

Technical Paper

Simulasi Transportasi dengan Pengemasan untuk Cabai Merah Keriting Segar

Transport Simulation with Bulky Packaging for Fresh Curly Red Chili

Sandro Pangidoan, Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor

Sutrisno, Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor, kensutrisno@yahoo.com

Aris Purwanto, Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor

Abstract

Red chili is one of agricultural commodity which is needed by people and has high economic value. Because it's not long-lasting product and always needed in fresh product, the appropriate packaging method and good transportation become a postharvest critical point for maintain the freshness of product in the time of distribution until on the costumer hand. The objective of this research was to do the transport simulation with bulk packaging for fresh curly red chili and to observe the effect of simulation and packaging to weight losses, mechanical losses, scattered losses, hardness, color and water content. Packaging method was performed in 2 kind of package which are cardboard box and plastic crate. Transport simulation was performed with 2 treatments which are 2.9 Hz frequency and 3.2 cm amplitude during 228 minutes and 3.9 Hz frequency and 4.2 cm amplitude during 173 minutes. This research compared the ability of the packages (plastic crate and carton box) to maintain the quality of curly red chili which is viewed in some aspects i.e. weight losses, mechanical losses, scattered losses, hardness, color and water content.

Keywords: red chili, postharvest, packaging, transport simulation

Abstrak

Cabai merah adalah salah satu komoditas pertanian yang dibutuhkan masyarakat dan bernilai ekonomis yang tinggi. Karena tidak tahan lama dan selalu dibutuhkan dalam bentuk segar, cara pengemasan yang tepat serta transportasi yang baik menjadi titik kritis pascapanen untuk menjaga kesegaran produk pada saat didistribusikan sampai didapati oleh konsumen. Tujuan penelitian ini adalah melakukan simulasi transportasi dengan pengemasan curah pada cabai merah keriting segar dan melihat pengaruh kondisi dan lama getar serta pengemasan terhadap susut bobot, susut mekanis, susut tercecer, kekerasan, derajat warna dan kadar air pada cabai merah keriting segar. Pengemasan dilakukan pada 2 jenis kemasan yaitu kemasan karton (kardus) dan keranjang plastik. Simulasi transportasi cabai dilakukan dengan 2 perlakuan yaitu frekuensi 2.9 Hz dan amplitudo 3.2 cm selama 228 menit dan frekuensi 3.9 Hz dan amplitudo 4.2 cm selama 173 menit. Penelitian ini membandingkan kemampuan kedua kemasan (keranjang plastik dan kardus) untuk mempertahankan kualitas cabai keriting segar. Susut bobot, mekanis dan tercecer dialami pada kedua kemasan tetapi yang tertinggi pada keranjang plastik. Perubahan kekerasan dialami cabai pada kedua kemasan setelah simulasi transportasi. Perubahan warna terlihat dari penurunan nilai L, a, b pada cabai setelah disimulasikan.

Kata kunci : cabai merah, pascapanen, pengemasan, simulasi transportasi

Diterima: 7 Desember 2012; Disetujui: 25 Maret 2013

Pendahuluan

Cabai merah (*Capsicum annum* L) termasuk salah satu komoditas sayuran yang mempunyai nilai ekonomis tinggi, buah yang masih muda berwarna hijau dan setelah tua berubah menjadi merah. Cabai selain dapat dikonsumsi segar sebagai campuran bumbu masakan, juga dapat diawetkan dalam bentuk sambal, saus, pasta acar,

buah kering dan tepung. Saat ini perkembangan tanaman cabai sudah cukup luas diusahakan oleh petani, hal ini disebabkan karena harganya yang menguntungkan serta dibutuhkan masyarakat secara luas. Permintaan cabai setiap tahunnya di dalam negeri cenderung meningkat khususnya menjelang hari raya, pada kondisi tersebut harga cabai menjadi mahal. Dengan melihat potensi dan peluang pasar cabai di Indonesia, maka komoditas

Tabel 1 Perkembangan produksi cabai besar (ton) 2009-2011 (BPS 2013)

Uraian	2009	2010	2011	Perkembangan			
				2009-2010		2010-2011	
				Absolut	%	Absolut	%
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
Wilayah							
Pulau Jawa	434 219	390 505	405 929	-43 714	-10,07	15 424	3,95
Luar Pulau Jawa	353 214	416 655	482 923	63 441	17,96	66 268	15,90
Indonesia	787 433	807 160	888 852	19 727	2,51	81 692	10,12
triwulan							
triwulan I	224 948	223 567	215 714	-1 381	-0,61	-7 853	-3,51
triwulan II	193 233	210 645	242 260	17 412	9,01	31 615	15,01
triwulan III	204 515	195 035	237 328	-9 480	-4,64	42 293	21,68
triwulan IV	164 737	177 913	193 550	13 176	8,00	15 637	8,79

Keterangan: Kualitas produksi cabai besar adalah buah segar dengan tangkai

ini dapat dijadikan salah satu komoditas unggulan hortikultura Indonesia. Untuk mewujudkannya perlu diusahakan budidaya dengan anjuran teknologi yang tepat agar didapatkan kualitas dan mutu hasil sesuai dengan standar mutu (SNI 01-4480-1998).

Cabai merupakan komoditas sayuran yang penting dan bernilai ekonomi tinggi di Indonesia. Selain itu, manfaat dan kegunaan cabai yang tidak dapat digantikan dengan komoditas lainnya. Menurut data BPS tahun 2008, sentra penanaman cabai terbesar berada di Jawa Tengah (17 079 ha), Jawa Barat (12 823 ha), Sumatera Utara (12 047 ha) dan Jawa Timur (9 497 ha). Berikut ini adalah data perkembangan produksi cabai besar tahun 2009-2011.

