

PERANCANGAN KEMASAN TRANSPORTASI BUAH MELON (*Cucumis melo* L.)

DESIGN OF TRANSPORT PACKAGING FOR MELON (Cucumis melo L.)

Reishi Ari Daryanti, Nafis Khuriyati*, dan Mohammad Affan Fajar Falah

Departemen Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Gadjah Mada,
Daerah Istimewa Yogyakarta, Indonesia

*Email korespondensi: nafis.khuriyati@ugm.ac.id

Diterima 05-02-2024, diperbaiki 13-11-2025, disetujui 20-11-2025

ABSTRACT

Transportation of melons is an important part in post-harvest activities because melons are usually only cultivated in a few production centers, while consumers are located quite far away. This study aims to design packaging for the transportation of melon and the arrangement of fruit in the packaging using the partition to minimize the potential damage to the fruit. The performance of the packaging was tested by calculating the strength of the packaging, simulating transportation, measuring losses, and drop tests. During the transportation simulation, the temperature ranged from 25.70°C to 34.10°C, the relative humidity ranged from 66.80% to 84%, and the maximum value of vibration value was 8.2 m/s². BC flute wave carton was used as packaging material with a capacity of 20 kg and arranged with five types including simple cubic (SC) without partition, SC partition carton, SC partition straw, SC partition paper, and jumble without partition. The results showed that the strength of the package designed with dimensions of 50 x 33 x 35 cm was 351.49 kgf, and could be stacked up to 5 packages. The least damage occurred in the straw partition SC and the most damage occurred in the SC without partition. The greatest weight loss was 0.89% in the SC with paper paper partition.

Keywords: *mechanical damage, melon, packaging, transportation*

ABSTRAK

Transportasi buah melon merupakan mata rantai penting dalam kegiatan pascapanen karena umumnya buah melon hanya dibudidayakan di beberapa sentra produksi sedangkan konsumen tersebar di daerah yang cukup jauh dari lokasi penanaman. Penelitian bertujuan untuk merancang kemasan transportasi buah melon dan penataan buah dalam kemasan partisi yang tepat untuk meminimalkan potensi kerusakan buah. Penelitian ini meliputi pembuatan desain kemasan dan uji jatuh untuk menguji kekuatan kemasan. Pengujian dilakukan dengan menghitung kekuatan kemasan, simulasi 3 (tiga) kali pengangkutan berulang, menghitung susut bobot, dan melakukan uji jatuh. Selama simulasi pengangkutan, suhu berkisar antara 25,70°C hingga 34,10°C, kelembapan relatif berkisar antara 66.80% hingga 84%, dan nilai maksimum getaran sebesar 8,2 m/s². Karton gelombang *flute* BC digunakan sebagai bahan kemasan dengan kapasitas 20 kg dan disusun dengan lima tipe meliputi *simple cubic* (SC) tanpa partisi, SC partisi karton, SC partisi jerami, SC partisi kertas, dan *jumble* tanpa partisi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kekuatan kemasan yang dirancang dengan dimensi ukuran 50 x 33 x 35 cm adalah 351,49 kgf, dan dapat ditumpuk hingga 5

kemasan. Kerusakan paling sedikit terjadi pada SC partisi jerami dan kerusakan paling banyak terjadi pada SC tanpa partisi. Susut bobot terbesar terjadi pada SC partisi kertas 0,89%.

Kata kunci: kemasan, kerusakan mekanis, melon, transportasi

PENDAHULUAN

Transportasi menjadi salah satu mata rantai terpenting dalam kegiatan pascapanen buah melon karena pada umumnya produksi buah melon hanya terkonsentrasi di beberapa daerah dan pemanenan dilakukan pada musim kemarau (Prayoga et al., 2018). Saat ini, penanganan pascapanen pada tahap transportasi buah melon dari petani ke pedagang besar dilakukan dengan cara menumpuk buah melon menggunakan alas jerami. Padahal, buah melon *sky rocket* termasuk ke dalam buah klimaterik dan memiliki kandungan air yang tinggi, sehingga mudah mengalami kerusakan mekanis atau bersifat *perishable* (Hutabarat et al., 2019).

Melon (*Cucumis melo* L.) merupakan buah yang memiliki banyak manfaat bagi kesehatan tubuh karena kaya akan vitamin dan mineral. Varietas melon *sky rocket* dipilih karena banyak dibudidayakan di Indonesia. Melon varietas ini sering disebut melon hijau. Melon ini memiliki ciri khas bentuknya yang bulat, kulit berwarna hijau dengan jaring atau jala berwarna abu-abu, daging buah berwarna hijau hingga hijau kekuningan, dan tekstur daging buah yang lembut dan berair (Hutabarat et al., 2019).

