

PERANCANGAN KEMASAN BUAH SALAK SEGAR DALAM BENTUK TANDAN (SALAK PONDOK BANJARNEGARA, JAWA TENGAH)

DESIGN PACKAGING OF THE BUNCHES FRESH SNAKE FRUIT (PONDOHSNAKE FRUIT OF BANJARNEGARA, CENTRAL JAVA)

Rafika Ratik Srimurni^{1)*}, Emmy Darmawati²⁾, dan Indah Yuliasih¹⁾

¹⁾Departemen Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor
Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680, Indonesia
E-mail: rafikaratiksm@gmail.com

²⁾Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor

Makalah: Diterima 7 Februari 2018; Diperbaiki 7 Agustus 2018; Disetujui 19 Agustus 2018

ABSTRACT

The bunches snake fruit has an unique form that become a typical appeal for the customer and also improve the marketing that rarely available, because of the limited form of packaging. It needs to be supported by primary and secondary packaging. The aim of this research was to obtain the primary and secondary packaging designs of the bunches snake fruit with the additional of the net foam. The corrugated cardboard C flute (RSC type) and BC flute (PTD type) were used as the material for the primary and secondary packagings. The ventilation holes was given for air circulation. The steps of this research were to design the dimension of primary and secondary packaging for the bunches snake fruit, to measure the compressive strength and maximum number of packaging stacks, and to analyze the efficiency of packaging arrangement on the pallet and in a pickup. The dimensions of primary packaging was $15.98 \times 15.98 \times 18.48$ cm that has a maximum compressive strength of 65 kgf to stacks 23-43 packs. The dimensions of secondary packaging were $50.04 \times 34.06 \times 28.54$ cm (body), and $52.84 \times 36.86 \times 14.97$ cm (cover) that has the maximum compressive strength of 132.2 kgf was capable to hold 3-4 stacks. The dimensions of secondary packaging were included in good fit efficiency in pick-up and average fit on pallet (size 1200×800 and 1140×1140 mm), so it can supplied for local and export distribution needs to some European countries, Singapore, and China.

Keywords: snake fruit, bunch, packaging design, corrugated box, transportation packaging

ABSTRAK

Salak dalam bentuk tandan memiliki bentuk unik yang menjadi daya tarik bagi konsumen dan juga meningkatkan pemasaran yang jarang tersedia karena terbatasnya bentuk kemasan. Pemasaran salak tandan perlu didukung oleh kemasan primer dan sekunder. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memperoleh desain kemasan primer dan sekunder salak tandan dengan penambahan *net foam*. Karton gelombang *flute C* (tipe RSC) dan karton gelombang *flute BC* (tipe PTD) digunakan sebagai bahan kemasan primer dan sekunder. Kemasan diberi ventilasi untuk sirkulasi udara. Tahapan dari penelitian ini yaitu mendesain dimensi kemasan primer dan sekunder untuk satu tandan salak, pengukuran nilai kuat tekan dan jumlah tumpukan maksimum kemasan, serta menganalisis efisiensi kemasan pada palet dan pada mobil pickup. Kemasan primer hasil rancangan berukuran $15,98 \times 15,98 \times 18,48$ cm yang mempunyai nilai kuat tekan maksimum sebesar 65 kgf mampu menumpuk 23-43 kemasan primer. Dimensi kemasan sekunder berukuran $50,04 \times 34,06 \times 28,54$ cm (*body*) dan $52,84 \times 36,86 \times 14,97$ cm (*cover*) yang mempunyai nilai kuat tekan maksimum sebesar 132,2 kgf mampu menahan 3-4 tumpukan kemasan sekunder. Dimensi kemasan sekunder termasuk ke dalam *good fit* efisiensi pada *pick-up* dan *average fit* pada *pallet* (ukuran 1200×800 dan 1140×1140 mm), sehingga dapat memenuhi kebutuhan untuk distribusi lokal maupun ekspor ke beberapa negara Eropa, Singapura, dan China.

Kata kunci: salak, tandan, desain kemasan, kardus, kemasan transportasi

PENDAHULUAN

Salak merupakan salah satu produk pertanian yang menjadi fokus buah ekspor Indonesia dalam rencana strategis Kementerian Pertanian tahun 2015-2019. Potensi peningkatan pasar salak menjadi semakin luas dengan adanya rencana strategis ini. Produktivitas salak mengalami peningkatan tiap tahunnya dengan rerata pertumbuhan 8,89% pada tahun 2010-2014. Produksi buah salak menempati urutan kelima

dengan produksi sekitar 5,65% terhadap total produksi buah nasional. Sentra produksi salak terdapat di Jawa Tengah dengan produksi sebesar 441.841 ton (sekitar 39,49% dari total produksi salak nasional) disusul oleh Provinsi DI Yogyakarta, Jawa Barat dan Jawa Timur. Tahun 2014 terjadi penurunan produksi salak di Jawa Tengah sebesar 9823 ton. Penurunan produksi salak disebabkan karena banyak petani yang beralih menggunakan pupuk organik sehingga salak lebih rentan terhadap ulat dan natona. Kondisi seperti ini menjadi peluang

untuk peningkatan pasar salak organik (Kementerian Pertanian, 2015).

Banjarnegara merupakan salah satu sentra produksi salak, namun masyarakat Indonesia masih belum begitu mengenal nama salak Banjarnegara. Buah salak yang dominan dikenal masyarakat yaitu salak pondoh Sleman Yogyakarta, padahal pemenuhan pasar untuk salak pondoh banyak dari Banjarnegara. Hal ini menjadi tantangan bagi petani Banjarnegara untuk terus mengangkat nama salak unggulan daerah mereka. Petani salak pondoh di Banjarnegara sudah mulai menerapkan sistem pemupukan organik sehingga salak yang dihasilkan lebih sehat untuk dikonsumsi. Pemasaran salak pondoh organik Banjarnegara belum mendapat perhatian dari konsumen, oleh karena itu tercipta gagasan untuk mengembangkan cara penjualan salak sehat dengan kemasan yang unik.

Buah salak mempunyai pola respirasi nonklimakterik dan laju transpirasi yang tinggi. Buah salak mempunyai sifat mudah rusak dan berumur simpan pendek salah satunya karena luka mekanis akibat terlepasnya salak dari tandan. Pelepasan buah dari tandan ini dapat mengakibatkan terjadinya luka pada bagian pangkal buah berupa terkelupasnya kulit buah salak. Proses respirasi dipercepat dengan adanya luka pada buah (Sutrisno *et al.*, 2011). Pengiriman salak dalam bentuk tandan dapat mengurangi kerusakan buah salak serta mempunyai umur simpan yang lebih lama dibandingkan dengan salak pipilan. Trisnawati dan Rubiyo (2004) melaporkan bahwa salak dalam bentuk tandan mampu mempertahankan kesegaran buah selama 12 hari sedangkan menurut Adiharmanto *et al.* (2013) salak bentuk pipilan mempunyai umur simpan selama 6 hari.