Karena tidak tahan lama dan selalu dibutuhkan dalam bentuk segar, cara pengemasan yang tepat serta transportasi yang baik menjadi titik kritis pascapanen untuk menjaga kesegaran produk pada saat didistribusikan sampai ke konsumen. Karena jarak sentra penanaman cabai dengan konsumen juga tidak dekat, maka transportasi yang tepat menjadi hal yang harus diperhatikan dengan seksama.

Menurut SNI 1998, untuk dipasarkan di pasar lokal cabai merah segar dikemas dalam karung jala plastik dengan berat isi 25-40 kg jumlah tumpukan dalam transportasi 2-3 karung. Cabai dapat juga dikemas menggunakan alat pengemas dari karton yang diberi lubang ventilasi disesuaikan dengan permintaan konsumen, apabila akan dipasarkan ke tempat yang jauh. Pengemasan yang terjadi di lapangan menggunakan karung bekas dan pengisiannya ditekan-tekan sehingga cabai akan patah ketika dikeluarkan. Hal tersebut mempengaruhi kualitas cabai yg akan dipasarkan.

Transportasi merupakan mata rantai yang penting dalam penanganan, penyimpanan, dan distribusi buah atau sayur (Pantastico 1989). Perlakuan yang kurang sempurna selama pengangkutan dapat mengakibatkan jumlah kerusakan yang dialami oleh komoditi pada waktu sampai di tempat tujuan mencapai kurang lebih 30-50% (Soedibyo 1992). Guncangan yang terjadi selama pengangkutan baik di jalan raya maupun di kereta api dapat mengakibatkan kememaran, susut bobot dan memperpendek masa simpan. Hal ini terutama terjadi pada pengangkutan buah-buahan dan sayuran yang tidak dikemas. Meskipun kemasan dapat meredam efek guncangan, tetapi daya redamnya tergantung pada jenis kemasan serta tebal bahan kemasan, susunan komoditas di dalam kemasan dan susunan kemasan di dalam alat pengangkut (Purwadaria 1992). Pada semua jenis kemasan terjadi kememaran pada buah yang disebabkan oleh getaran sebagai dampak pengangkutan. Pada umumnya semakin kecil kemasannya semakin besarlah persentase kememarannya. Besar kecilnya kememaran selama pengangkutan tergantung pada frekuensi, amplitudo dan lamanya getaran, amplitudo getaran dasar peti, ketinggian buah dalam wadah, dan sifat-sifat jenis buahnya (Pantastico 1989). Pada saat ditransportasikan, kemasan akan ditumpuk untuk memenuhi kuota dari alat transportasi yang digunakan. Menurut SNI cabai, tumpukan yang sesuai adalah 2-3 tumpukan saja agar menghindari kerusakan. Kondisi *real* di lapangan, penumpukan dilakukan melebihi yang direkomendasikan karena menurut petani hal tersebut menyangkut biaya peminjaman alat pengangkutan.

Alat simulasi transportasi dirancang untuk memperoleh gambaran tentang kerusakan mekanis yang diterima oleh produk hortikultura apabila terkena guncangan. Alat ini dibuat sesuai dengan kondisi dalam dan luar kota. Produk hortikultura seperti sayuran, buah-buahan, dan bunga potong mudah sekali rusak setelah dipanen. Hal ini dapat dipercepat dengan adanya luka dan memar setelah mengalami pengangkutan dari kebun ke tempat pemasaran (Purwadaria 1992). Menurut Soedibyo (1992), guncangan yang dominan untuk simulasi transportasi dengan truk adalah guncangan pada arah vertikal. Guncangan lain seperti puntiran dan bantingan diabaikan karena jumlah frekuensinya sangat kecil. Dasar perbedaan antara jalan dalam dan luar kota adalah besar amplitudo yang terukur dalam suatu panjang jalan tertentu. Yang lebih berpengaruh terhadap kerusakan buah adalah amplitudo jalan (Darmawati 1992).

Tujuan penelitian ini adalah melakukan simulasi transportasi dengan pengemasan curah pada cabai merah keriting segar dan melihat pengaruh kondisi dan lama getar serta pengemasan terhadap susut bobot, susut mekanis, susut tercecer, kekerasan, derajat warna dan kadar air pada cabai merah keriting segar.

Bahan dan Metode

Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan terdiri atas meja simulator, *stopwatch* untuk mengukur waktu, timbangan *Camry ACS-30-JC-33* kapasitas 30 kg dengan ketelitian 2 gram digunakan untuk mengukur susut bobot, timbangan *Mettler* untuk mengukur susut mekanis dan tercecer, Oven, timbangan, dan desikator untuk mengukur kadar air, *Rheometer* tipe CR-300DX untuk mengukur kekerasan, *Chromameter* untuk melihat nilai warna, serta alat lainnya yang menunjang terlaksananya penelitian ini (contoh : kamera digital).

Bahan baku utama yang digunakan adalah cabai merah keriting segar yang berasal dari Cibedug, Bogor dan Lembang, Bandung dengan tingkat kematangan 100% yaitu 90 HST (hari setelah tanam). Cabai diambil langsung setelah dipanen dan disortasi oleh petani. Cabai dibawa dengan menggunakan plastik besar transparan (untuk cabai dari cibedug) dan menggunakan karung plastik (untuk cabai dari lembang). Cabai dibawa dari Cibedug menggunakan motor selama 1.5 jam. Cabai dari Lembang dibawa menggunakan mobil dan menempuh perjalanan selama 8 jam. Di laboratorium, cabai disortasi kembali untuk mendapatkan cabai yang kualitasnya baik. Penelitian menggunakan dua jenis kemasan yaitu *plastic crate* (keranjang plastik) dan kemasan karton (kardus) untuk pengemasan curahnya. Spesifikasi dari kemasannya adalah sebagai berikut. Kemasan

karton memiliki ukuran 42 cm x 33 cm x 25 cm dengan kapasitas 8 kg cabai. Keranjang plastik yang digunakan adalah keranjang yang memiliki kapasitas 8 kg dengan ukuran 49 cm x 39 cm pada lapisan atas dan 41 cm x 30 cm pada lapisan bawah dengan tinggi 21 cm.