Selama pengangkutan, produk mengalami berbagai kondisi yang dapat menyebabkan kerusakan, baik risiko lingkungan seperti suhu dan kelembapan, maupun risiko fisik seperti gesekan, benturan, dan tekanan. Penelitian yang dilakukan oleh Choi et al., (2018) menemukan bahwa buah melon mengalami penurunan bobot sebesar 2-4% setelah dilakukan transportasi selama 3 hari dengan kapal kontainer. Selain itu, transportasi buah melon tanpa partisi atau penyekat dapat meningkatkan kerusakan

visual pada buah melon berupa bercak coklat dan memar akibat benturan. Buah melon yang dikemas dengan diberi pelapis plastik memiliki tingkatan perubahan warna kulit menjadi kecoklatan lebih rendah yaitu sebesar 30-40% sedangkan buah melon yang tidak diberi pelapis mengalami perubahan warna kecoklatan sebesar 90%. Buah melon yang dilapisi dengan film plastik PE memiliki tingkatan penerimaan yang tinggi setelah dilakukan transportasi selama 1 hari dibandingkan dengan buah melon tanpa pelapis. Pada penelitian yang dilakukan oleh Satuhu pada Widhiantari et al., (2019), jumlah buah tomat yang rusak selama proses pengangkutan akibat dari penanganan yang kurang baik mencapai 30-50%. Penelitian yang dilakukan oleh Rozana et al., (2021) menyatakan bahwa kerusakan tanaman hortikultura seperti sayuran, buah-buahan, dan bunga potong dapat mencapai 30-50% jika penanganan pasca panen tidak tepat. Kerugian pascapanen yang cukup signifikan ini mengakibatkan kerugian bagi petani dan penjual.

Perlindungan buah menggunakan kemasan perlu dilakukan selama transportasi. Kemasan dapat melindungi produk dan mempermudah mobilitas buah. Dalam penelitian yang dilakukan oleh Ambaw et al., (2021) menyatakan bahwa kemasan karton dapat melindungi kerusakan secara mekanik dan getaran yang merupakan sumber kerusakan selama transportasi. Penelitian yang dilakukan oleh Perdana et al., (2019) menunjukkan bahwa penggunaan kemasan dalam transportasi yang dimodelkan melalui penggetaran dengan frekuensi 2,5 Hz, 3 Hz, dan 3,5 Hz putaran motor dalam 120 menit penggetaran pada buah apel dapat mengurangi kerusakan melalui uji susut bobot dan luasan memar. Sasaki et al., (2022) menyatakan bahwa buah

stroberi tanpa partisi mengalami kerusakan sebesar 5,51% yang lebih tinggi apabila dibandingkan dengan kerusakan stroberi dengan partisi plastik yaitu sebesar 0,86% selama transportasi sejauh 50 km.

Sampai saat ini, penelitian mengenai rancangan kemasan buah melon untuk mengurangi resiko kerusakan selama transportasi darat, terutama kemasan karton, masih terbatas. Penelitian ini bertujuan untuk merancang kemasan yang sesuai untuk transportasi buah melon *sky rocket* dan penataan buah dalam kemasan menggunakan bahan partisi yang tepat guna meminimalisir kerusakan pada buah.

Penggunaan kemasan karton pada transportasi mampu mengurangi tingkat kerusakan pada buah dengan cara meredam getaran selama transportasi. Penggunaan partisi dalam kemasan buah juga mampu mengurangi kerusakan buah karena dapat mencegah benturan antar buah selama transportasi.

METODE PENELITIAN

Penelitian terdiri dari tiga tahap utama, yaitu mengukur sifat fisik buah, merancang dan membuat kemasan, serta menguji kemasan yang telah dirancang. Pengukuran sifat fisik buah yang diukur meliputi rata-rata berat buah, dimensi buah, tinggi buah, dan luas permukaan buah. Kemudian perancangan dan pembuatan kemasan ditentukan berdasarkan ukuran fisik dari buah dan dilengkapi *interlock* antar kemasan, ventilasi dan *handhole*. Pengujian dilakukan dengan menghitung kekuatan kemasan, simulasi pengangkutan sebanyak 3 (tiga) kali pengulangan dan mengukur suhu, kelembaban relatif (RH), dan getaran. Selanjutnya dilakukan pengukuran susut bobot dan pengujian penjatuhan.

Alat

Peralatan yang digunakan terdiri dari timbangan digital, penggaris, meteran dan

cutter, Ebro EBI 20-TH1 temperature & humidity datalogger (Xylem Inc, German, *vibration meter* VB-8202 (Lutron, Taiwan) dan mobil *pick up* dengan ukuran bak panjang x lebar adalah 2350 mm x 1585 mm.

Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah buah melon *sky rocket* dengan umur panen ± 70 hari yang didapatkan dari dua lahan berbeda di pesisir Pantai Trisik Kabupaten Kulon Progo, karton gelombang *double wall* dengan jenis *flute* BC, kotak kayu, dan bahan partisi diantaranya karton gelombang *single wall* dengan ketebalan 3 mm, kertas parut, dan jerami.