Salak dalam bentuk tandan akan menjadi daya tarik bagi konsumen karena bentuknya yang unik. Hal ini dapat menjadi inovasi cara penjualan salak dalam bentuk tandan selain karena umur simpan yang lebih lama juga mempunyai nilai tambah dalam tampilan. Salak tandan perlu perlakuan khusus agar tidak mudah terlepas dari tandannya dan dapat melindungi buah. Salah satu caranya yaitu dengan penggunaan kemasan individu berupa karton gelombang (kartus) dan kemasan pelindung (*net foam*). Penggunaan *net foam* selain untuk mencegah kerusakan fisik akibat benturan juga untuk menambah estetika dari tampilan salak dalam bentuk tandan, sedangkan penggunaan karton bertujuan untuk mengurangi kerusakan mekanis selama transportasi, seperti yang telah dikaji oleh Sutrisno *et al.* (2011). Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan penggunaan karton gelombang (kartus) yang sesuai dengan volume buah dapat menekan kerusakan mekanis lebih besar dibandingkan dengan kemasan dengan kapasitas besar. Oleh karena itu pada penelitian ini dirancang kemasan primer yang sesuai dengan volume buah

salak dalam satu tandan serta diberi ventilasi untuk penyebaran suhu di dalam kemasan.

Perancangan kemasan yang digunakan untuk mengemas individu buah salak tandan yaitu berupa kemasan pelindung (*net foam*), kemasan primer (kemasan ritel) dan kemasan sekunder (kemasan transportasi) berbahan karton gelombang. Napitupulu (2001) menyatakan bahwa buah salak yang dikemas menggunakan kartus mengalami kerusakan mekanis lebih kecil (14,3%) dibandingkan dengan kemasan karung (26,3%-29,8%). Perancangan kemasan primer dan sekunder ini bertujuan untuk menghasilkan konsep kemasan yang mampu mempertahankan salak dalam bentuk tandan selama proses distribusi dan pemasarannya.

Perancangan sistem transportasi kemasan salak tandan perlu dilakukan untuk menunjang persiapan ekspor yang direncanakan Kementerian Pertanian. Penelitian ini merancang dan menganalisis efisiensi susunan dan tumpukan kemasan di atas mobil *pick up* (sebagai alat transportasi lokal) dan di atas *pallet* kayu sebagai model pengiriman untuk mempermudah ekspor.

Tujuan utama dari penelitian ini adalah merancang kemasan buah salak dalam bentuk tandan yang terdiri dari kemasan pengisi, kemasan primer, dan kemasan sekunder. Sementara tujuan khusus dari penelitian ini adalah 1) merancang desain kemasan buah salak dalam bentuk tandan yang terdiri dari kemasan pelindung, kemasan primer dan kemasan sekunder; dan 2) menganalisis efisiensi susunan kemasan di atas *pallet* kayu dan mobil *pick up*.

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu salak pondoh organik Banjarnegara (daerah atas) dengan tingkat kematangan 80% (umur panen 5 – 6 bulan setelah penyerbukan), *net foam*, kemasan primer berbahan karton gelombang *flute C* (*double face*) dan kemasan sekunder tipe *flute BC* (*double wall*), serta tali pandan untuk kemudahan membawa kemasan primer. Peralatan yang digunakan terdiri dari timbangan, meteran, *pallet*, dan mobil *pick up*

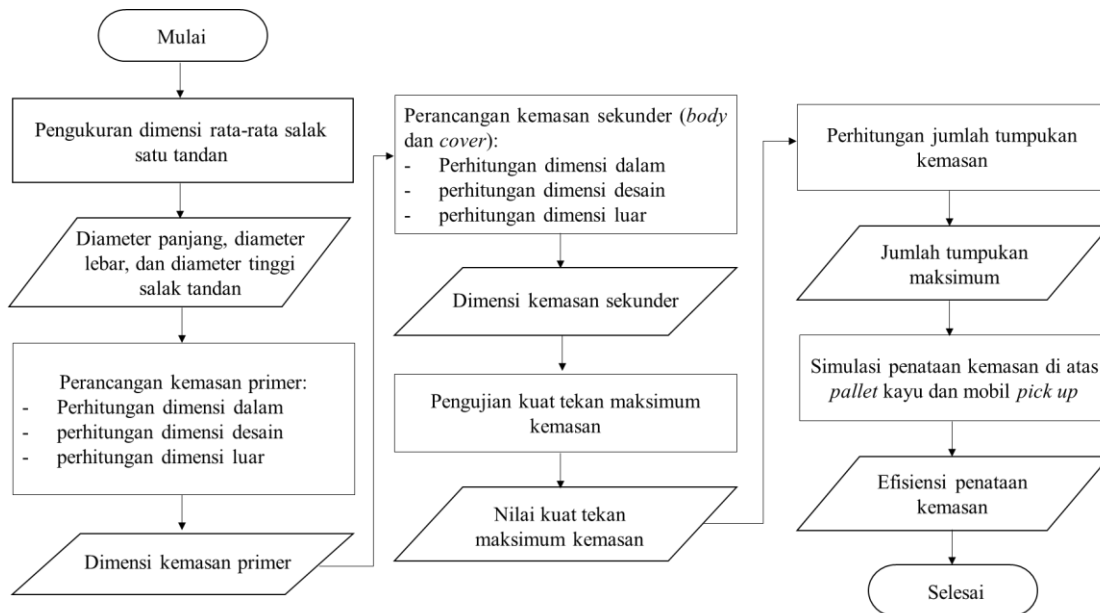
Jenis dan Sumber Data

Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini berupa data primer yang bersifat kuantitatif. Data penelitian diperoleh dari hasil pengukuran dan wawancara dengan petani salak di Banjarnegara.

Tahapan Penelitian

Penelitian terdiri atas 3 (tiga) tahap yang disajikan pada Gambar 1, yaitu :

- 1) Merancang sistem kemasan buah salak dalam bentuk tandan yang terdiri dari kemasan pengisi, kemasan primer dan kemasan sekunder

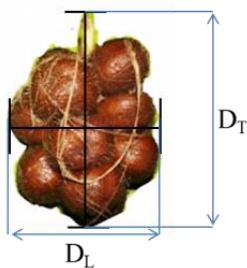


Gambar 1. Tahapan penelitian

- 2) Menganalisis jumlah tumpukan kemasan hasil rancangan
- 3) Menganalisis efisiensi susunan kemasan di atas *pallet* kayu dan mobil *pick up*.

