal sehingga mengakibatkan perubahan warna bau dan rasa yang tidak diinginkan serta pembusukan yang cepat.



Gambar 5. Kememaran buah pasca penggetaran

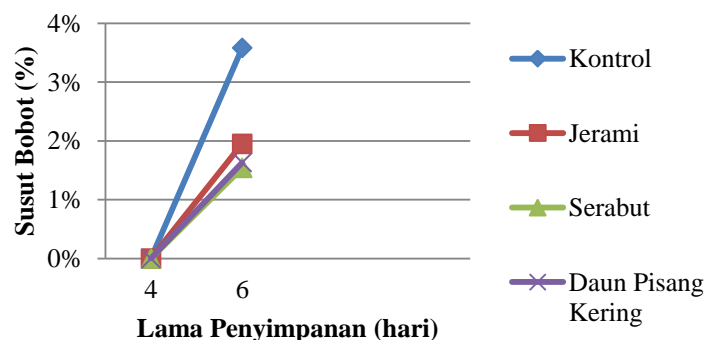
3.2.2. Susut Bobot

Kerusakan mekanis pasca simulasi transportasi mempengaruhi susut bobot buah alpukat, karena buah yang mengalami kerusakan mekanis tersebut akan kehilangan air dan terjadi penguapan lebih cepat sehingga proses transpirasi berjalan begitu cepat (Kusuma 2014). Pola susut bobot dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Persentase susut bobot buah diuji langsung setelah panen (secara mekanis)

Grafik tersebut menunjukkan bahwa susut bobot paling besar dialami perlakuan control yaitu sebesar 5,89% nilai tersebut lebih besar dibandingkan tiga perlakuan lainnya. perlakuan menggunakan bahan peredam jerami menunjukkan susut bobot yang besar dibanding dengan perlakuan bahan peredam daun pisang kering sebesar 4,42% setelah disimpan selama 4 hari. Sedangkan, pada perlakuan jerami yaitu sebesar 4,55% setelah disimpan selama 4 hari. Pada perlakuan menggunakan bahan peredam serabut mengalami susut bobot yang paling rendah yaitu sebesar 3,49%.

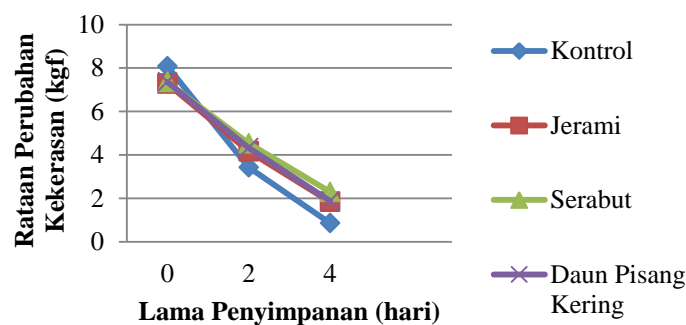


Gambar 7. Persentase susut bobot buah penyimpanan 4 hari setelah panen sebelum duji (secara mekanis)

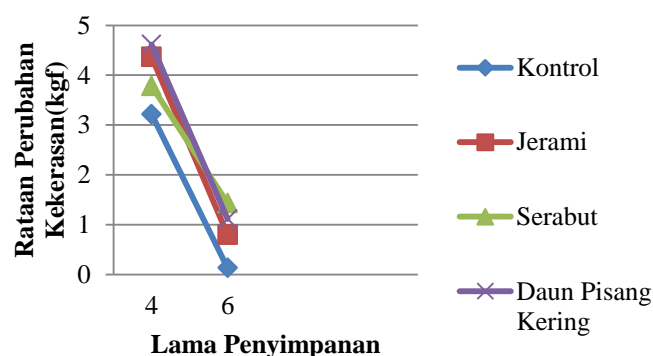
Gambar 7, menunjukan bahwa susut bobot tertinggi terjadi pada perlakuan control sebesar 3,58% pada penyimpanan hari ke 6 pasca panen. nilai tersebut lebih besar dibandingkan tiga perlakuan lainnya. perlakuan menggunakan bahan peredam jerami menunjukan susut bobot yang besar dibanding dengan perlakuan bahan peredam daun pisang kering dan serabut yaitu sebesar 1,54% setelah disimpan selama 6 hari pasca panen. Sedangkan, pada perlakuan jerami yaitu sebesar 1,95% setelah disimpan selama 6 hari. Pada perlakuan menggunakan bahan peredam serabut mengalami susut bobot yang paling rendah yaitu sebesar 1,54%. Penggunaan bahan peredam serabut lebih meminimalisir tingginya susut bobot pada buah alpukat, karena kerusakan yang terjadi pada penggunaan bahan peredam serabut lebih rendah.

3.2.3. Kekerasan Buah Alpukat

Menurut Muchtadi (2010), jika air didalam sel berkurang maka sel akan menjadi lunak dan lemas. Pada Gambar 8 dan 9 dapat dilihat bahwa pada perlakuan penyimpanan hari ke-0 pasca panen dan hari ke 4 pasca panen perlakuan control buah alpukat paling tinggi mengalami perubahan kekerasan, hal ini karena pada perlakuan kontrol buah alpukat paling berdampak mengalami luka memar, sedangkan perlakuan menggunakan bahan peredam serabut paling rendah mengalami perubahan kekerasannya dibanding penggunaan bahan peredam daun pisang kering dan jerami, hal itu karena penggunaan serabut lebih sedikit mengalami luka memar.