Perancangan dan Pembuatan Kemasan

Desain kemasan transportasi buah melon ini dirancang mengacu pada *corrugated board* yang dilakukan oleh Iswahyudi et al. (2015) meliputi Panjang Kemasan Luar (PKL), Lebar Kemasan Luar (LKL), dan Tinggi Kemasan Luar (TKL) dengan rumus:

$$PKL = (Dp \times Nbp) + (Tb_{inner} \times Ni) + (T_{outer} \times 2)$$

$$LKL = (Dl \times Nbl) + (Tb_{inner} \times Ni) + (T_{outer} \times 2)$$

$$TKL = (Dt \times Nbt) + (Tb_{inner} \times Ni) + (T_{outer} \times 2)$$

Keterangan:

D	= diameter buah
Nb	= jumlah buah sisi
Tb <i>inner</i>	= tebal partisi
Ni	= Jumlah partisi sisi
Tb <i>outer</i>	= Tebal kemasan

Perhitungan Kekuatan Kemasan dan Jumlah Tumpukan Kemasan

Perhitungan Kekuatan Kemasan (KK) dilakukan dengan rumus Mc Kee dalam Iswahyudi et al. (2015). Perhitungan *Safe Load* (SF), dan jumlah Tumpukan Kemasan (TK) dilakukan

dengan persamaan Selke dalam Srimurni et al, (2018) yaitu:

$$KK = 5.87 P_m \cdot \sqrt{hz}$$

$$SF = \frac{P}{f}$$

$$TK = \frac{SF}{W}$$

Keterangan:

P_m = nilai *edgewise strength* untuk *flute BC* = 6 kgf/cm
 h = tebal *flute*
 z = keliling sisi atas kemasan
 P = *compression strength* (N)
 f = nilai koefisien keselamatan
 W = berat total kemasan

Jenis Partisi dalam Kemasan

Dalam penelitian ini digunakan lima jenis partisi yang disusun dengan pola *simple cubic* (SC) meliputi non-partisi, partisi karton, partisi jerami, partisi kertas, dan non-partisi yang disusun dengan pola *jumble*.

Simulasi Transportasi dan Pengamatan Buah Pasca Simulasi Transortasi

Simulasi transportasi dilakukan menggunakan dengan mobil *pick-up box* terbuka dari kebun melon di pesisir Pantai Trisik, Galur, Kecamatan Kulon Progo menuju Pasar Sayur dan Buah Gamping, Kabupaten Sleman dengan jarak tempuh 32,9 km. Pengamatan buah pasca simulasi dilakukan secara visual terhadap kerusakan buah. Untuk meminimalkan subyektifitas, kriteria kerusakan telah ditetapkan, yaitu luka gores, memar, dan pecah pada buah. Selain itu pengamatan dilakukan oleh peneliti yang sudah dilatih oleh petani melon. Perhitungan persentase kerusakan buah melon dilakukan menggunakan rumus:

$$\text{Persentase Kerusakan} = \frac{JBR}{TSB} \times 100\%$$

Keterangan:

JBR = Jumlah Buah Rusak

TSB = Total Semua Buah

Pengamatan susut bobot dilakukan dengan menimbang bobot buah sebelum transportasi dan setelah transportasi. Susut bobot dihitung dengan rumus:

$$\% \text{ Susut bobot} = \frac{W - W_a}{W} \times 100\%$$

Keterangan:

W = Bobot sebelum transportasi
 W_a = Bobot buah setelah transportasi

Pengujian Penjatuhan

Pengujian penjatuhan dilakukan secara manual dengan cara mengangkat kemasan menggunakan kedua tangan hingga mencapai ketinggian tertentu, kemudian dilepaskan secara spontan tanpa gaya tambahan agar kemasan jatuh secara bebas ke permukaan lantai. Dipilih dua variasi ketinggian, yaitu 75 cm yang merupakan tinggi dari bak mobil *pick-up* ke tanah dan 105 cm yang merupakan tinggi dari bak mobil *truck* ke tanah. Pengamatan dan perhitungan kerusakan buah pasca penjatuhan dilakukan dengan metode yang sama dengan kerusakan buah pasca simulasi transportasi.

Analisis Data

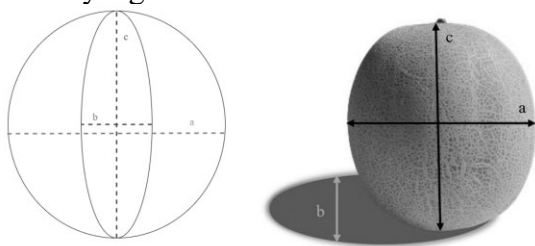
Analisis one way ANOVA dilakukan untuk mengetahui perbedaan persentase kerusakan buah melon setelah simulasi transportasi, susut bobot, dan hasil pengujian jatuh dari berbagai jenis kemasan yang didesain. Perlakuan yang diberikan adalah perbedaan partisi sebanyak 6 jenis partisi kemasan. Diantaranya adalah kemasan karton yang disusun dengan pola *simple cubic* (SC) meliputi non-partisi, partisi karton, partisi jerami, partisi kertas, dan non-partisi yang disusun dengan pola *jumble*. Serta kotak kayu partisi jerami sebagai gambaran yang umum digunakan dalam distribusi buah melon saat ini. Keenam jenis perlakuan kemasan tersebut dilakukan simulasi

transportasi sebanyak 3 kali. Analisis tingkat kerusakan secara visual, susut bobot, dan pengujian penjatuh dilakukan pada semua sampel melon.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Fisik Melon *Sky Rocket*

Karakteristik fisik buah melon meliputi diameter buah dan bobot buah merupakan informasi yang digunakan untuk menentukan desain kemasan transportasi yang tepat pada buah melon. Berat buah melon diukur menggunakan timbangan digital dan dimensi buah diukur menggunakan penggaris dengan melakukan pengukuran sebanyak tiga kali pada tiap buah untuk mendapatkan dimensi yang mendetail.