Metode Penelitian

Cabai keriting segar yang telah didapatkan akan dibersihkan terlebih dahulu, dipisahkan dari kotoran kemudian disortasi. Sortasi dilakukan untuk menyeragamkan kualitas cabai keriting segar yang didapatkan. Sampel cabai diambil untuk melakukan pengukuran kadar air, warna dan kekerasan sebagai kontrol sebelum simulasi transportasi. Cabai dimasukkan ke dalam setiap kemasan (kemasan karton dan keranjang plastik). Pengisian ke setiap kemasan dipastikan dilakukan dengan benar dan terisi dengan penuh. Kemasan ditutup menggunakan perekat (selotip) agar pada saat simulasi cabai tidak tercecer keluar. Setiap kemasan akan ditimbang untuk mengetahui berat awal dari cabai yang telah dikemas. Kemasan diletakkan di atas meja simulator dengan 2 tumpukan tiap jenis kemasan. Hal ini dilakukan sesuai dengan anjuran SNI cabai perihal tumpukan pada saat transportasi yaitu 2-3 tumpukan. Perlakuan simulasi transportasi dengan frekuensi 2.9 Hz dan amplitudo 3.2 cm menunjukkan kondisi jalan luar kota yang rata dan frekuensi 3.9 Hz dan amplitudo 4.2 cm menunjukkan kondisi jalan luar kota yang kurang rata (Lembaga Uji Konstruksi BPPT 1986; Purwanto *et al.* 2009). Simulasi transportasi cabai dilakukan seperti transportasi cabai dari Garut ke Pasar Induk Kramat Jati dengan jarak 209 km (maps.google.com). Waktu yang tepat untuk simulasi adalah 3.79 jam (228 menit) untuk frekuensi 2.9 Hz dan amplitudo 3.2 cm, sedangkan untuk frekuensi 3.9 Hz dan amplitudo 4.2 cm, waktu simulasi yang tepat adalah 2.88 jam (173 menit).

Setelah dilakukan simulasi transportasi, setiap kemasan ditimbang kembali untuk mengetahui susut bobot yang dialami oleh cabai keriting segar di setiap kemasan. Cabai keriting dipindahkan untuk dilakukan pengamatan dan pengujian untuk setiap jenis kemasan. Pengamatan dilakukan untuk mengetahui tingkat kerusakan mekanis yang terjadi pada cabai keriting. Pengamatan dilakukan secara visual dengan membandingkan penampakan cabai setelah simulasi transportasi. Pengujian dilakukan pada sampel cabai yang sudah ditentukan secara acak untuk mengukur kekerasan dan warna dari cabai tersebut. Sampel cabai juga diambil untuk mengukur kadar air setelah transportasi di setiap kemasan. Pengujian kekerasan dilakukan dengan menggunakan *Rheometer*, pengujian perubahan warna cabai akan dilakukan dengan *Chromameter* dan pengujian kadar air dilakukan dengan Oven. Data-data yang didapatkan selama proses penelitian diolah sampai didapatkan data yang sesuai dengan tujuan penelitian ini. Analisis

yang digunakan pada penelitian ini adalah analisis sidik ragam RAL faktorial untuk melihat pengaruh dan interaksi perlakuan serta dilanjutkan dengan uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) sebagai penentu beda taraf nyata 5% dari hasil perhitungan dengan menggunakan *statistical analysis software* (SAS).

Untuk mempermudah penulisan perlakuan dan ulangan dilakukan pengkodean sebagai berikut :

- P1U1 = Perlakuan simulasi f = 2.9 Hz ; A = 3.2 cm selama 228 menit (ulangan 1)
- P1U2 = Perlakuan simulasi f = 2.9 Hz ; A = 3.2 cm selama 228 menit (ulangan 2)
- P2U1 = Perlakuan simulasi f = 3.9 Hz ; A = 4.2 cm selama 173 menit (ulangan 1)
- P2U2 = Perlakuan simulasi f = 3.9 Hz ; A = 4.2 cm selama 173 menit (ulangan 2)

Hasil dan Pembahasan

Kesetaraan Simulasi Transportasi

Simulasi transportasi dilakukan dengan menggunakan meja simulator untuk mendapatkan gambaran data susut bobot dan susut kualitas pada cabai keriting segar apabila terjadi guncangan dan getaran selama transportasi. Dalam pengangkutan menggunakan mobil, guncangan yang diamati berupa guncangan vertikal, dimana guncangan lain berupa puntiran dan bantingan diabaikan karena jumlah frekuensi yang sangat kecil (Tirtosoekotjo 1992).

