

Rancangan Kemasan Berbahan Karton Gelombang untuk Individual Buah Manggis (*Garcinia Mangostana L.*)

Sutrisno, Emmy Darmawati, Dany Sukmana

Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, IPB

e-mail: kensutrisno@yahoo.com

emi_handono@yahoo.com

ABSTRAK

Salah satu kendala dalam penanganan buah manggis adalah mempertahankan mutu buah manggis dalam proses distribusi. Rancangan keranjang plastik yang ada di pasaran masih kurang memadai bagi distribusi manggis untuk tujuan ekspor karena pola penyusunan curah dapat meningkatkan potensi gesekan dan tekanan yang berlebihan antar buah manggis dan antara buah dengan dinding kemasan. Perlu upaya perbaikan kemasan baik dari sisi rancangan maupun bahan kemasan yang digunakan untuk memperbaiki kemasan yang ada. Preferensi konsumen dipasar ekspor mengarah pada kemasan kecil cukup untuk sekali atau dua kali konsumsi. Untuk itulah dilakukan penelitian yang bertujuan menghasilkan rancangan kemasan berbasis individual buah berbahan karton gelombang (*Corrugated Fiber board*).

Kemasan dirancang untuk buah manggis mutu ekspor menggunakan karton jenis *flute C*, dan *flute BC* sebagai kemasan luar(*outer*), sedang kemasan dalam (*inner*) menggunakan karton gelombang jenis *flute B*. Hasil rancangan diuji kekuatannya dengan uji tekan dan uji transportasi kemasan berisi buah manggis menggunakan meja simulator. Kemasan hasil rancangan adalah kemasan tipe RCS (*regular slotted container*) yang terdiri dari dua bagian yaitu: kemasan sekunder (*outer*) dan kemasan primer (*inner*). Ada dua kapasitas yang dihasilkan yaitu kapasitas 48 buah (K48) dengan 12 *inner* kemasan berisi 4 buah dan kapasitas 60 buah (K60) dengan 10 *inner* kemasan berisi 6 buah. Berdasarkan alat transportasi yang digunakan yaitu kontainer dan kargo maka terpilih kemasan karton berbahan *flute C* untuk kemasan sekunder dan *flute B* untuk kemasan primer. Kemasan terpilih (K48C dan K60C) memiliki jumlah tumpukan maksimum sebesar 25 tumpukan setara dengan ketinggian tumpukan sebesar 3.9 m.

Kata Kunci: Kemasan, Karton Gelobang, Individu, Manggis

PENDAHULUAN

Ekspor buah Indonesia, 34.4% nya adalah komodita manggis, sementara manggis yang berkualitas ekspor baru 9,62% dari total produksi manggis nasional (Dimyati, 2009). Kondisi saat ini, ekspor buah manggis Indonesia menempati urutan ke-2 di dunia setelah Thailand dengan total volume mencapai 9.000 ton dan nilainya mencapai hampir USD 5 Juta pada tahun 2006 (Syaffrudin, 2009). Peluang ekspor masih tinggi tetapi perlu perlakuan pascapanen yang memadai untuk meningkatkan volume manggis yang berkualitas ekspor. Kerusakan yang terjadi tidak hanya di lahan tetapi juga dalam proses distribusinya. Secara umum kerusakan pascapanen mencapai 20% akibat kondisi lingkungan ataupun akibat kerusakan fisik seperti gesekan dan benturan selama proses panen dan transportasi. Sedangkan kualitas manggis untuk ekspor sangat ditentukan oleh kualitas dan keutuhan penampilan fisik.

Penggunaan kemasan yang memadai selama dalam proses distribusi menjadi penting terutama untuk pasar ekspor. Kemasan untuk ekspor manggis pada umumnya menggunakan container/kotak plastic dengan berat 10 kg -15 kg per kemasan menggunakan sistem curah (*jumble package*). Kondisi tersebut menyebabkan kerusakan terutama kerusakan fisik manggis (penampilan) seperti kulit buah melesak

(penyok), kulit tergores dan cupat rusak. Perbaikan teknologi kemasan menjadi penting sebagai upaya untuk menurunkan kerusakan manggis dalam transportasi. Perilaku konsumen yang ingin mengkonsumsi buah sekali habis, perlu diantisipasi dengan membuat kemasan berbasis individu buah yang langsung siap dipasarkan kepada *end user* (*tanpa repacking*). Perancangan kemasan dari bahan karton gelombang untuk individual buah manggis menjadi tujuan dari penelitian ini.