Gambar 1. Titik Pengukuran Dimensi Buah Melon dalam Bentuk Individu

Untuk menentukan jumlah buah dalam kemasan dilakukan pengukuran data fisik dari buah melon. Dalam penelitian ini ditemukan bahwa buah melon *sky rocket* memiliki ukuran seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Rataan Hasil Pengukuran Dimensi dan Bobot Buah Melon (n=30)

Parameter pengukuran	Rata-rata	Simpangan baku
Diameter a (cm)	15,49	0,85
Diameter b (cm)	15,41	0,79
Diameter c (cm)	16,60	1,71
Berat buah (g)	1.637,77	247,76

n = 30

Penentuan Jenis Material dan Bobot Isi Kemasan

Material kemasan yang dipilih dalam penelitian ini adalah karton bergelombang *double wall* dengan jenis *flute BC*, karena jenis *flute* tersebut mampu meredam getaran dan guncangan selama transportasi (Srimurni et al., 2018). Selain itu, kemasan ini juga cocok untuk *bulk packaging* buah dan sayuran (Dwibedi et al., 2024). Pada penelitian ini, bobot satu kemasan ditentukan sebesar 20 kg. Berdasarkan penelitian Dahniar & Leksonowati (2019), perhitungan *Lifting Index* (LI) pada sampel yang mengangkat beban kerja 20 kg tidak menunjukkan adanya risiko cedera tulang belakang. Sebaliknya, penelitian Anggraini et al., (2023) mengungkapkan bahwa pengangkatan beban kerja 25 kg teridentifikasi menimbulkan risiko cedera tulang belakang.

Bentuk penyusunan buah melon yang disusun dengan pola kubik sederhana ini terletak pada bagian sudut kubik. Dengan bobot keseluruhan dalam satu kemasan 20 kg dan rata-rata bobot satu buah melon 1.64 kg, maka dalam satu kemasan akan berisi 12 buah melon.

Dari penentuan bobot isi kemasan tersebut, selanjutnya dilakukan penentuan jumlah buah dalam satu kemasan dengan penyusunan pola *Simple Cubic* (SC).

Perancangan dan Pembuatan Kemasan

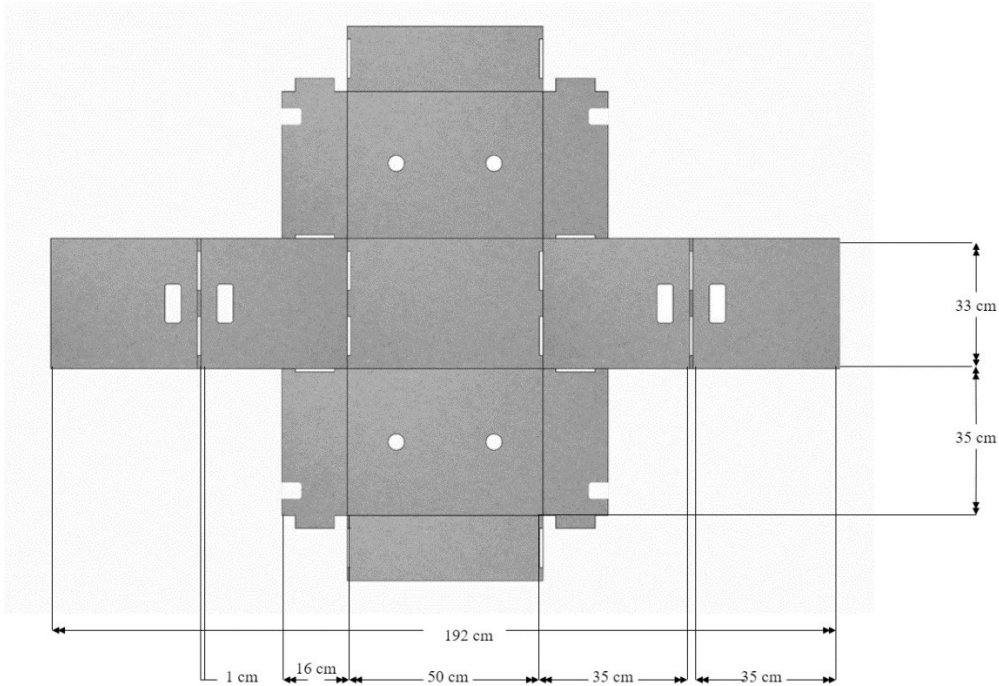
Penentuan dimensi kemasan bergantung dengan jumlah buah dalam satu kemasan dan dimensi buah yang akan dikemas, selain itu tebal kemasan utama (*outer*), dan kemasan dalam (*inner*) atau partisi juga harus diperhitungkan. Hasil perhitungan dimensi kemasan transportasi buah melon berkapasitas 12 buah disajikan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Dimensi Kemasan Hasil Rancangan Buah Melon Berkapasitas 12 Buah

Parameter		Hasil rancangan
Dimensi dalam	Panjang (cm)	48,8
	Lebar (cm)	31,8
	Tinggi (cm)	33,8
Dimensi luar	Panjang (cm)	50
	Lebar (cm)	33
	Tinggi (cm)	35
Luas kemasan (cm ²)		13.660
Volume kemasan (cm ³)		52.452
Volume buah dalam kemasan (cm ³)		47.576