Pengukuran Bobot dan Dimensi Buah Salak

Bobot salak dalam satu tandan diukur menggunakan timbangan digital ketelitian 1 gram. Dimensi buah salak diasumsikan mendekati bentuk lingkaran, sehingga diameter panjang dan diameter lebar diasumsikan sama. Buah salak tandan diukur keliling lebar dan keliling tinggi menggunakan meteran untuk mengetahui diameter lebar (D_L) dan diameter tinggi (D_T) menggunakan persamaan 1 dan 2. Pengukuran diameter salak dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Pengukuran diameter buah salak dalam bentuk tandan

$$K_L = 2 \times \pi \times (1/2 D_L) \dots\dots\dots(1)$$

$$K_T = 2 \times \pi \times (1/2 D_T) \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan :

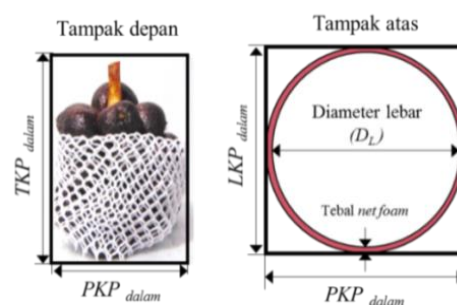
- K_L = keliling lebar; D_T = diameter tinggi
- K_T = keliling tinggi; D_L = diameter lebar
- π = phi = 3,14

Perancangan Kemasan Primer

Kemasan primer untuk salak dalam bentuk tandan yang dirancang yaitu berbahan karton gelombang *double face* menggunakan *flute C* tipe RSC (*Regular Selotted Carton*) yang diberi tali untuk kemudahan dalam membawa. Kemasan diberi ventilasi berbentuk lingkaran dengan luasan 2% dari luas kemasan (Tawakal *et al.*, 2016). Jumlah ventilasi sebanyak 8 (delapan) lubang, dua lubang masing-masing pada bagian panjang dan lebar kemasan. Tahapan untuk perancangan kemasan primer yaitu penentuan dimensi dalam, perhitungan dimensi desain, dan perhitungan dimensi luar.

Penentuan Dimensi Dalam

Salak dalam bentuk tandan dibungkus dengan kemasan pengisi (*net foam*) yang dilipat menjadi dua lipatan (*net foam* tidak menutupi seluruh tinggi buah). Penentuan dimensi dalam mengacu pada diameter lebar (D_L) dan diameter tinggi (D_T) salak tandan yang tersaji pada Gambar 3.



Gambar 3. Penentuan dimensi dalam kemasan primer untuk satu tandan salak

$$PKP_{dalam} = D_L + (4 \times \text{tebal net foam}) \dots\dots\dots (3)$$

$$LKP_{dalam} = D_L + (4 \times \text{tebal net foam}) \dots \dots \dots (4)$$

$$TKP_{dalam} = D_T \dots \dots \dots (5)$$

$$LKP_{luar} = LKP_{desain} + (2 \times \text{tebal flute C}) \dots \dots (13)$$

$$TKP_{luar} = TKP_{desain} + (2 \times \text{tebal flute C}) \dots \dots (14)$$

Keterangan :

- PKP = panjang kemasan primer
- LKP = lebar kemasan primer
- TKP = tinggi kemasan primer

Perhitungan Dimensi Desain

Dimensi desain merupakan penjumlahan dari dimensi dalam dengan tebal *flute* kemasan. Dimensi desain untuk karton gelombang *flute C* tipe RSC dihitung dengan persamaan-persamaan berikut. Penentuan dimensi desain dapat dilihat pada Gambar 4.

$$PKP_{desain} = PKP_{dalam} + \text{tebal flute C} \dots \dots \dots (6)$$

$$LKP_{desain} = LKP_{dalam} + \text{tebal flute C} \dots \dots \dots (7)$$

$$TKP_{desain} = TKP_{dalam} + (2 \times \text{tebal flute C}) \dots \dots (8)$$

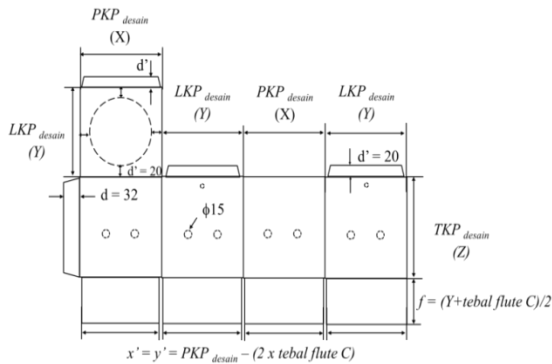
$$f = (LKP_{desain} + \text{tebal flute C}) / 2 \dots \dots \dots (9)$$

$$x' = PKP_{desain} - (2 \times \text{tebal flute C}) \dots \dots \dots (10)$$

$$y' = LKP_{desain} - (2 \times \text{tebal flute C}) \dots \dots \dots (11)$$

Keterangan :

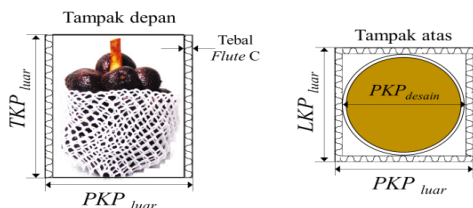
- F = tinggi *flap* kemasan
- x' = lebar *flap* kemasan
- y' = lebar *flap* kemasan



Gambar 4. Penentuan dimensi desain kemasan primer

Perhitungan Dimensi Luar Kemasan

Dimensi luar kemasan dihitung berdasarkan tipe *flute* dan ketebalan karton gelombang yang digunakan. Perhitungan dimensi luar merupakan penjumlahan dari dimensi desain dengan ketebalan *flute C*. Perhitungan dimensi luar kemasan dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Penentuan dimensi luar kemasan primer untuk satu tandan salak

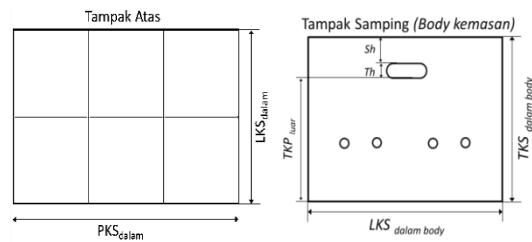
$$PKP_{luar} = PKP_{desain} + (2 \times \text{tebal flute C}) \dots \dots (12)$$

Perancangan Kemasan Sekunder

Kemasan sekunder untuk salak satu tandan yang dirancang yaitu berbahan karton gelombang *double wall flute BC* tipe PTD (*Partial-Telescope Design-Style Box*). Kemasan diberi ventilasi berbentuk lingkaran menyesuaikan dengan ventilasi kemasan primer serta diberi lubang tangan ukuran 85 mm x 25 mm untuk mempermudah pengangkutan (Singh et al., 2008).