Selama simulasi terjadi getaran secara vertikal dengan frekuensi dan amplitudo harapan 2.9 Hz dan 3.2 cm selama 228 menit untuk perlakuan pertama dan frekuensi dan amplitudo harapan 3.9 Hz dan 4.2 cm selama 173 menit untuk perlakuan kedua. Penentuan frekuensi dan amplitudo didasarkan pada literatur yang didapatkan yaitu frekuensi getaran 2.9 Hz dan amplitudo 3.2 cm untuk jalanan yang rata dan frekuensi 3.9 Hz dan amplitudo 4.2 cm untuk jalanan yang tidak rata seperti yang tertulis pada prosedur penelitian. Penentuan lama simulasi yaitu 228 menit dan 173 menit berdasarkan perhitungan yang terdapat di bawah ini. Perhitungan tersebut didasarkan pada jarak simulasi asumsi dari Garut, Jawa Barat ke Pasar Induk Kramat Jati, Jakarta sejauh 209 km.

Diasumsikan transportasi cabai merah keriting dilakukan dari petani di Garut ke pasar induk Jakarta dengan frekuensi 2.9 Hz dan amplitudo 3.2 cm (jalan luar kota yang rata). Kesetaraan simulasi transportasi yang dilakukan dengan menggunakan meja getar dapat dihitung dengan menggunakan persamaan di bawah ini :

$$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{2.9} = 0.345 \text{ detik/getaran}$$

$$\omega = \frac{2\pi}{0.345} = 18.21 \text{ getaran/detik}$$

Luas satu siklus getaran vibrator =

$$\begin{aligned} A \int_0^T \sin \omega T \, dT &= 3.2 \int_0^{0.345} \sin 18.21 T \, dT \\ &= 3.2 \left[-\frac{1}{18.21} (\cos(18.21 \times 0.345) - \cos 0) \right] \\ &= 1.055 \times 10^{-3} \text{ cm}^2/\text{getaran} \end{aligned}$$

Jumlah seluruh getaran vibrator selama 1 jam =

$$1 \times 60 \text{ menit/jam} \times 60 \text{ detik/menit} \times 2.9 \text{ getaran/detik} = 10440 \text{ getaran}$$

Jumlah luas seluruh getaran vibrator selama 1 jam =

$$10440 \text{ getaran} \times 1.055 \times 10^{-3} \text{ cm}^2/\text{getaran} = 11.0142 \text{ cm}^2$$

Berdasarkan konversi angkutan selama 1 jam

$$\text{di jalan luar kota} \quad \frac{11.0142}{2.999/0.5} \times 30 \text{ km} = 55.09 \text{ km}$$

karena dilakukan antara Garut ke pasar induk Kramat Jati sejauh 209 km maka waktu yang setara

$$\text{adalah} \quad \frac{209}{55.09} = 3.79 \text{ jam} = 228 \text{ menit}$$

Diasumsikan transportasi cabai merah keriting dilakukan dari petani di Garut ke pasar induk Jakarta dengan frekuensi 3.9 Hz dan amplitudo 4.2 cm (Jalan luar kota yang tidak rata). Kesetaraan simulasi transportasi yang dilakukan dengan menggunakan meja getar dapat dihitung dengan menggunakan persamaan di bawah ini :

$$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{3.9} = 0.256 \text{ detik/getaran}$$

$$\omega = \frac{2\pi}{0.256} = 24.54 \text{ getaran/detik}$$

Luas satu siklus getaran vibrator =

$$\begin{aligned} A \int_0^T \sin \omega T \, dT &= 4.2 \int_0^{0.256} \sin 24.54 T \, dT \\ &= 4.2 \left[-\frac{1}{24.54} (\cos(24.54 \times 0.256) - \cos 0) \right] \\ &= 1.028 \times 10^{-3} \text{ cm}^2/\text{getaran} \end{aligned}$$

Jumlah seluruh getaran vibrator selama 1 jam =

$$1 \times 60 \text{ menit/jam} \times 60 \text{ detik/menit} \times 3.9 \text{ getaran/detik} = 14040 \text{ getaran}$$

Jumlah luas seluruh getaran vibrator selama 1 jam =

$$14040 \text{ getaran} \times 1.028 \times 10^{-3} \text{ cm}^2/\text{getaran} = 14.43 \text{ cm}^2$$

Berdasarkan konversi angkutan selama 1 jam

$$\text{di jalan luar kota} \frac{14.43}{2.99/0.5} \times 30 \text{ km} = 72.39 \text{ km}$$

karena dilakukan antara Garut ke pasar induk Kramat Jati sejauh 209 km maka waktu yang setara

$$\text{adalah} \frac{209}{72.39} = 2.88 \text{ jam} = 173 \text{ menit}$$

Yang menjadi dasar perbedaan antara jalan dalam kota dan jalan luar kota adalah besar amplitudo yang terukur dalam suatu panjang tertentu. Jalan dalam kota mempunyai amplitudo yang rendah dibanding dengan jalan luar kota, jalan buruk aspal dan jalan buruk batu. Dari hasil perhitungan tersebut dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan dalam melakukan simulasi penggetaran di atas meja getar pada penelitian yang akan datang. Misalkan pengangkutan akan dilaksanakan antar daerah yang masih ada di pulau Jawa maka simulasi penggetaran tidak perlu dilakukan selama 8 jam, mungkin cukup dengan penggetaran selama 2 sampai dengan 3 jam saja sudah mewakili kondisi pengangkutan di lapang (Darmawati 1992).