METODOLOGI PENELITIAN

Bahan yang digunakan adalah karton gelombang tipe *flute BC*, *flute C*, dan *flute B* untuk bahan kemasan yang dirancang, buah manggis dengan indeks 2, diameter mayor 6-6.5 cm, dan berat 100-125 gram yang diperoleh dari sentra produksi manggis di wilayah Jawa Barat. Peralatan yang digunakan adalah meja simulator dengan kompresor, timbangan *metler PM-4800*, *Instron Universal Testing Machine*, Ruang Pendingin bersuhu 8 °C dan 13 °C.

Perancangan kemasan: kemasan dirancang dari karton gelombang berbahan *flute BC* dan *flute C* untuk kemasan luar, kemasan dalam menggunakan *flute B*. Kapasitas individu buah 4 dan 6 buah per kemasan kecil. Untuk memudahkan transportasi tiap kemasan kecil dikemas lagi dengan kemasan besar yang berisi total kurang lebih 6 kg sampai 8 kg per kemasan. Kemasan dirancang untuk sistem transportasi ekspor dalam kondisi dingin sehingga hasil rancangan diuji coba pada suhu dingin 8 dan 13. Untuk mengalirkan udara dingin ke dalam kemasan, maka kemasan kecil dan kemasan besar dirancang berventilasi dibagian sisi-sisinya.

Parameter yang digunakan untuk menilai kelayakan teknis dari kemasan hasil rancangan adalah kekuatan tekan dan ketahanan dalam transportasi dengan meja simulator serta besarnya penurunan kekuatan dalam suhu dingin.

Formula yang digunakan dalam penentuan dimensi kemasan adalah:

$$P = TDMBP + TDOV + TDVIP + TB \quad \dots \dots \dots \quad (1)$$

Dimana: P = Panjang kemasan

$TDMBP$ = Total diameter mayor buah pada sisi panjang

$TDOV$ = Total tebal dinding vertikal *outer*

$TDVIP$ = Total tebal dinding vertikal kemasan *inner* pada sisi panjang

TB = Tebal tekukan

$$L = TDMBL + TDOV + TDIVL + TB \quad \dots \dots \dots \quad (2)$$

Dimana: L = Lebar kemasan

$TDMBP$ = Total diameter mayor buah pada sisi lebar

$TDOV$ = Total tebal dinding vertikal *outer*

$TDVIP$ = Total tebal dinding vertikal kemasan *inner* pada sisi lebar

TB = Tebal tekukan

$$T = TTB + TTAIP \quad \dots \dots \dots \quad (3)$$

Dimana: T = Tinggi kemasan

$TTBT$ = Total tinggi buah pada sisi tinggi

$TTAIP$ = Total tebal alas *inner* pada sisi tinggi

Formula menghitungan dimensi *inner* kemasan:

$$P = TDMBP + TDVIP \quad \dots \dots \dots \quad (4)$$

Dimana: P = Panjang kemasan

$TDMBP$ = Total diameter mayor buah pada sisi panjang

$$L = TDMBL + TDOV + TDIVL \quad \dots \quad (5)$$

TDVIP = Total tebal dinding vertikal kemasan *inner* pada sisi panjang

Dimana: P = Lebar kemasan

TDMBP = Total diameter mayor buah pada sisi lebar

TDOV = Total tebal dinding vertikal *inner*

Tinggi kemasan = tinggi buah (6)

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Perancangan Kemasan

Kemasan hasil perancangan memiliki 2 bagian utama yaitu kemasan luar (*outer*) dan kemasan dalam (*inner*). Kemasan *outer* bertipe RCS (*regular slotted container*), Kemasan bertipe RCS sering digunakan karena memiliki bentuk yang sederhana dan ekonomis dalam penggunaan material. Sedangkan untuk kemasan *inner* merupakan hasil adopsi dari tipe RCS dengan penambahan sekat.