Gambar 8. Kekerasan buah diuji langsung setelah panen (secara mekanis)



Gambar 9. Kekerasan buah penyimpanan 4 hari setelah panen sebelum diuji (secara mekanis)

3.3. Perbandingan Pengujian Secara Manual dan Mekanis

Dari kedua pengujian baik secara manual dan mekanis menunjukan bahwa pada hari ke-4 buah alpukat sudah mulai menampilkan luka memarnya maka dari itu pengujian mekanis cara ke-2 (buah alpukat pasca panen disimpan terlebih dahulu selama 4 hari baru diuji) dilakukan lagi karena pada pengujian manual di penyimpanan hari ke-4 buah sudah mengalami respirasi yang membuat buah

mulai lunak, maka jika dilakukan penggetaran simulasi transportasi buah akan lebih tinggi mengalami kememaran.

Pada pengujian secara manual dari rata-rata ketinggian didapat bahwa buah alpukat mengalami penurunan perubahan kekerasan paling tinggi terdapat pada perlakuan control kemudian jerami lalu daun pisang kering, sedangkan perlakuan bahan peredam serabut lebih rendah mengalami penurunan perubahan kekerasan. Untuk pengujian secara mekanis pada rata-rata kedua pengujian, perlakuan kontrol buah alpukat paling tinggi mengalami perubahan kekerasan, hal ini karena pada perlakuan kontrol buah alpukat paling berdampak mengalami luka memar, sedangkan perlakuan menggunakan bahan peredam serabut paling rendah mengalami perubahan kekerasannya dibanding penggunaan bahan peredam daun pisang kering dan jerami.

Penggunaan bahan peredam serabut lebih efektif dalam meminimalisir kerusakan pada buah alpukat yang akan mengakibatkan cepatnya mengalami susut bobot dan perubahan kekerasan yang akan berdampak pada mutu buah alpukat. Serabut memiliki daya apung yang tinggi, tahan terhadap bakteri, air garam. Kandungan *lignin* pada serat sabut kelapa berkisar 29,4% kandungan selulosa sebesar 26,6% dan hemiselulosa sebesar 27,7%. *lignin* yang cukup tinggi dibanding dengan selulosa yang menyebabkan serat tersebut menjadi ulet, kuat dan tahan lama. Jerami padi diketahui memiliki kandungan selulosa yang tinggi, mencapai 39,1% berat kering, 27,5% hemiselulosa dan kandungan *lignin* 12,5%. Daun pisang memiliki kandungan selulosa 10,85%, *lignin* 18,21% dan hemiselulosa 19,95% (Mayun, 2007).

4. Kesimpulan

Kesimpulan penelitian ini yaitu:

1. Perlakuan penjatuhan buah alpukat secara manual berpengaruh terhadap kememaran buah, semakin tinggi buah dijatuhkan maka semakin banyak mengalami luka memar karena lebih besar mengalami benturannya sehingga meningkatkan laju respirasi buah yang akan mempercepat penurunan produk. Perlakuan bahan peredam serabut lebih optimal dalam meminimalisir kerusakan mekanis buah alpukat.
2. Luka memar terdapat pada semua perlakuan. Perlakuan secara manual didapat bahwa penjatuhan ketinggian 5 cm pada penyimpanan hari keempat rata-rata buah sudah terlihat luka memarnya. Perlakuan secara mekanis didapat bahwa penyimpanan hari ke-4 buah juga sudah menunjukkan luka memarnya baik pada cara pengujian langsung setelah panen atau cara pengujian buah setelah disimpan selama 4 hari setelah panen.

Daftar Pustaka

- Kusuma, S. U. 2014. Rancangan Kemasan Tunggal Pada Buah Pepaya (*Carica Papaya*. L) Varietas IPB 9 (Callina) Dengan Bahan Pengisi Selama Proses Distribusi. (*Skripsi*). Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Mayun, I.A. 2007. Pertumbuhan Jamur Merang (*Volvariella volvacea*) Pada Berbagai Media Tumbuh. *Jurnal AGRITROP*. 26(3): 124-128.
- Pantastico, E.B. 1989. *Fisiologi Pasca Panen*. Universitas Gajah Mada Press. Yogyakarta
- Purwadaria, H. K. 1992. *Sistem Pengangkutan Buah-buahan dan Sayuran*. PAU Pangan dan Gizi IPB. Bogor.
- Satuhu., S.. 2004. *Penanganan dan Pengolahan Buah*. Jakarta. Penebar Swadaya.
- Sjaifullah. 1996. *Petunjuk Memilih Buah Segar*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Soedarminto, E. 1992. Mempelajari Pengaruh Modified Atmosfer Packaging Terhadap Alpukat. (*Skripsi*). Jurusan Teknologi Pangan dan Gizi. Fakultas Teknologi Pertanian. IPB. Bogor
- Wahyuningtyas R.D. 2013. Rancangan kemasan karton bergelombang dengan bahan pengisi untuk buah belimbing (*Avrroha carambola* L.). (*skripsi*). Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Winarno, F.G. 2002. *Fisiologi Lepas Panen Produk Hortikultura*. M-Bario Press. Bogor.