Penentuan Dimensi Dalam

Penentuan dimensi dalam kemasan sekunder mengacu pada jumlah kemasan primer dalam kemasan sekunder. Penelitian ini menggunakan 6 (enam) kemasan primer dalam satu kemasan sekunder. Penentuan dimensi dalam kemasan sekunder dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Penentuan dimensi dalam kemasan sekunder

$$PKS_{dalam\ body} = 3 \times PKP_{luar} \dots \dots \dots (15)$$

$$LKS_{dalam\ body} = 2 \times LKP_{luar} \dots \dots \dots (16)$$

$$Sh = 1/3 \times TKP_{luar} \dots \dots \dots (17)$$

$$TKS_{dalam\ body} = TKP_{luar} + Th + Sh \dots \dots \dots (18)$$

$$PKS_{dalam\ cover} = PKS_{dalam\ body} + (2 \times \text{tebal flute BC}) \dots (19)$$

$$LKS_{dalam\ cover} = LKS_{dalam\ body} + (2 \times \text{tebal flute BC}) \dots (20)$$

$$TKS_{dalam\ cover} = 1/2 \times TKS_{dalam\ body} \dots \dots \dots (21)$$

Keterangan:

- PKS = panjang kemasan sekunder
- LKS = lebar kemasan sekunder
- TKS = tinggi kemasan sekunder
- Th = tinggi *hand hole*
- Sh = jarak *head* kemasan dengan *hand hole*

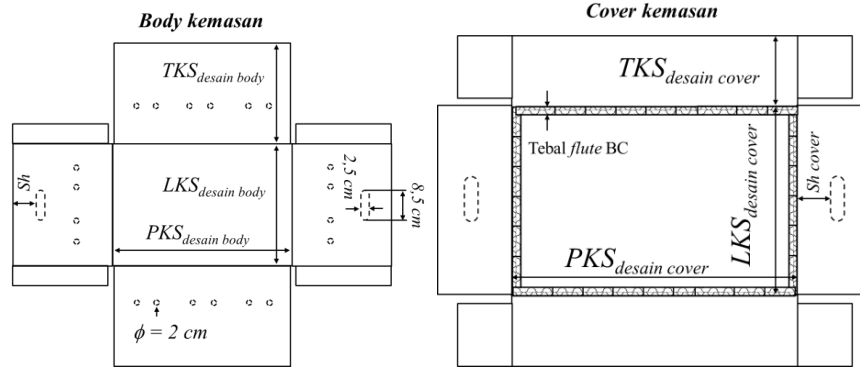
Perhitungan Dimensi Desain

Dimensi desain merupakan penjumlahan antara dimensi dalam kemasan sekunder dengan tebal *flute BC*. Dimensi desain untuk tipe kemasan PTD *double wall* dibedakan menjadi dua perhitungan, yaitu perhitungan desain *body* (Gambar 7) dan perhitungan desain *cover* kemasan (Gambar 8).

$$PKS_{desain\ body} = PKS_{dalam\ body} + \text{tebal flute BC} \dots (22)$$

$$LKS_{desain\ body} = LKS_{dalam\ body} + \text{tebal flute BC} \dots (23)$$

$$TKS_{desain\ body} = TKS_{dalam\ body} + \text{tebal flute BC} \dots (24)$$



Gambar 7. Penentuan dimensi desain kemasan sekunder

$$PKS_{\text{desain cover}} = PKS_{\text{dalam cover}} + \text{tebal flute BC} \dots (25)$$

$$LKS_{\text{desain cover}} = LKS_{\text{dalam cover}} + \text{tebal flute BC} \dots (26)$$

$$Sh_{\text{cover}} = Sh + \text{tebal flute BC} \dots (27)$$

$$TKS_{\text{desain cover}} = TKS_{\text{dalam cover}} + \text{tebal flute BC} \dots (28)$$

Perhitungan Dimensi Luar

Perhitungan dimensi luar merupakan penjumlahan dari dimensi desain kemasan sekunder dengan dua kali ketebalan flute BC (Gambar 8). Perhitungan dimensi luar body kemasan disajikan dalam persamaan berikut:

$$PKS_{\text{luar body}} = PKS_{\text{desain body}} + (2 \times \text{tebal flute BC}) \dots (29)$$

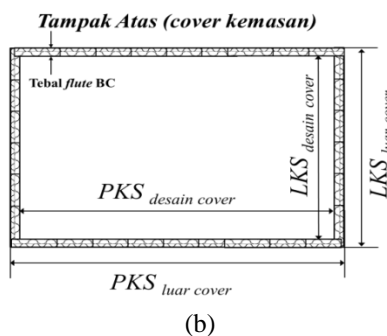
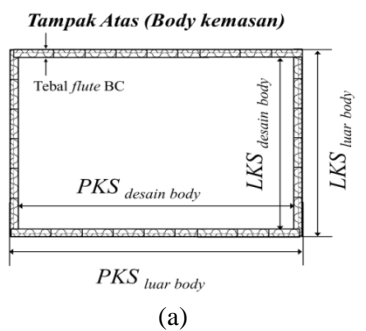
$$LKS_{\text{luar body}} = LKS_{\text{desain body}} + (2 \times \text{tebal flute BC}) \dots (30)$$

$$TKS_{\text{luar body}} = TKS_{\text{desain body}} + \text{tebal flute BC} \dots (31)$$

$$PKS_{\text{luar cover}} = PKS_{\text{desain cover}} + (4 \times \text{tebal flute BC}) \dots (32)$$

$$LKS_{\text{luar cover}} = LKS_{\text{desain cover}} + (4 \times \text{tebal flute BC}) \dots (33)$$

$$TKS_{\text{luar cover}} = TKS_{\text{desain cover}} + \text{tebal flute BC} \dots (34)$$



Gambar 8. Penentuan dimensi luar kemasan sekunder (a) body, (b) cover

Pengujian Beban Tekan Maksimum dan Tumpukan Kemasan

Kemasan hasil rancangan selanjutnya dilakukan pengujian kuat tekan kemasan (*compression strength*) menggunakan alat *Universal Testing Machine Chun Yen*. Pengujian kekuatan tekan ditambahkan tatakan kayu untuk penyebaran gaya. Kecepatan yang digunakan untuk pengujian sebesar 10 mm/menit. Perhitungan jumlah tumpukan kemasan dihitung dengan persamaan Selke (2005) yaitu :

$$SF = \frac{P}{f} \dots (35)$$

$$T_K = \frac{SF}{W} \dots (36)$$

Dimana :

- SF = Safe load on box
- P = Compression strength
- f = Nilai koefisien keselamatan = 2
- T_K = jumlah tumpukan kemasan
- W = berat total kemasan

Efisiensi Penataan Kemasan untuk Transportasi

Perhitungan efisiensi penataan kemasan pada satuan *handling* seperti *pallet* dan bak *pick-up* perlu dilakukan untuk memaksimalkan pengiriman. Nilai efisiensi penataan kemasan pada *pallet* dan bak *pick-up* dihitung menggunakan persamaan 37.

$$E_f = \frac{J_k \times L_k}{L_p} \times 100 \dots (37)$$

Dimana :

- E_f = efisiensi penataan kemasan di atas *pallet* atau bak *pick-up* (%)
- J_k = jumlah kemasan tersusun
- L_k = luas *cover* kemasan sekunder
- L_p = luas *pallet* / bak *pick-up*

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik dan Dimensi Buah Salak Tandan

Buah salak mempunyai sifat mudah rusak dan berumur simpan pendek, salah satunya disebabkan karena luka mekanis akibat terlepasnya salak dari tandannya. Hal tersebut mamacu tingginya

transpirasi dan respirasi buah sehingga memperpendek umur simpan (Pangidoan *et al.*, 2013). Penggunaan kemasan kardus dapat melindungi buah salak terhadap kerusakan mekanis dan kondisi lingkungan sehingga dapat menekan laju transpirasi dan respirasi yang berpengaruh terhadap penurunan mutu selama penyimpanan (Iswahyudi *et al.*, 2015). Buah salak yang telah di panen masih melakukan proses kehidupan seperti melakukan pernafasan (respirasi), penguapan (transpirasi), mengalami perubahan kimiawi dan biologis, termasuk juga mengalami serangan organisme tertentu. Buah salak mempunyai pola respirasi nonklimakterik dan laju transpirasi yang tinggi, proses tersebut dapat menurunkan kualitas buah salak pascapanen (Cahyono, 2016). Oleh karena itu perlu mempertimbangkan kebutuhan udara di dalam kemasan untuk mempertahankan mutu buah salak.