Bahan yang digunakan untuk kemasan adalah karton (*corrugated fiberboard*) dimana bahan karton memiliki sifat yang baik untuk meredam benturan antara buah dan dinding kemasan, serta permukaan kemasan yang halus. Jenis karton yang digunakan untuk merancangan outer adalah karton jenis *flute BC* dan *flute C* dan untuk *inner* digunakan *flute B*, ketiga jenis *flute* gramatur mediumnya sebesar 150 kg/m^2 . Menurut Jaswin (1999) *flute C* memiliki sifat bantalan yang cukup baik, sedangkan *flute B* memiliki sifat bantalan yang kurang baik dan sering digunakan sebagai kemasan sekunder. Sedang *flute BC* adalah jenis *flute* gabungan antara *flute B* dan *flute C*

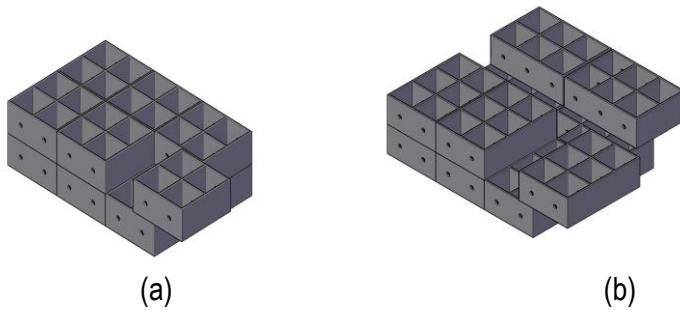
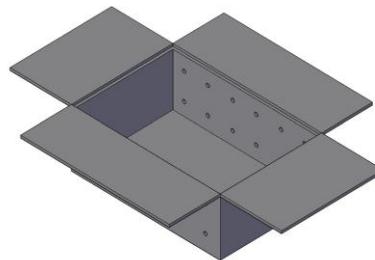
Penambahan kemasan *inner* bertujuan untuk membatasi kontak antar buah manggis yang berpotensi menimbulkan kerusakan mekanis buah. Selain itu kemasan *inner* berfungsi untuk membantu kemasan *outer* menambah kekuatan tumpuk, dan juga dapat digunakan sebagai kemasan retail, sehingga buah manggis tidak mengalami proses *repackaging*. Perancangan menghasilkan 4 buah disain kemasan (Tabel 1).

Tabel 1. Dimensi Kemasan

No	Disain Kemasan	Ukuran (P×L×T) cm	Kapasitas (buah)	Jumlah inner	Kapasitas tiap inner (buah)	Ukuran inner (P×L×T) cm
1	K48C	42.6×28.6×15.6	48	12	4	13.4×13.4×7.5
2	K48BC	42.6×29×15.6	48	12	4	13.4×13.4×7.5
3	K60C	43×35.1×15.6	60	10	6	20.3×13.4×7.5
4	K60BC	43×35.5×15.6	60	10	6	20.3×13.4×7.5

Ket: K48C = disain kemasan kapasitas 48 buah berbahan flute C
 K48BC = disain kemasan kapasitas 48 buah berbahan flute BC
 K60C = disain kemasan kapasitas 60 buah berbahan flute C
 K60BC = disain kemasan kapasitas 60 buah berbahan flute BC