Susut bobot

Setelah simulasi transportasi, dilakukan pengukuran bobot dari cabai keriting yang ada dalam kemasan. Dengan membandingkan antara bobot awal sebelum dan setelah simulasi, diketahui terdapat susut bobot karena simulasi transportasi yang dilakukan. Menurut Wills *et al.* (1981), susut bobot dapat diartikan sebagai penurunan bobot produk akibat kehilangan kandungan air pada produk. Hal ini terjadi akibat adanya proses respirasi dan transpirasi. Proses transpirasi berjalan lebih cepat karena buah kehilangan pelindungnya, hal ini dipicu oleh gesekan dan benturan yang terjadi pada saat simulasi transportasi. Luka dan memar pada cabai keriting memacu meningkatnya respirasi senyawa kompleks yang biasanya terdapat di dalam sel, seperti karbohidrat akan dipecah menjadi molekul-molekul sederhana seperti karbon dioksida dan air yang mudah menguap sehingga komoditas akan kehilangan bobotnya. Getaran yang dihasilkan oleh simulator getar mengakibatkan gesekan antar cabai dengan cabai serta cabai dengan wadah semakin besar, sehingga luka yang terjadi dalam kemasan akan semakin banyak. Luka tersebut mempercepat terjadinya proses respirasi.

Berdasarkan data yang didapatkan pada penelitian ini diketahui terjadi penurunan bobot pada setiap perlakuan dan ulangan yang dilakukan.

Susut bobot yang dialami oleh setiap kemasan dapat diamati pada Gambar 1.

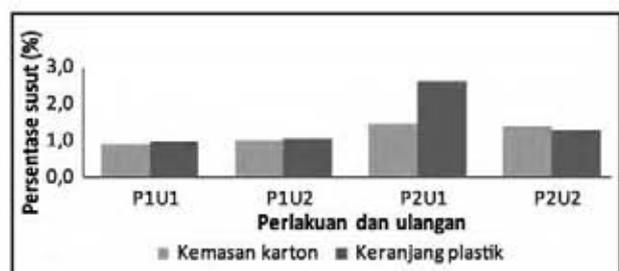
Berdasarkan analisis ragam susut bobot cabai keriting, pada perlakuan P1 dan P2 (yang diwakili dengan waktu masing-masing) ternyata berbeda nyata terhadap susut bobot cabai keriting. Hal tersebut ditandai dengan nilai P-Value yang $\leq 5\%$. Diperlukan uji Duncan untuk melihat beda nyata. Dari hasil DMRT, diketahui bahwa terjadi beda nyata antara perlakuan kondisi dan lama getaran terhadap susut bobot. Interaksi antara perlakuan tidak tampak dalam pengukuran susut bobot, hanya kondisi dan lama getaran saja yang mempengaruhinya.

Susut Mekanis

Pengukuran kerusakan mekanis dilakukan setelah simulasi transportasi dengan melihat jumlah cabai yang rusak di setiap kemasan. Kerusakan mekanis pada cabai merah dikelompokkan menjadi luka pecah, luka memar (kempis dan berair) dan luka patah. Menurut SNI 01-4480-1998 untuk cabai merah, cabai merah dikatakan rusak apabila mengalami kerusakan atau patah, cacat oleh sebab fisiologis atau mekanis dan oleh hama serta penyakit. Penentuan kerusakan mekanis dilakukan secara visual satu persatu sehingga didapati data yang cukup *valid*.

Guncangan yang terjadi selama simulasi transportasi menyebabkan terjadinya gesekan dan benturan dalam kemasan yaitu antara cabai dengan kemasan serta antar cabai dengan cabai lain di dalam kemasan. Kerusakan memar ditandai dengan cabai yang lebih lunak dan terkadang berair. Menurut Pantastico (1989) cacat mekanis dapat terjadi pada waktu pengangkutan dan pememasan yang ditimbulkan mengganggu reaksi-reaksi biokimia normal sehingga mengakibatkan perubahan warna bau dan rasa yang tidak diinginkan serta pembusukan yang cepat. Hal tersebut yang menyebabkan pensortasian susut mekanis menjadi penting guna menjaga kualitas dari cabai tersebut.

Berikut ini adalah data olahan susut mekanis yang telah diukur dalam penelitian kali ini berdasarkan perlakuan dan ulangannya. Dari Gambar 2 dapat dilihat bahwa setelah simulasi transportasi pada cabai keriting segar terdapat kerusakan mekanis pada cabai. Kerusakan mekanis pada setiap kemasan juga menunjukkan bahwa dengan kemasan apapun



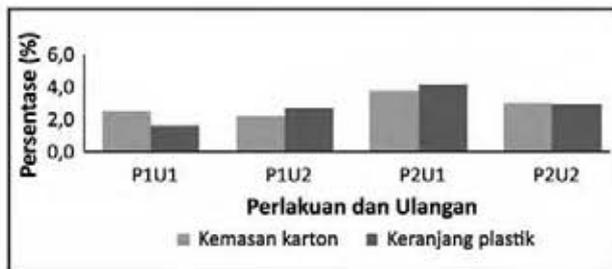
Gambar 1. Grafik susut bobot cabai keriting

cabai akan mengalami kerusakan mekanis. Dilihat dari kemasannya, didapatkan data yang menyebar yaitu pada P1U1 menyatakan kerusakan mekanis pada kemasan karton lebih tinggi dibanding dengan kemasan keranjang, sedangkan pada P1U2 terjadi kebalikannya dimana kerusakan mekanis pada karton lebih rendah dibanding keranjang plastik. Ini juga terjadi pada perlakuan P2U1 dan P2U1. Dari hasil analisis sidik ragam, tidak ada pengaruh perlakuan kemasan dan kondisi getaran serta interaksi kedua perlakuan terhadap susut mekanis cabai keriting.