Perancangan kemasan kardus perlu dilakukan optimasi ukuran dan proporsi kemasan dimana kemasan harus sesuai dengan volume produk yang dikemas (Dehankar *et al.*, 2014). Ukuran atau volume produk yang akan di kemas mempengaruhi dimensi kemasan yang di rancang. Kemasan yang terlalu banyak ruang kosong akan menimbulkan peluang untuk kerusakan mekanis akibat guncangan dan benturan yang semakin besar, sehingga diperlukan pengukuran dimensi buah terlebih dahulu.

Buah salak tandan yang dipilih untuk pengukuran yaitu buah salak dengan tingkat kematangan 80% yang mempunyai bobot 1 – 1,5 kg tiap tandan. Pengukuran dimensi buah dilakukan pada 6 sampel yang diambil masing-masing 1 tandan salak tiap pohon. Tabel 1 merupakan hasil observasi pengukuran rata-rata dimensi buah salak dalam satu tandan.

Tabel 1. Dimensi salak satu tandan

Bagian	Keliling (cm)	Diameter (cm)
Lebar	43,00 ± 2,61	13,69 ± 0,83
Tinggi	53,50 ± 2,17	17,04 ± 0,69

Hasil pengukuran dimensi buah salak satu tandan dijadikan acuan untuk menentukan perhitungan dimensi kemasan primer yaitu dengan

Tabel 2. Dimensi kemasan primer hasil rancangan

Parameter	Dimensi Kemasan		
	Dimensi Dalam	Dimensi Desain	Dimensi Luar
Tebal <i>net foam</i> (cm)	0,30		
Tebal <i>flute C</i> (cm)	0,36		
Panjang (cm)	14,90	15,26	15,98
Lebar (cm)	14,90	15,26	15,98
Tinggi (cm)	17,04	17,76	18,48
Luas Kemasan (cm ²)	222,01	232,87	255,36
Volume kemasan (cm ³)	3783,05	4135,73	4719,06

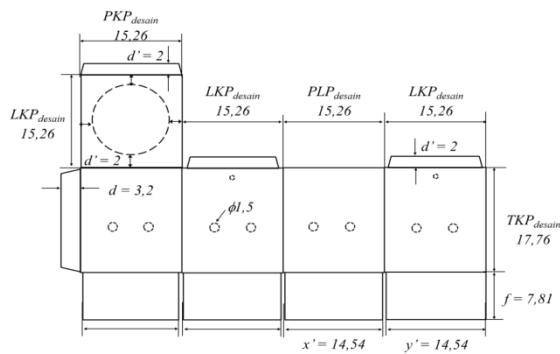
diameter lebar (D_L) 13,69 ± 0,83 cm dan diameter tinggi (D_T) 17,04 ± 0,69 cm.

Perancangan Kemasan Primer

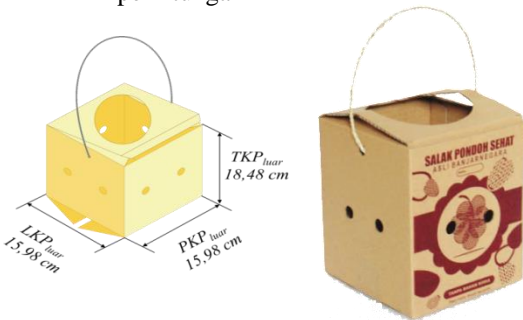
Perancangan kemasan primer diperoleh dengan menentukan dimensi dalam kemasan yaitu dimensi salak satu tandan. Kemasan karton gelombang (kardus) banyak digunakan sebagai kemasan distribusi karena dapat melindungi produk dari kerusakan mekanis akibat benturan, getaran, dan beban kompresi (Pathare *et al.*, 2014). Tahapan dalam merancang kemasan primer terdiri dari tiga tahapan, yaitu menghitung dimensi dalam, dimensi desain, dan dimensi luar (Yulianti *et al.*, 2010). Hasil perhitungan terdapat pada Tabel 2.

Kemasan yang dirancang menggunakan karton gelombang tipe RSC (*Regular Seloted Container*) *flute C kraft 275 gsm* dengan inovasi desain pada bagian tutup kemasan. Singh *et al.* (2009) menyatakan bahwa karton gelombang tipe *Regular Selotted Container* (RSC) merupakan kemasan yang umum digunakan di pasar. *Flute C* dipilih karena mempunyai harga lebih murah tetapi memiliki daya bantalan yang tinggi seperti *flute A* dan memiliki ketahanan tekan datar seperti *flute B* (Nordstrand, 2003). Bagian lebar kemasan diberi tali untuk kemudahan dalam membawa. Kemasan primer mempunyai nilai kuat tekan kemasan maksimum 65 kgf dengan jumlah tumpukan maksimum 23-43 kemasan (hasil perhitungan persamaan 35 dan 36). Nilai kuat tekan kemasan berpengaruh terhadap jumlah tumpukan kemasan. Yulianti *et al.* (2010) menyarankan untuk mengatur jumlah tumpukan agar kemasan pada posisi terbawah tidak mengalami kerusakan yang diakibatkan oleh beban statis dari kemasan di atasnya.

Ventilasi kemasan menggunakan bentuk lingkaran dengan luasan 2 (diameter 1,5 cm) masing-masing 2 lubang pada bagian panjang dan lebar kemasan (Gambar 9 dan Gambar 10). Tawakal *et al.* (2016) menyatakan bahwa nilai kuat tekan kemasan semakin kecil dengan penggunaan luasan ventilasi lebih dari 2% dari total luas permukaan kemasan, sehingga penelitian ini menggunakan luasan ventilasi 2% untuk memperoleh kemasan dengan nilai kuat tekan yang tinggi.



Gambar 9. Dimensi desain kemasan primer hasil perhitungan



Gambar 10. Dimensi luar kemasan primer

Tipe ventilasi, luasan, dan posisi ventilasi dapat mempengaruhi kekuatan kemasan kardus dan mengakibatkan penurunan mutu buah pascapanen (Pathare dan Opara, 2014). Ventilasi berfungsi untuk mempertahankan distribusi udara yang cukup sesuai dengan kebutuhan produk sehingga perpindahan panas produk ke udara dingin akan menjadi optimal, hal ini dapat mengurangi kerusakan produk selama transportasi (Opara dan Fadji, 2018).