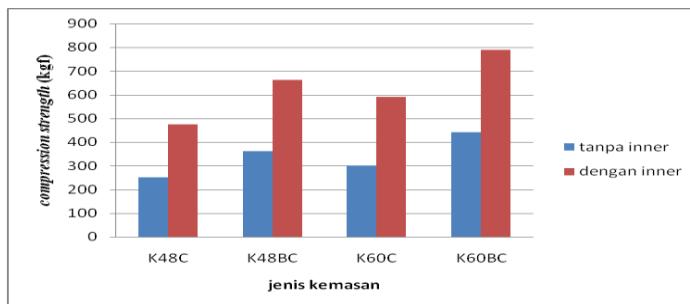
Disain kemasan K48 memiliki perkiraan berat bersih buah sekitar 6.5 kg dan disain kemasan K60 sekitar 8 kg. Lubang ventilasi diletakkan di tengah-tengah tiap ruangan pada *inner* kemasan. Khusus pada penempatan lubang ventilasi, untuk disain *inner* kemasan K60 memiliki dua macam bentuk disain penempatan lubang ventilasi, dimana untuk disain pertama lubang ventilasi diletakkan pada sisi lebar dan disain kedua diletakkan pada sisi panjang. Kemasan *inner* untuk kapasitas 4 buah (K48) dan kapasitas 6 buah (K60) pada Gambar 1(a) dan (b), sedang untuk kemasan luar (*outer*) ditunjukkan pada Gambar 2. Contoh perakitan dari lembar karton gelombang yang telah dicetak seperti pada Lampiran 1

Gambar 1. Disain *inner* kemasan kapasitas 4 buah (a) dan 6 buah (b)Gambar 2. Desain *outer* kemasan

B. Karakterisasi Kemasan

1. Kekuatan Tekan Kemasan

Pengujian kekuatan tekan kemasan bertujuan untuk mengetahui kemampuan kemasan saat ditumpuk, dimana kemasan kotak karton selama proses distribusi akan disimpan dalam *container* dengan ditumpuk satu dengan yang lainnya, begitu juga selama penyimpanan di gudang. Penumpukan ini menyebabkan *top to bottom compression*. Untuk mengetahui jumlah tumpukan maksimum kemasan, perlu diketahui nilai kekuatan tekannya. Hasil pengujian kekuatan tekan dapat dilihat pada Gambar 3



Gambar 3. Grafik perbedaan kekuatan tekan kemasan yang dipasang *inner* dengan kemasan tanpa *inner*

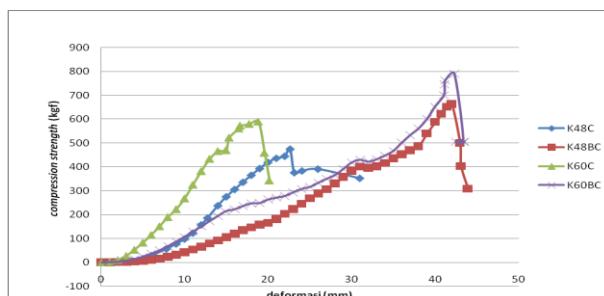
Pada Gambar di atas terlihat bahwa penambahan *inner* kemasan akan menambah kekuatan kemasan sebesar kurang lebih 50 %. Sedangkan untuk kemasan dengan bahan *outer flute* BC memiliki kekuatan tekan yang lebih tinggi daripada kemasan dengan berbahan *outer flute* C. Selain itu kemasan dengan kapasitas 60 buah memiliki kekuatan tekan yang lebih besar dari pada kemasan dengan kapasitas 40 buah. Formula Mckee (Persamaan 1) menjelaskan bahwa kekuatan tekan kemasan akan berbanding lurus dengan kuadrat dari keliling dan tebal kemasan. Sehingga secara teoritis kemasan K60 akan memiliki kekuatan tekan yang lebih besar dari pada kemasan K40, dimana kemasan berkapasitas 60 buah memiliki keliling kemasan yang lebih besar, begitu juga dengan kemasan berbahan *flute* BC akan memiliki kekuatan tekan yang lebih besar dari pada kemasan berbahan *flute* C, hal ini karena ketebalan *flute* BC lebih besar dari pada *flute* C.

Hasil perhitungan kekuatan tekan menggunakan Persamaan (1) mempunyai nilai yang lebih besar daripada nilai kekuatan tekan hasil pengujian. Hal ini disebabkan pada perhitungan teoritis, faktor adanya lubang ventilasi diabaikan. Menurut Peleg (1985) pemberian lubang ventilasi dan *handhole* akan mengurangi kekuatan tekan kemasan, dan batas maksimum penurunan kekuatan tekan akibat lubang pada kemasan adalah 20%. Persentase penurunan kekuatan tekan dapat dilihat pada Tabel 2. Akan tetapi, karena penambahan *inner*, kekuatan kemasan naik melebihi kekuatan tekan teoritis. Kekuatan tekan tiap *inner* untuk kemasan K48 sebesar 83.95 kgf, dan *inner* untuk kemasan K60 sebesar 114.59 kgf.