Dari perhitungan dimensi kemasan transportasi melon yang telah ditentukan, kemudian dibuat bentuk jaring-jaring kemasan yang berguna untuk memudahkan dalam proses pembuatan kemasan. Dalam merancang jaring-jaring,

diperlukan adanya ruang pada bagian yang dilipat, agar lekukan pada kemasan tidak memakan tempat dan mengurangi volume kemasan. Jaring-jaring kemasan pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Jaring-Jaring Kemasan Hasil Rancangan

Perhitungan Kekuatan Kemasan dan Jumlah Tumpukan Maksimum

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kekuatan maksimum kemasan terhadap tekanan eksternal dan juga seberapa baik kemasan karton dapat menahan tumpukan selama proses distribusi atau penyimpanan. Pada penelitian ini, pengukuran kekuatan kemasan yang telah dirancang dilakukan

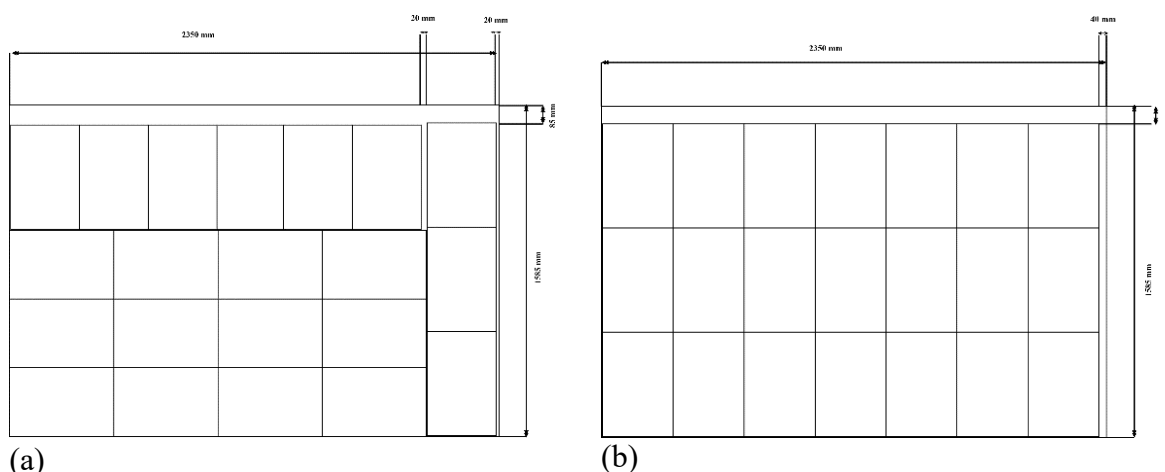
secara teoritis, yakni menggunakan rumus McKee. Formula McKee merupakan metode sederhana dan praktis yang memanfaatkan parameter kertas, papan, dan kotak dengan konstanta yang dipilih secara acak (Fehér et al., 2023). Pendekatan model persamaan McKee ini mampu merepresentasikan kekuatan tekan dalam kondisi nyata dengan tingkat

kepercayaan yang cukup tinggi (Aloumi et al., 2015).

Hasil perhitungan menggunakan rumus McKee, didapatkan besarnya nilai *compression strength* secara teoritis adalah 351,494 kgf atau 3.446,750 N. Data kekuatan tekan tersebut selanjutnya dapat dijadikan acuan untuk menghitung tinggi tumpukan kemasan saat dilakukan transportasi. Perhitungan jumlah tumpukan maksimum pada kemasan hasil rancangan dilakukan menggunakan rumus McKee. Dengan nilai SF sebesar 1.148,9 N dan gaya total satu kemasan 206,651 N, maka jumlah tumpukan maksimum adalah 5 dengan tinggi tumpukan maksimum 175 cm.

Penataan Kemasan pada Mobil *Pick Upbox* Terbuka

Penataan kemasan dalam bak mobil *pick up* terbuka akan menentukan tingkat efisiensi pemakaian ruang. Pada penyusunan kemasan Gambar 4(a) bak mobil mampu memuat hingga 21 kemasan, dengan efisiensi pemakaian ruang sebesar 93.80%. Sedangkan penyusunan seperti pada Gambar 4(b), jumlah kemasan yang dimuat sama namun memiliki tingkat efisiensi yang lebih rendah, yakni 93.02%. Dengan perbedaan tingkat efisiensi yang sedikit, penataan kemasan lebih disarankan seperti pada Gambar 4(b), karena dalam prakteknya lebih mudah dilakukan.