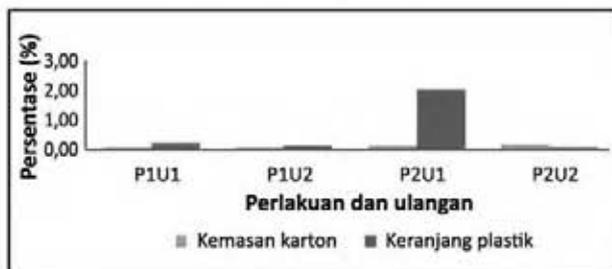
Susut Tercecer

Pengukuran susut tercecer juga dilakukan dalam kegiatan penelitian simulasi kali ini karena susut tercecer juga termasuk *losses* yang akan dialami apabila tidak ditangani dengan benar. Data susut tercecer didapatkan dari cabai yang tercecer di sekeliling meja simulator dan di atas meja simulator yang telah keluar dari kemasan yang diamati.

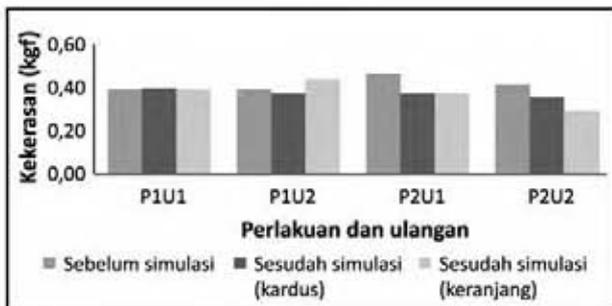
Dari hasil penelitian kali ini, didapati bahwa susut tercecer juga dialami dalam proses transportasi pada cabai keriting. Dari Gambar 3 dapat dilihat



Gambar 2. Grafik kerusakan mekanis cabai keriting



Gambar 3. Grafik susut tercecer pada cabai keriting



Grafik perbandingan kekerasan cabai keriting

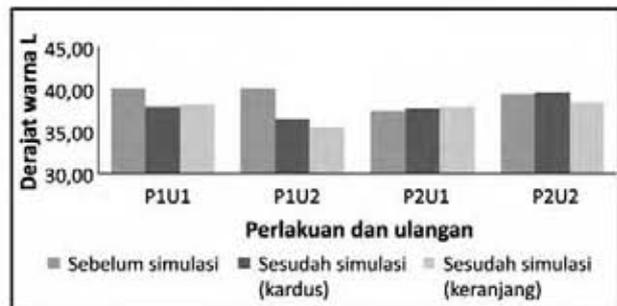
bahwa setiap kemasan dan perlakuan mengalami susut tercecer. Susut tercecer yang dialami oleh keranjang plastik lebih tinggi dibandingkan susut tercecer pada kemasan karton. Hal itu terjadi karena kemasan keranjang plastik memiliki banyak lubang pada permukaannya yang menyebabkan kemungkinan cabai untuk tercecer lebih besar dibanding kemasan karton. Pada kemasan karton juga terdapat susut tercecer karena terdapat lubang ventilasi yang dirancang untuk respirasi komoditas didalamnya. Hasil tersebut mengindikasikan ada hubungan antara keterbukaan kemasan dengan susut tercecer yang dialami oleh cabai yang diteliti. Dari hasil analisis sidik ragam, tidak ada pengaruh perlakuan kemasan dan kondisi getaran serta interaksi kedua perlakuan terhadap susut tercecer cabai keriting.

Perubahan Kekerasan

Menurut Pantastico (1989), peningkatan dan penurunan nilai kekerasan berhubungan dengan penguapan air. Tingkat kekerasan bergantung pada tebalnya kulit luar, kandungan total zat padat dan kandungan pati yang terdapat pada bahan. Proses respirasi lebih cepat akibat terlukanya kulit buah sehingga mempercepat proses respirasi yang membutuhkan air dan air tersebut diambil dari sel, sehingga menyebabkan pengurangan air dari sel.

Perubahan kekerasan dapat dilihat pada Gambar 4. Dari grafik tersebut terlihat bahwa terjadi perubahan kekerasan pada P2. Pada P1U1 dan P1U2 tidak terlihat terjadi perubahan kekerasan pada kedua kemasan. Perubahan yang paling tinggi terjadi pada kemasan keranjang plastik dibandingkan kardus. Perubahan kekerasan dipengaruhi oleh penguapan uap air yang disebabkan oleh proses respirasi. Proses respirasi dipercepat karena terlukanya buah. Hal tersebut berhubungan dengan kerusakan mekanis yang terjadi pada cabai di kemasan kardus dan keranjang plastik.

Pengukuran kekerasan dianalisis sidik ragamnya dengan RAL faktorial. Interaksi antara kemasan dan waktu yang berbeda nyata terhadap kekerasan cabai keriting merah. Hasil uji DMRT memperlihatkan keberbedaan datanya pada interaksi kemasan dan waktu. Interaksi antara penggunaan kemasan serta kondisi dan lama getaran mempengaruhi kekerasan



Grafik perbandingan nilai warna L cabai keriting

Gambar 4.

dari cabai merah keriting sehingga kekerasannya berubah.

Perubahan Warna

Warna digunakan sebagai standar suatu produk, penentu kualitas, indikator kerusakan biologis atau fisikokimia, dan memprediksi karakteristik parameter kualitas lainnya. Warna adalah parameter mutu utama yang pertama dilihat konsumen dalam memilih buah karena dapat dilihat secara langsung dan *visual* (Mutmainnah 2008).

Nilai L menunjukkan tingkat kecerahan dari cabai yang diukur. Parameter nilai L yaitu nilai 0 untuk hitam sampai 100 untuk putih. Data nilai L untuk berbagai perlakuan dan kemasan dapat dilihat dari Gambar 13. Terjadi perubahan nilai warna L pada P1U1 dan P1U2. Perubahan terjadi pada kedua kemasan yaitu kemasan karton dan keranjang. Perubahan ini terjadi pada cabai keriting segar yang menyebabkan warna menjadi lebih kusam dibandingkan sebelum simulasi transportasi. Perubahan warna tersebut dipengaruhi adanya oksidasi senyawa polifenol karena rusaknya dinding sel pada buah (Pantastico 1989).