Tabel 2. Persentase perubahan kekuatan tekan kemasan

no	Jenis kemasan (tanpa inner)	Kekuatan tekan (kgf)		Kekuatan tekan (kgf)	% penambahan kekuatan karena inner	Faktor koreksi (FK)
		Pengujian	Pengujian			
1	K48C	250.76	290.23	13.5	90	86.5
2	K48BC	360.29	504	28.5	85	71.5
3	K60C	300.21	318.09	5.6	95	94.4
4	K60BC	443.07	521	14.9	80	85.1

Selain untuk mengetahui kekuatan tekan, pengujian juga bertujuan untuk mengetahui besar deformasi saat kekuatan tekan kemasan maksimum. Hal ini perlu diketahui karena deformasi yang terlalu tinggi akan merusak buah manggis dalam kemasan. Pada Gambar 5 terlihat bahwa kemasan berbahan *flute* C memiliki deformasi yang lebih kecil dari pada kemasan berbahan *flute* BC, dimana saat pengujian terlihat kemasan yang berbahan *flute* BC terlebih dahulu mengalami proses penipisan bagian alas dan tutup kemasan kemudian terjadi deformasi pada dingding vertikal kemasan, sedangkan pada kemasan berbahan *flute* C tidak terjadi proses penipisan, gaya dari alat tekan langsung terkonsentrasi pada dinding vertikal kemasan. Hal ini terjadi karena bagian alas dan tutup kemasan berbahan *flute* BC lebih tebal. Batas maksimum deformasi agar buah tidak rusak sekitar 1.5 cm untuk kemasan berbahan *flute* C dan 3 cm untuk *flute* BC, batas ini mengacu berdasarkan jarak tutup kemasan terhadap tangkai buah, dimana dalam perhitungan jumlah tumpukan faktor keselamatan harus diperhatikan.

Gambar 5. Grafik hubungan deformasi kemasan dengan besar *compression strength* saat pengujian

Proses karakterisasi kemasan berikutnya adalah pengujian kekuatan tekan kemasan selama penyimpanan dingin yang bertujuan untuk mengetahui perubahan kekuatan tekan kemasan terhadap kondisi ruang penyimpanan. Pengujian menunjukkan penyimpanan kemasan pada suhu 13 °C dengan kelembaban tinggi (sekitar 90-95%) membuat kemasan mengalami penurunan kekuatan tekan yang lebih besar dari pada penyimpanan kemasan pada suhu 8 °C dengan kelembaban rendah 69-75%. Perbedaan penurunan kekuatan kemasan selama penyimpanan dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Penurunan kekuatan tekan kemasan saat penyimpanan (dalam %)

Desain	Kondisi ruang penyimpanan					
	Suhu 8°C, kelembaban 69-75%			Suhu 13°C, kelembaban 90-95%		
	Hari ke-1	Hari ke-5	Hari ke-10	Hari ke-1	Hari ke-5	Hari ke-10
K48C	8.82	14.14	15.85	38.40	39.74	40.85
K48BC	6.63	6.12	6.75	35.60	39.27	40.04
K60C	5.43	6.91	7.02	37.77	42.22	41.63
K60BC	12.47	15.23	16.31	39.11	40.65	40.05

C. Pemilihan Disain Kemasan

Pemilihan disain kemasan bertujuan untuk menentukan kemasan yang paling optimum dari segi kekuatan maupun dari segi ekonomi, dengan berdasarkan pada kekuatan tekan kemasan dan dimensi alat transportasi yang digunakan. Tahap pertama untuk memilih disain kemasan adalah menghitung jumlah tumpukan maksimum kemasan menggunakan Persamaan 8. Hasil perhitungan jumlah tumpukan dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Jumlah tumpukan kemasan hasil perhitungan