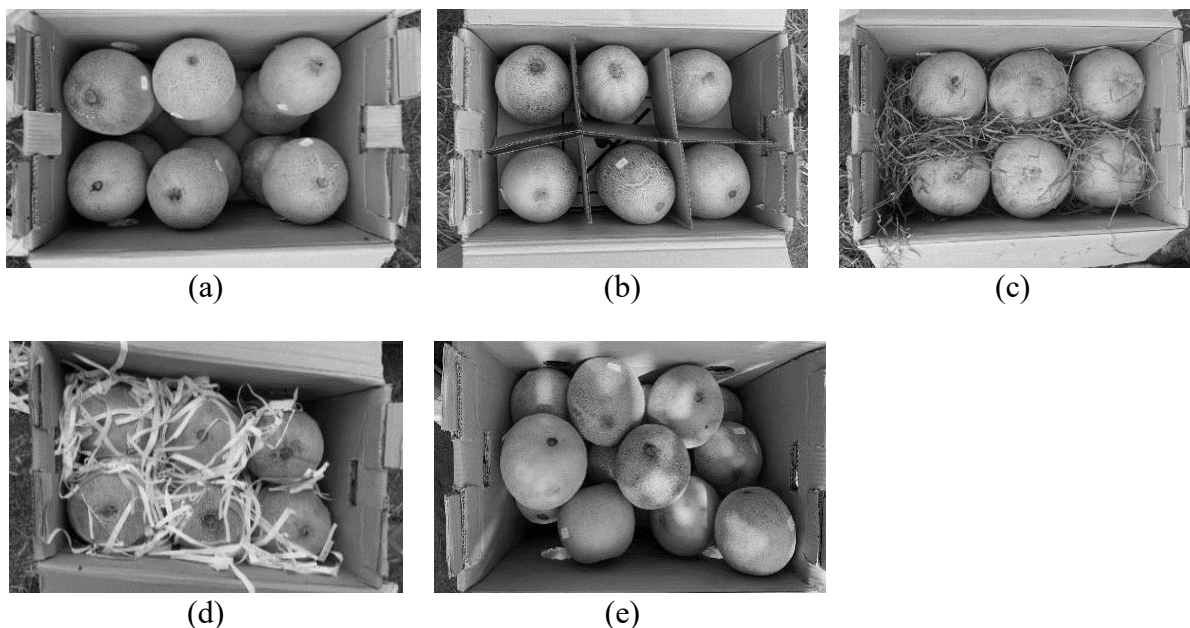


Gambar 4. Penataan Kemasan Pada Bak *Pick Up*

Susunan Pola Buah dan Jenis Partisi dalam Kemasan

Pada penelitian ini, dilakukan pengujian pada beberapa variasi susunan pola buah melon dan bahan partisi buah melon dalam kemasan. Pola penyusunan buah melon yang dipilih adalah pola *jumble* dan *Simple Cubic* (SC). Kemudian, variasi bahan pengisi atau partisi antar

buah yang dipilih adalah kardus/karton *single wall* dengan ketebalan *flute* 3 mm, kertas parut, dan jerami. Perlakuan partisi yang berbeda-beda ini dilakukan untuk mengetahui material partisi mana yang memiliki daya peredam getaran yang paling baik. Pola susunan buah melon serta variasi jenis partisi dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Penyusunan Buah Melon (a) SC Tanpa Partisi, (b) SC Partisi Karton, (c) SC Partisi Jerami, (d) SC Partisi Kertas Parut, (e) *Jumble* Tanpa Partisi.

Suhu, Kelembaban Relatif, dan Getaran Selama Transportasi

Selama simulasi transportasi, dilakukan pengukuran suhu dan kelembapan relative menggunakan *temperature & humidity datalogger*, serta pengukuran getaran menggunakan

vibration meter. Seluruh pengukuran ini dilakukan di luar kemasan. Hasil dari pengukuran suhu, kelembapan relatif, dan getaran disajikan secara berturut-turut dalam Tabel 3, Tabel 4, dan Tabel 5 berikut.

Tabel 3. Mean, Median, dan Modus Suhu Saat Transportasi

	Pengulangan 1	Pengulangan 2	Pengulangan 3
Mean (°C)	30,47	26,58	32,43
Median (°C)	30,50	26,50	32,30
Modus (°C)	30,60	26,60	33,70
Maximum (°C)	31,00	27,80	34,10
Minimum (°C)	30,10	25,70	30,60

Pada data suhu yang disajikan dalam Tabel 3, diketahui terjadinya perbedaan suhu pada tiap pengulangan simulasi, karena perbedaan waktu perjalanan yang dilakukan pada masing-masing pengulangan. Menurut Sudjatha & Wisaniyasa (2017), penyimpanan buah yang dilakukan pada suhu 0 - 35°C menyebabkan laju respirasi buah meningkat 2 - 2,5 kali untuk setiap kenaikan suhu 8°C. Sedangkan pada suhu 40°C, buah dan sayuran dapat mencapai

laju respirasi yang tinggi, hal ini dapat menyebabkan umur simpan buah dan sayuran yang pendek. Dari ketiga pengulangan tersebut, didapatkan suhu paling tinggi adalah 34,10°C yakni terjadi pada pengulangan 3 dengan waktu perjalanan pukul 15.23 WIB – 16.59 WIB, suhu tersebut tidak dapat memperlambat laju respirasi yang terjadi pada buah melon, namun juga tidak membuat buah melon melakukan laju respirasi yang tinggi. Sedangkan, suhu paling rendah saat

simulasi transportasi adalah 25,70°C yang terjadi pada pengulangan 2 dengan waktu perjalanan pukul 17.22 WIB – 18.29 WIB. Oleh karena itu, akan lebih baik jika buah melon dipanen ketika sore hari dan

dilakukan pengiriman pada malam harinya, mengingat suhu pada malam hari lebih rendah daripada siang hari, sehingga dapat menekan laju respirasi pada buah melon.