Perancangan Kemasan Sekunder

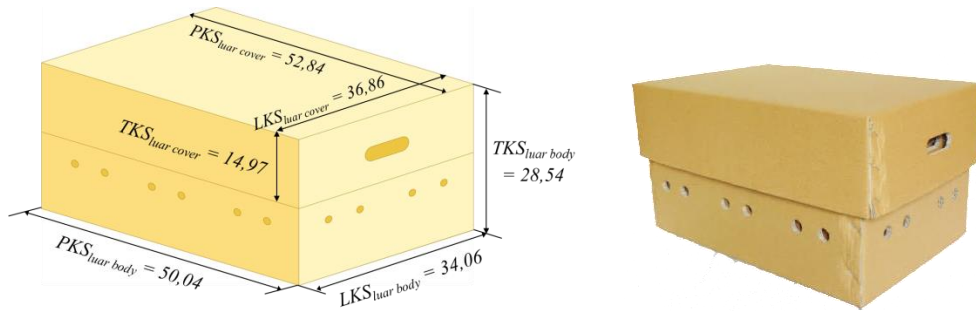
Perancangan kemasan sekunder dimaksudkan untuk mempermudah penanganan dan

mengurangi kerusakan buah salak selama transportasi. Penurunan mutu buah salah satunya disebabkan oleh penggunaan kemasan yang kurang diperhatikan keamanannya selama transportasi berlangsung (Albaar *et al.*, 2015). Rais dan Sheroan (2015) menyatakan bahwa kehilangan pascapanen buah terjadi cukup besar yaitu 30-40%. Kehilangan pascapanen menyebabkan kerugian bagi petani maupun eksportir, sehingga perlu penanganan khusus untuk mengurangi jumlah kehilangan pascapanen tersebut. Kerusakan mekanis buah dapat dikurangi dengan penggunaan kemasan transportasi dan bantalan yang tepat (Chonhenchob dan Singh, 2003). Iswahyudi *et al.* (2015) menyarankan penggunaan kemasan transportasi berupa karton gelombang *double wall flute BC* sehingga mengurangi kerusakan fisik sebesar 13,17%. Hasil perhitungan menggunakan persamaan-persamaan untuk perhitungan dimensi dalam, dimensi desain, dan dimensi luar kemasan sekunder disajikan pada Tabel 3.

Desain kemasan sekunder hasil penelitian mempunyai dimensi $50 \times 34 \times 28$ cm (*body* kemasan) dan $52 \times 36 \times 14$ cm (*cover* kemasan). Kemasan sekunder yang dirancang berbahan karton gelombang *double wall flute BC kraft 150* gsm (tebal *flute* 0,7 cm) dengan tipe kemasan PTD (*Partial Telescope Design-Style Box*) dimana terdiri dari bagian *body* dan *cover* (tutup) kemasan. *Flute BC* dapat meredam getaran dan guncangan selama transportasi. Jung *et al.* (2018) menyatakan bahwa terdapat pengaruh antara getaran dan tumpukan selama transportasi dengan penurunan mutu buah anggur. Bobot buah anggur menurun 6% dan terjadi penurunan Total Padatan Terlarut (TPT) 1,3 °Brix akibat getaran, sehingga keberadaan kemasan yang dapat meredam getaran sangat diperlukan untuk mempertahankan mutu dan memperpanjang umur simpan buah.

Tabel 3. Dimensi kemasan sekunder hasil rancangan

Parameter	Bagian Kemasan	
	Bottom (Body)	Top (Cover)
Dimensi Dalam		
Panjang (cm)	47,94	49,34
Lebar (cm)	31,96	33,36
Sh (cm)	6,16	
Tinggi (cm)	27,14	13,57
Dimensi Desain		
Panjang (cm)	48,64	50,04
Lebar (cm)	32,66	34,06
Sh (cm)		6,86
Tinggi (cm)	27,84	14,27
Dimensi Luar		
Panjang (cm)	50,04	52,84
Lebar (cm)	34,06	36,86
Tinggi (cm)	28,54	14,97
Luas Kemasan (cm ²)	1704,36	1947,68
Volume kemasan (cm ³)	48642,50	29156,81



Gambar 11. Dimensi luar kemasan sekunder

Tipe kemasan PTD *box* mempunyai kekuatan kompresi yang sesuai untuk tumpukan kemasan. Desain kemasan tipe PTD mengacu pada gabungan *flaps* di bagian sisi kemasan, bukan di bagian atas atau bawah. Kemasan sekunder diberi ventilasi berbentuk lingkaran 6 lubang pada sisi panjang dan 4 lubang di sisi lebar, serta diberi *hand hole* di bagian lebar kemasan. Singh *et al.* (2008) menyarankan ukuran lubang tangan 8,5 cm × 2,5 cm dengan jarak sepertiga dari tinggi kemasan. Hilangnya kekuatan kemasan dengan ukuran *handhole* tersebut adalah sebesar 10% sampai 40%. Kemasan sekunder mempunyai nilai kuat tekan kemasan maksimum 132,2 kgf dengan jumlah tumpukan maksimum 3-4 kemasan.

Efisiensi Penataan Kemasan untuk Transportasi

Efisiensi susunan kemasan di atas *pallet* maupun mobil *pick up* dapat diketahui dengan pengukuran luas kemasan, luas *pallet*, dan luas

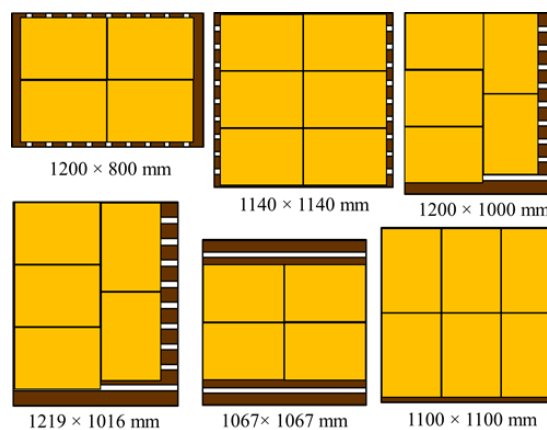
mobil *pick up*. Luas kemasan yang digunakan untuk perhitungan efisiensi yaitu luas kemasan sekunder bagian *cover* karena mempunyai panjang dan lebar paling besar dibandingkan kemasan lainnya.

Efisiensi Penataan Kemasan pada Pallet

Penataan kemasan di atas *pallet* dimaksudkan untuk keperluan ekspor, sehingga diketahui ukuran *pallet* yang cocok dengan kemasan hasil rancangan. *Pallet* merupakan alat bantu dalam distribusi terutama untuk tujuan ekspor (Qanyah dan Ambarsari, 2010), serta mempunyai peranan penting dalam penanganan dan pengangkutan produk dalam rantai pasokan (Roy *et al.*, 2016). Simulasi penataan kemasan menggunakan beberapa ukuran *pallet* menurut standar *International Organization for Standardization* (ISO 6780, 2003) seperti pada Tabel 4 dan Gambar 12. Dengan ukuran *pallet* yang bervariasi maka efisiensi penataan kemasan juga akan beragam.