No	Jenis	Compression strength (P) kgf	Berat box (g)	Total berat manggis dalam kemasan(g)	Berat total box (g)	Jumlah tumpukan maximum	Tinggi tumpukan max (meter)
1	K48C	474.49761	696	5760	6456	25	3.9
2	K48BC	663.23227	916	5760	6676	34	5.3
3	K60C	590.18891	830	7200	8030	25	3.9
4	K60BC	790.89019	1030	7200	8230	33	5.15

Peleg (1985), menyatakan bahwa pengiriman produk hortikultura pada rantai eksport sering menggunakan kargo atau kontainer, dimana ketinggian pintu kargo pesawat boeing 747F pada bagian depan sebesar 2.49 m, pintu dan ruang utama kargo sebesar 3.05m, dan ketinggian kontainer 2.17 m. Dari informasi tersebut maka dipilih kemasan berbahan *flute* C karena dengan menggunakan bahan *flute* C kebutuhan kekuatan sudah terpenuhi dimana kemasan dapat ditumpuk setinggi 3.9 m, dan dari segi biaya penggunaan *flute* C lebih murah dibanding kemasan berbahan *flute* BC.

D. Tingkat Kerusakan Mekanis Pasca Simulasi Transportasi

Simulasi transportasi merupakan tahap awal dari aplikasi kemasan, sebelum dilakukan simulasi kemasan diisi penuh dengan buah manggis, pengisian buah manggis dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Pengisian manggis pada kemasan

Simulasi transportasi dilakukan dengan menggunakan meja simulator, hal ini dilakukan untuk mengetahui gambaran umum tentang kerusakan mekanis buah manggis saat terjadi getaran atau goncangan selama transportasi. Simulasi transportasi di meja getar dilakukan selama 2 jam, berdasarkan pengiriman buah manggis yang dilakukan oleh kelompok tani di daerah leuwiliang ke pengumpul besar kurang lebih sekitar 2 jam. Hasil konversi frekuensi dan amplitudo selama simulasi transportasi berdasarkan konversi truk selama dua jam di jalan luar kota, menunjukkan bahwa dua jam pada alat simulasi transportasi setara dengan 133.878 km di jalan luar kota atau lebih kurang 2.23 jam perjalanan truk dengan kecepatan 60 km/jam.

Pengukuran tingkat kerusakan mekanis buah manggis dilakukan secara manual pasca simulasi transportasi. Kerusakan yang terjadi diakibatkan oleh benturan buah manggis dengan kemasan, yang menyebabkan kerusakan pada buah manggis seperti luka gores, memar dan kelopak patah (Tabel 5)

Tabel 5. Data tingkat kerusakan mekanis pasca simulasi transportasi

Kapasitas kemasan	Jumlah rusak buah			Tingkat kerusakan mekanis (%)			Rata-rata tingkat kerusakan mekanis (%)
	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3	
48 buah	0	1	1	0	2.08	2.08	1.39
60 buah	2	0	1	3.33	0	1.67	1.67

Dari tabel diatas terlihat tingkat kerusakan dari dua jenis kapasitas kemasan tidak berbeda jauh, adapun kerusakan yang terjadi adalah pecahnya kelopak buah, hal ini terjadi pada buah yang ukurannya lebih kecil dari ruangan *inner* kemasan, sehingga saat terjadi goncangan buah akan bebas bergerak sesuai arah goncangan dan menyebatkan terjadinya benturan dengan dinding kemasan. Sedangkan untuk kerusakan mekanis seperti buah pecah, retak, dan memar tidak ditemukan. Pantastico (1986) menjelaskan bahwa wadah-wadah yang dipakai dalam kegiatan distribusi haruslah

cukup untuk menahan penumpukan serta dampak pemuatan dan pembongkaran tanpa menimbulkan memar pada barang-barang yang lunak.

Penelitian sebelumnya yang telah dilakukan Seesar (2009), menunjukkan bahwa buah manggis yang dikemas dengan peti kayu bersekat styrofoam memiliki tingkat kerusakan mekanis sebesar 5,2 %, dan buah manggis yang dikemas dengan keranjang plastik bersekat styrofoam memiliki tingkat kerusakan sebesar 3,57 %. Hal ini menunjukkan bahwa kemasan karton bersekat memiliki tingkat kerusakan mekanis yang lebih rendah dari pada kemasan tersebut.