Tabel 4. Mean, Median, dan Modus Kelembaban Relatif Saat Transportasi

	Pengulangan 1	Pengulangan 2	Pengulangan 3
Mean (%)	69,21	80,65	67,40
Median (%)	69,10	80,50	65,40
Modus (%)	69,10	78,50	63,20
Maximum (%)	72,80	84,00	75,30
Minimum (%)	66,80	77,70	61,90

Kelembaban relatif erat kaitannya dengan suhu, semakin tinggi suhu udara, maka kelembaban udara semakin rendah. Menurut Sudjatha & Wisaniyasa (2017), kelembaban relatif yang disarankan pada buah dengan tingkat warna hijau dan sedikit berwarna kuning adalah 85 - 90%. Namun, apabila buah memiliki tingkat warna hijau yang lebih banyak daripada kuning, maka kelembaban relatifnya harus diturunkan yaitu antara 70 - 75%. Sedangkan nilai kelembaban relatif terendah yang didapatkan dari simulasi transportasi adalah 61,90% yang terjadi pada pengulangan ketiga, hal ini sesuai karena pada data suhu pengulangan ketiga memiliki suhu paling tinggi. Nilai rata-rata kelembaban relatif pada pengulangan ketiga yakni 63,20% masih lebih rendah dari yang disarankan, hal ini membuat

buah melon rentan kehilangan air lebih banyak selama proses transportasi.

Pada data transportasi di atas, didapatkan nilai getaran yang berbeda pada tiga kali pengulangan padahal transportasi dilakukan pada jalur yang sama, hal ini terjadi karena kondisi jalan yang berbeda-beda pada tiap ulangan. Kondisi jalan yang dimaksud ialah kemacetan dan kecepatan mobil bergerak. Menurut Wicaksono et al., (2017), percepatan frekuensi getaran per satuan waktu tidak boleh melebihi 12,6 m/s², standar tersebut berlaku untuk kendaraan transportasi dan juga untuk kendaraan di industri. Dari data percepatan getaran transportasi yang didapatkan, data getaran tidak melebihi 12,6 m/s², sehingga getaran masih dianggap aman, dan masih dapat ditoleransi.

Tabel 5. Mean, Median, dan Modus Getaran Saat Transportasi

	Pengulangan 1	Pengulangan 2	Pengulangan 3
Mean (m/s ²)	4,08	2,81	1,40
Median (m/s ²)	4,5	3,2	1,1
Modus (m/s ²)	7,3	3,3	0,5
Maximum (m/s ²)	8,2	4,6	3,9
Minimum (m/s ²)	0	0	0

Analisis Tingkat Kerusakan Buah Pasca Simulasi Transportasi

Kemampuan kemasan hasil rancangan dalam meminimalisir risiko kerusakan buah melon dapat dilihat dari persentase kerusakan fisik buah melon setelah dilakukan simulasi transportasi.

Memar pada buah disebabkan oleh getaran dan guncangan selama transportasi, selain itu dapat disebabkan oleh gesekan antara buah dengan buah dan buah dengan dinding kemasan. Ciri-ciri fisik buah yang mengalami memar adalah terjadi kerusakan sel dan kemudian berubah

warna *sub sequent browning*. Ketika mengalami *stress*, sel-sel individu terdistorsi atau berubah bentuk yang mengarah ke ekstensi dinding sel, dan akhirnya mengakibatkan kerusakan (Perdana et al., 2019).

Pada penelitian ini, selain dilakukan simulasi transportasi pada kemasan yang telah dirancang, juga dilakukan simulasi transportasi menggunakan kotak kayu yang di dalamnya disusun buah melon dan partisi berupa jerami. Kemasan kotak kayu

ini umum digunakan dalam distribusi buah melon saat ini. Hal ini dilakukan untuk mengetahui seberapa tingkat kerusakan yang ditimbulkan tanpa menggunakan kemasan karton. Untuk menganalisis tingkat kerusakan fisik buah melon, dilakukan pengamatan visual pada setiap buah melon dengan cara melihat kerusakan fisik berupa memar, goresan, luka, maupun pecah. Tingkat kerusakan buah melon pasca transportasi dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Rata-Rata Kerusakan Buah Melon Pasca Simulasi Transportasi

Kemasan	Kerusakan Buah Melon Pasca Simulasi Transportasi (%)
SC tanpa partisi	13,89 ± 4,81 ^a
SC partisi karton	2,77 ± 4,80 ^a
SC partisi jerami	2,77 ± 4,80 ^a
SC partisi kertas	5,55 ± 9,62 ^a
<i>Jumble</i> tanpa partisi	14,39 ± 8,35 ^a
Kotak kayu partisi jerami	23,41 ± 6,10 ^a