Tabel 4. Efisiensi penataan kemasan pada *pallet*

Ukuran <i>pallet</i> (mm)	Negara pengguna	Efisiensi penggunaan <i>pallet</i> (%)
1200 × 800	Eropa, Singapura, China	81,3
1140 × 1140	Beberapa negara Eropa, China	90,1
1200 × 1000	Jerman, Belanda, Taiwan, Singapura, Thailand, China, Indonesia	81,3
1219 × 1016	Amerika Serikat, China	78,8
1067 × 1067	Amerika Serikat dan Kanada	68,6
1100 × 1100	Jepang, Taiwan, Korea, Singapura, thailand	96,8



Gambar 12. Susunan kemasan sekunder pada berbagai ukuran *pallet*

Efisiensi muatan *pallet* 90% atau lebih disebut *good fit*, efisiensi 80% disebut *average fit*, dan efisiensi muatan 70% termasuk *poor fit* (Lee, 2005). Tabel 4 menunjukkan bahwa dimensi kemasan distribusi hasil rancangan termasuk ke dalam *average fit* efisiensi pada *pallet* ukuran 1200 × 800 mm dan 1140 × 1140 mm. Oleh karena itu, kemasan distribusi ini dapat memenuhi kebutuhan untuk distribusi ke beberapa negara Eropa, Singapura, dan China yang selama ini negara-negara tersebut menjadi tujuan ekspor buah salak. Nilai efisiensi *pallet* ukuran 1100 × 1100 mm termasuk kedalam *good fit* (96,8 %), namun terdapat susunan kemasan yang melebihi *pallet* (*over-hang*) sebesar 7 mm apabila dilakukan penyusunan 3 kemasan sekunder pada bagian lebar *pallet*. Selain nilai efisiensi, perlu dilihat susunan kemasan diatas *pallet* agar tidak terjadi *over-hang* dengan dasar *pallet*. Susunan kemasan yang melebihi *pallet* dapat mengurangi kekuatan tekan kemasan mencapai 13% (Singh *et al.*, 2011). Hilangnya kekuatan kemasan mengakibatkan dinding kemasan tidak kuat menahan beban tumpukan, sehingga menimbulkan resiko roboh selama penanganan maupun penyimpanan.

Penggunaan *pallet* sangat penting sebagai satuan *handling*, karena menurut Roy *et al.* (2016) menyatakan bahwa penanganan material dan logistik berjalan efisien dengan menggunakan *pallet* yang sesuai dengan standar masing-masing negara. Penggunaan *pallet* dapat meminimasi waktu pemuatan dan pengiriman, serta memaksimalkan efisiensi gudang (Cinar *et al.*, 2017). Penggunaan *pallet* dapat menghemat biaya \$2,60 juta/tahun di Singapura pada tahun 2003. Proses bongkar muat

13.000 kemasan kardus yang berisi kaleng makanan secara manual membutuhkan waktu 3 hari, dan hanya 4 jam apabila menggunakan *pallet* dengan bantuan *forklift*. Oleh karena itu penggunaan *pallet* juga dapat meningkatkan produktivitas dan efisiensi kerja (Hartati, 2007).

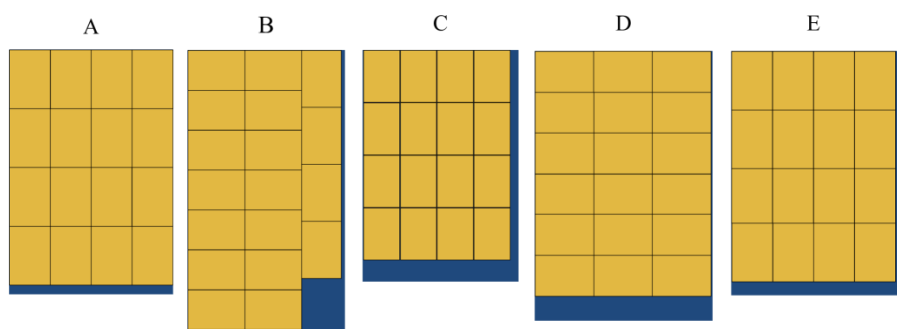
Efisiensi Penataan Kemasan Pada Mobil *pick up*

Pengiriman salak di Banjarnegara biasanya menggunakan mobil *pick up* atau truk untuk alat transportasi lokal maupun luar kota, hal ini juga menyesuaikan dengan kuantitas salak yang akan dikirim. Dimensi dan cara penyusunan kemasan mempengaruhi pemanfaatan ruang bak *pick-up* (Iswahyudi *et al.*, 2015). Beberapa mobil *pick up* yang sering digunakan untuk pengangkutan antara lain seperti pada Tabel 5 dan Gambar 13.

Analisis efisiensi penataan kemasan di atas bak *pick up* dimaksudkan untuk mengetahui muatan pengiriman, dengan tujuan efisiensi distribusi buah yang dijual sehingga dapat memaksimalkan pengiriman (Qanytah dan Ambarsari, 2011). Hasil perhitungan efisiensi menunjukkan bahwa secara keseluruhan kemasan sekunder/distribusi hasil rancangan dapat didistribusikan menggunakan hampir semua jenis mobil *pick-up* dengan efisiensi lebih dari 90% (*good fit*). Jenis mobil yang disarankan untuk distribusi yaitu jenis mobil A dan D, karena pada mobil B terdapat ruang kosong yang dapat memungkinkan kemasan roboh selama transportasi. Nilai efisiensi yang berbeda disebabkan oleh dimensi dan cara penyusunan kemasan sehingga mempengaruhi pemanfaatan ruang bak *pick-up* (Iswahyudi *et al.*, 2015).

Tabel 5. Efisiensi penataan kemasan pada berbagai jenis *pick up*

Jenis Mobil	Ukuran Bak (mm)		Jumlah Kemasan	Efisiensi (%)
	Panjang	Lebar		
A	2200	1480	16	95,9
B	2630	1460	18	91,5
C	2350	1585	16	83,9
D	2425	1600	18	90,6
E	2200	1585	16	89,6



Gambar 13. Penataan kemasan hasil rancangan pada berbagai mobil *pick up* tampak atas untuk layer pertama

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Desain kemasan primer berukuran $15,98 \times 15,98 \times 18,48$ cm atau disesuaikan menjadi $16 \times 16 \times 18,5$. Nilai kuat tekan maksimum kemasan sebesar 65 kgf yang mampu menumpuk 23-43 kemasan primer. Desain kemasan sekunder berukuran $50,04 \times 34,06 \times 28,54$ cm untuk *body* kemasan, dan $52,84 \times 36,86 \times 14,97$ cm untuk *cover* kemasan. Nilai kuat tekan maksimum kemasan sekunder sebesar 132,2 kgf yang mampu menahan 3-4 tumpukan untuk kapasitas buah maksimal 12 kg. Dimensi kemasan sekunder/distribusi termasuk ke dalam *good fit* efisiensi pada *pick-up* (tipe A dan D) dan *average fit* efisiensi pada *pallet* (ukuran 1200×800 dan 1140×1140 mm), sehingga dapat memenuhi kebutuhan untuk distribusi lokal maupun ekspor ke beberapa negara Eropa, Singapura, dan China.