Analisis sidik ragam derajat warna L menyatakan perlakuan kemasan memiliki P-Value $\leq 5\%$ sehingga perlakuan kemasan berbeda nyata terhadap derajat warna L cabai keriting. Hasil uji DMRT menunjukkan beda dari perlakuan kemasan tersebut. Dari analisis beda nyata tersebut, perlakuan kemasan mempengaruhi derajat warna L.

Nilai a adalah koordinat kromatis pada *Chromameter*. Nilai a menunjukkan nilai positif untuk warna merah dan nilai negatif untuk warna hijau. Penurunan degradasi pigmen menyebabkan peningkatan nilai a. Pada cabai merah keriting yang dilihat adalah tingkat kemerahan dari cabai itu sendiri untuk penentuan tingkat kematangannya apabila ingin dipanen. Peningkatan konsentrasi asam memberi efek terjadinya penurunan nilai a atau derajat kemerahan (Kusumawati 2008). Peningkatan ini dipicu oleh kerusakan mekanis.

Dari grafik pada Gambar 5 terlihat bahwa penurunan hanya terjadi pada P1U2 dan P2U1. Penurunan pada kemasan kardus lebih tinggi dibandingkan keranjang plastik. Pada P1U1 dan P2U2 perlakuan sebelum simulasi tidak mewakili penurunan derajat nilai a. Ini disebabkan karena *sampling* dilakukan secara acak. Penurunan paling besar terjadi pada kemasan keranjang plastik.

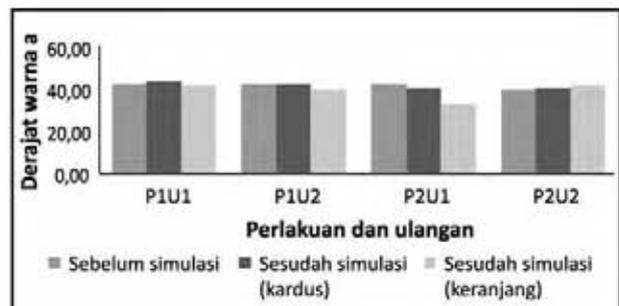
Analisis sidik ragam derajat warna a terdapat menyatakan perlakuan waktu dan perlakuan kemasan memiliki P-value $\leq 5\%$ sehingga kedua perlakuan itu berbeda nyata terhadap derajat warna a pada cabai keriting. Pengujian DMRT diperlukan untuk melihat kehomogenan datanya. Dari hasil uji DMRT terlihat perlakuan waktu dan kemasan berpengaruh signifikan terhadap derajat warna a pada cabai keriting merah.

Nilai b merupakan atribut nilai yang menunjukkan

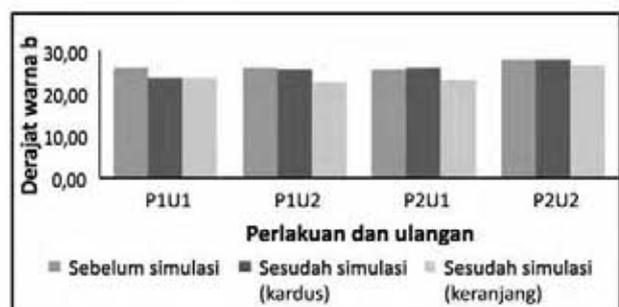
derajat kekuningan atau kebiruan suatu sampel. Nilai b positif menunjukkan derajat kekuningan sampel. Nilai b negatif menunjukkan derajat kebiruan suatu sampel. Menurut hasil penelitian Barus (2011), lama simulasi berbanding lurus dengan kekerasan dan mempengaruhi nilai b. Penurunan nilai b terjadi karena lebih rentan terhadap pembusukan.

Dari grafik pada Gambar 6 dapat terlihat bahwa terjadi perubahan derajat warna b setelah simulasi transportasi. Kemasan kardus lebih baik dalam menjaga derajat warna b dibandingkan keranjang plastik. Hal tersebut terlihat pada perlakuan P1U2, P2U1 dan P2U2. Untuk perlakuan P1U1, kemasan kardus memiliki perubahan lebih tinggi walaupun sedikit dibandingkan kemasan keranjang plastik.

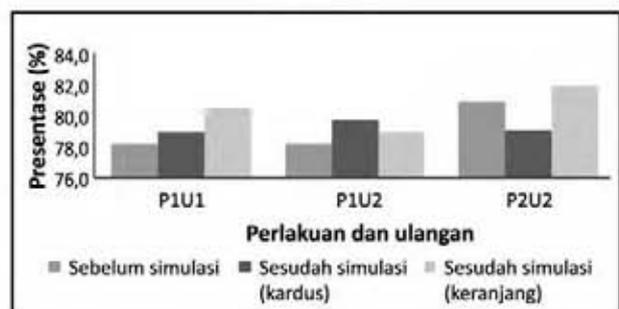
Berdasarkan analisis sidik ragam derajat warna b, perlakuan kemasan berbeda nyata (berpengaruh) terhadap derajat warna b pada cabai keriting. Ini diyakinkan dengan hasil uji DMRTnya yang berbeda pada kemasan kardus dan keranjang plastik.