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

1. Perancangan kemasan menghasilkan kemasan karton tipe RCS (*regular slotted container*) yang memiliki dua bagian penyusun utama, yaitu: *outer* (kemasan sekunder) dan *inner* (kemasan primer). Kemasan sekunder berfungsi untuk melindungi buah manggis dari gaya yang berasal dari luar kemasan, sedangkan kemasan primer berfungsi untuk membatasi kontak antara buah dalam kemasan dan juga sebagai kemasan ritel. Kemasan hasil perancangan memiliki kapasitas 48 buah (K48) dan 60 buah (K60), dimana pada kemasan kapasitas 48 buah dapat diisi 12 *inner* kemasan, sedangkan pada kemasan kapasitas 60 buah dapat diisi 10 *inner* kemasan.
2. Hasil pengujian terpilih kemasan karton berbahan *flute* C untuk *outer* kemasan dan *flute* B untuk *inner* kemasan. Kemasan terpilih (K48C dan K60C) memiliki jumlah tumpukan maksimum sebesar 25 tumpukan setara dengan ketinggian tumpukan sebesar 3.9 m.
3. Tingkat kerusakan mekanis buah dalam kemasan K48 pasca simulasi transportasi sebesar 1.39 %, dan tingkat kerusakan mekanis buah dalam kemasan K60 sebesar 1.67 %. Kerusakan mekanis yang terjadi berupa sobeknya ujung dari kelopak buah manggis. Jenis kerusakan mekanis lainnya tidak terjadi.

B. Saran

Buah yang digunakan dalam pengujian, harus lebih seragam ukuran dan tingkat kematangannya. Hal ini perlu diperhatikan karena buah yang ukurannya lebih kecil dari ruang pada *inner* kemasan akan mudah rusak saat dilakukan simulasi transportasi. Kematangan yang tidak seragam akan mempengaruhi hasil yang diharapkan terutama dalam pengukuran laju perubahan mutu buah.

DAFTAR PUSTAKA

- Darmawati E. 1994. Simulasi Komputer Untuk Perancangan Kemasan Karton Bergelombang dalam Pengangkutan Buah-buahan. Tesis. Program Studi Keteknikan Pertanian, IPB.
- Dimyati A. 2009. Manggis, Primadona Ekspor Buah Indonesia. (<http://www.unpad.ac.id/>) [20 November 2010]
- Muthmainnah. 2008. Mutu Fisik Sawo (*Achras zapota* L.) Dalam kemasan Pada Simulasi Transportasi. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian, IPB.
- Lee MH. 2005. *Transportation and Packaging Standardization in Postharvest Technology of Fresh Produce for ASEAN Countries*.

- Lembaga Uji Konstruksi. 1986. Hasil Pengukuran Gerakan Bak Truk Angkutan setara 30 km pada Beberapa Kondisi Jalan. Lembaga uji Kontruksi, jakarta.
- Pantastico EB. 1986. *Fisiologi Pasca Panen Penanganan dan Pemanfaatan Buah-buahan dan Sayur-sayuran Tropika dan Subtropika*. Yogyakarta; Gajah Mada University Press.
- Peleg K.1985. *Produce Handling, Packaging , and Distribution*. AVI Publishing Company, Inc., Westport, Connecticut, USA.
- Salke, susan EM. 2005. *Cartons, crates and corrugated board: handbook of paper and wood packaging teknology*.pennsylvania.DESTech publikations inc.
- Seesar YA. 2009. Umur Simpan dan Mutu Buah Manggis (*Garcinia mangostana* L.) dalam berbagai Jenis Kemasan dan Suhu Penyimpanan Pada Simulasi Transportasi. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian, IPB.
- Singh J, Olsen E, Singh SP. 2008. *The Effect of Ventilation and Hand Holes on Loss of Compression Strength in Corrugated Boxes*. Journal of Applied Packaging Research 2.4 : 227-238.
- Yulianti N. 2009. Perancangan Kemasan Untuk Transportasi Buah Manggis. Tesis. Fakultas Teknologi Pertanian, IPB.