Saran

Perlu dilakukan pengujian transportasi/distribusi buah salak secara langsung menggunakan kemasan hasil rancangan untuk mengetahui perubahan mutu dan umur simpan buah setelah transportasi. Preferensi konsumen juga perlu dilakukan untuk mengetahui apakah sistem kemasan ini dapat diterima oleh konsumen.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Departemen Teknologi Industri Pertanian, Institut Pertanian Bogor atas bantuan dana penelitian melalui program bantuan biaya penelitian program Magister tahun 2016.

DAFTAR PUSTAKA

- Adiharmanto KA, Hartanto R, dan Novita DD. 2013. Perubahan kimia dan lama simpan buah salak pondoh (*Salacca edulis* Reinw) dalam penyimpanan dinamis udara CO₂. *Jurnal Keteknikan Pertanian*. 2(3):123- 132.
- Albaar N, Budiastira IW, dan Hariyadi Y. 2015. Influence of secondary packaging on quality of carrots during transportation. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*. 9 : 348 – 352.
- Cahyono B. 2016. *Panen Untung dari Budi Daya Salak Intensif*. Yogyakarta (ID): Lily Publisher.
- Cinar D, Oliveira JA, Topcu YI, Pardalos PM. 2017. Scheduling the truckload operations in automated warehouse with alternative aisles for pallets. *Journal Applied Softwer Computing*. 52 : 566-574.
- Chonhenchob V dan Singh SP. 2003. A Comparison of corrugated boxes and reusable plastic containers for mango distribution. *Journal Packaging Technology and Science*. 16 (6): 231-237.
- Dehankar RN, Langde AM, Siddiqui S, Tidke DJ. 2014. Review on paper corrugated box manufacturing used in goods packaging. international conference on advantages in engineering dan technology. *IOSR-JMCE*. 2320-334X:28-30.
- Hartati S. 2007. Standar Global untuk Efisiensi Supply Chain II [Internet]. [2007 Oktober 10]. Jakarta (ID). Tersedia pada: http://www.gs1.or.id/news_main.php? [2017 Desember 20].
- [ISO] International Organization for Standardization. 2003. Flat pallet for intercontinental materials handling—Principal dimensions and tolerance [internet]. Tersedia dari <https://www.iso.org/standard/30524.html>. [2018 Februari 22].
- Iswahyudi, Darmawati E, dan Sutrisno. 2015. Perancangan kemasan transportasi buah jambu air (*Syzygium equeum*) cv Camplong. *Jurnal Keteknikan Pertanian*. 3(1):65-72.
- Jung MJ, Lee S, Lee WH, Cho BK, Lee SH. 2018. Effect of vibration stress on quality og packaged grapes during transportation. *Journal Engineering in Agriculture, Environment and Food*. 11 (2): 43-49.
- Kementerian Pertanian. 2015. Rencana Strategis Kementerian Pertanian Tahun 2015-2019 [Internet]. [2015 April 06, Kementerian Pertanian]. Jakarta (ID): Renstra Kementan. hlm 1-339; Tersedia pada: http://www.pertanian.go.id/file/RENSTRA_2015-2019.pdf [2016 Desember 23].
- Lee MH. 2005. Export packaging for agricultural products. institute of korea packaging systems.
- Napitupulu B, Murizaf S, Zulkarnain DH, Tampubolon M. 2001. Karakteristik teknologi pasca panen pengemasan buah salak sidimpuan. balai pengkajian teknologi pertanian gedung johor. Balai Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Departeman Pertanian.
- Nordstrand T. 2003. *Basic Testing and Strength Design of Corrugated Boardand Containers*. Sweden : KFS i Lund AB.
- Opara UL dan Fadiji T. 2018. Compression damage susceptibility of apple fruit packaged inside ventilated corrugated paperboard package. *Journal Scienta*. 227 (2018): 154-161.
- Pangidoan S, Sutrisno, dan Purwanto A. 2013. Simulasi transportasi dengan pengemasan untuk cabai merah keriting segar. *Jurnal Keteknikan Pertanian*. 27(1): 69-76.
- Pathare PB dan Opara UL. 2014. Structural design of corrugated boxes for horticultural produce

- : A review. *Journal Biosystems Engineering*. 125 :128–140.
- Qanytah dan Ambarsari A. 2010. Efisiensi penggunaan kemasan kardus distribusi mangga arumanis. *Jurnal Litbang Pertanian*. 30(1):8-15.
- Rais M dan Sheoran A. 2015. Scope of supply chain management in fruit and vegetables in India. *Journal Food Processing & Technology*. 6 (3): 427-434.
- Roy D, Carrano AL, Pazour JA, Gupta A. 2016. Cost-effectivw pallet management strategies. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*. 93 (2016): 358-371.
- SinghJ, Olsen E, Singh SP, Manley J, Wallance F. 2008. The effect of ventilation and hand holes on loss of compression strength in corrugated boxes. *Journal Applied Packaging Research*. 2(4):227-238.
- Singh J, Kisch R, Chhun J, Olsen E. 2009. Design-an opportunity in reducing corrugated fiberboard carbon footprint. *Journal Applied Packaging Research*. 3(2):105-118.
- Singh SP, Singh J, dan Saha K. 2011. Effect of palletized box offset on compression strength of unitized and stacked empty corrugated fiberboard boxes. *Journal Applied Packaging Research*. 5(3): 157-167.
- Sutrisno, Darmawati E, dan Sukmana D. 2011. Rancangan Kemasan Berbahan Karton Gelombang untuk Individual Buah Manggis (*Garcinia mangostana* L.). *Prosiding Kajian Teknik Pasca Panen dan Proses Hasil Pertanian*. Jember, Indonesia. 21-22 Juli 2011.
- Tawakal MI, Darmawati E, dan Sutrisno. 2016. Transportation packaging design for papaya (*Carica papaya* L.) IPB 9. The 2nd International Symposium on Agricultural and Biosystem Engineering. 2016 August 9-11; Lombok. ISBN 978-602-14315-2-8.
- Trisnawati W dan Rubiyo. 2004. Pengaruh penggunaan kemasan dan lama penyimpanan terhadap mutu buah salak Bali. *Jurnal Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian*. 7(1) : 76-82.
- Yulianti N, Sutrisno, dan Darmawati E. 2010. Improvement of the technology packaging forthe transportation of mangosteen. dalam penyimpanan dinamis udara CO₂. *Jurnal Keteknikan Pertanian*. 4(1) : 55-60.