Gambar 5. Grafik perbandingan nilai warna a cabai keriting



Gambar 6. Grafik perbandingan nilai warna b cabai keriting



Gambar 7. Grafik perbandingan kadar air cabai keriting

Kadar Air

Metode pengukuran kadar air dilakukan dengan menggunakan metode oven. Pengovenan dilakukan selama 4 jam setelah itu berlanjut 30 menit sampai beratnya konstan. Hasil perbandingan tersebut dapat dilihat di Gambar 7. Apabila diamati grafik perubahan tersebut, terlihat bahwa tidak terjadi perubahan yang berarti pada cabai merah keriting pada setiap perlakuan dan kemasan. Bahkan terlihat di data penelitian ini bahwa kadar air seperti meningkat setelah simulasi. Dengan begitu terlihat bahwa simulasi transportasi dengan pengemasan di 2 kemasan tersebut tidak berpengaruh terhadap kadar air cabai itu sendiri. Menurut Wills *et al.* (1981), susut bobot dapat diartikan sebagai penurunan bobot produk akibat kehilangan kandungan air pada produk. Seharusnya ada keterkaitan antara susut bobot dan kadar air. Akan tetapi hal tersebut tidak terlihat pada data pengukuran kadar air karena adanya proses sampling yang tidak mewakili keseluruhan cabai.

Dari analisis sidik ragam untuk kadar air, yang berbeda nyata pada analisis sidik ragam ini adalah perlakuan waktu karena $P\text{-value} \leq 5\%$ sehingga dilanjutkan dengan uji DMRT untuk melihat kehomogenannya. Karena kehomogenannya berbeda, maka dapat dikatakan bahwa perlakuan waktu mempengaruhi kadar air.

Simpulan

Penelitian ini melakukan simulasi transportasi dengan pengemasan curah pada cabai merah keriting segar dan didapati perubahan parameter-parameter yang diujikan akibat simulasi transportasi.

1. Susut bobot, susut mekanis dan susut tercecer dialami pada kedua kemasan tetapi yang tertinggi didapatkan pada kemasan keranjang plastik. Berdasarkan analisis ragamnya, susut bobot dipengaruhi perlakuan waktu simulasi. Untuk susut mekanis dan tercecer didapati perlakuan kemasan dan kondisi getaran serta interaksi kedua perlakuan tidak berpengaruh nyata terhadap parameter.
2. Perubahan kekerasan dialami cabai pada kedua kemasan setelah simulasi transportasi. Hasil analisis statistiknya, interaksi kemasan dan waktu simulasi berpengaruh terhadap kekerasan cabai.
3. Perubahan warna terlihat dari penurunan nilai L , a , b pada cabai setelah disimulasikan. Hal tersebut terlihat dari kekusaman cabai setelah simulasi. Berdasarkan analisis statistiknya, perubahan nilai L dan b dipengaruhi oleh perlakuan kemasan serta perubahan nilai a disebabkan perlakuan waktu dan kemasan.
4. Perubahan kadar air tidak terlihat dari data hasil penelitian, akan tetapi berdasarkan analisis

statistiknya, perubahan kadar air dipengaruhi oleh perlakuan waktu simulasi.

Daftar Pustaka

- Anonim. 2013. <http://www.maps.google.com>. Jarak antara Garut ke Pasar Induk Kramat Jati.
- AOAC. 1984. Official Method of Analysis of The Association of Official Analytical Chemists. Washington D.C.
- Barus APY. 2011. Penurunan Mutu Buah Nanas (*Ananas comosus (L.) Merr.*) dalam Kemasan Detelah Transportasi Darat [skripsi]. Bogor: Program Sarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Badan Pusat Statistik. 2013. Laporan bulanan data sosial ekonomi edisi Mei 2013.
- Darmawati E. 1994. Simulasi Komputer untuk Perancangan Kemasan Karton Bergelombang dalam Pengangkutan Buah-buahan [tesis]. Bogor: Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Kusumawati RP. 2008. Pengaruh Penambahan Asam Sitrat dan Pewarna Alami Kayu Secang (*Caesalpinia sappan L.*) Terhadap Stabilitas Warna Sari Buah Belimbing Manis (*Averrhoa carambola L.*) [skripsi]. Bogor: Program Sarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Muthmainnah N. 2008. Mutu fisik Sawo (*Achras zapota L.*) dalam Kemasan pada Simulasi Transportasi. [skripsi]. Bogor: Program Sarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Pantastico ERB. 1989. *Fisiologi Pascapanen, Penanganan dan Pemanfaatan Buah-buahan dan Sayur-sayuran Tropika dan Subtropika*. Yogyakarta: Gajah Mada Press.
- Purwadaria HK. 1992. *Sistem Pengangkutan Buah-buahan dan Sayuran*. PAU Pangan dan Gizi. IPB. Bogor.
- Purwanto YA, Sutrisno, Rakhelia E, Sugiyono. 2009. *Perubahan Kualitas Buah Manggis (*Garcinia mangostana L.*) setelah Proses Transportasi dan Penyimpanan Dingin*. Makalah Bidang Teknik Produk Pertanian ISSN 2081-7152. Seminar Nasional dan Gelar Teknologi Perteta.
- Pratiwi GC. 2012. Kajian Penggunaan Kemasan Karton dan Peti Kayu Terhadap Mutu Buah Tomat dalam Transportasi Darat [skripsi]. Bogor: Program Sarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Soedibyo TM. 1992. Alat Simulasi Pengangkutan Buah-buahan Segar dengan Mobil dan Kereta Api. *Jurnal Hortikultura Edn. 2 (1)* : 66-73.
- Tirtosoekotjo MS. 1992. Alat Simulasi Pengangkutan Buah-Buahan Segar dengan Mobil dan Kereta Api. *Jurnal Hortikultura 2(1)*: 66-73.
- Wills *et al.* 1981. "Post Harvest", An Introduction to The Physiology and Handling of Fruits and Vegetables. Australia: New South Wales University Press Limited.