Keterangan: Notasi huruf serupa berarti tidak ada perbedaan nyata

Meskipun tidak ada perbedaan yang signifikan untuk persentase kerusakan setelah transportasi dari semua jenis kemasan, namun untuk kemasan tanpa partisi dan kotak kayu cenderung menghasilkan kerusakan yang lebih tinggi. Rendahnya kerusakan buah melon pada kemasan dengan penyusunan pola *SC* dengan partisi dikarenakan guncangan yang terjadi selama proses pengiriman tidak terlalu berpengaruh pada susunan buah melon dalam kemasan, karena buah yang disusun dalam pola *SC* mempunyai kedudukan atau posisi buah yang sama/kompak. Sedangkan pada penyusunan pola *jumble* buah dalam kemasan disusun tidak beraturan, sehingga memiliki banyak celah. Hal ini membuat buah dalam penyusunan pola *jumble* mudah mengalami benturan antar buah dan memiliki tingkat kerusakan yang tinggi. Persentase kerusakan paling besar terjadi dalam kemasan kotak kayu. Hasil ini sesuai dengan penelitian yang

dilakukan oleh Purbey et al., (2019), kotak kayu yang menggunakan paku atau logam untuk merakit potongan kayu dapat merusak kulit buah dan lebih lanjut menyebabkan buah cepat matang serta kehilangan kelembaban yang berlebihan.

Susut Bobot

Susut bobot merupakan faktor yang mengindikasikan terjadinya penurunan kualitas buah dan paling sering disebabkan adanya proses respirasi dan transpirasi. Transpirasi merupakan faktor utama yang menyebabkan terjadinya susut bobot, karena terjadi perubahan fisikokimia berupa penyerapan dan pelepasan air ke lingkungan. Susut bobot ditentukan dengan cara menimbang bobot tiap buah melon pada saat telah tiba di lokasi tujuan, dan kemudian dibandingkan dengan bobot sebelum transportasi. Persentase susut bobot pada tiap kemasan dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Susut Bobot Pada Tiap Kemasan

Kemasan	Susut Bobot Buah Melon Pasca Simulasi Transportasi (%)
SC tanpa partisi	$0,73 \pm 0,25^a$
SC partisi karton	$0,81 \pm 0,27^a$
SC partisi jerami	$0,77 \pm 0,26^a$
SC partisi kertas	$0,89 \pm 0,27^a$
<i>Jumble</i> tanpa partisi	$0,77 \pm 0,20^a$
Kotak kayu partisi jerami	$0,77 \pm 0,27^a$

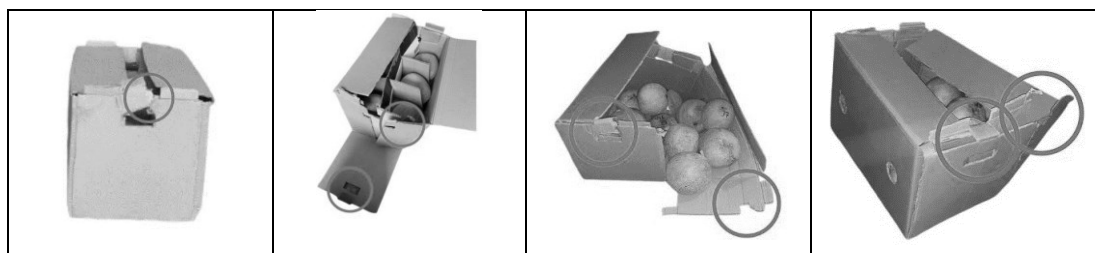
Keterangan: notasi huruf serupa berarti tidak ada perbedaan nyata

Susut bobot terbesar terjadi pada buah melon dengan menggunakan kemasan partisi berupa kertas. Hal ini dapat terjadi karena banyaknya bahan pengisi kertas yang membuat udara sulit untuk keluar masuk, atau kurangnya rongga yang berfungsi sebagai jalan masuknya udara, sehingga membuat laju transpirasi menjadi besar. Besarnya laju transpirasi ini menyebabkan jaringan buah mengalami pengerutan dan penyusutan bobot buah yang besar. Sedangkan susut bobot terkecil terjadi pada kemasan buah melon penyusunan pola SC tanpa partisi. Hal ini terjadi karena buah dalam kemasan tanpa partisi memiliki ruang yang cukup, sehingga udara dapat keluar masuk lebih mudah.

Pengujian Penjatuhan

Pengujian penjatuhan berfungsi untuk menguji bagaimana kekuatan kemasan yang dirancang dalam

melindungi buah yang dikirim. Tidak dapat dipungkiri bahwa ketika mendistribusikan produk, ada kemungkinan besar kemasan terjatuh, tertumpuk, atau terlempar, yang dapat menyebabkan kerusakan pada buah dalam kemasan. Pada penelitian ini, uji penjatuhan dilakukan secara manual yakni dengan menjatuhkan tiap variasi kemasan yang dirancang pada titik ketinggian tertentu. Setelah uji penjatuhan dilakukan, kemudian dilakukan *unpackaging* untuk melihat kondisi buah yang dikemas, serta menganalisis kerusakan fisik yang terjadi pada buah tersebut. Terdapat dua variasi titik ketinggian uji penjatuhan, ketinggian pertama yakni 75 cm merupakan ketinggian dari bak mobil *pick up* ke tanah dan ketinggian kedua yakni 105 cm karena mempresentasikan ketinggian dari bak truk ke tanah. Kerusakan kemasan setelah dilakukan uji penjatuhan dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Kerusakan Pada Kemasan Setelah Dilakukan Uji Penjatuhan

Berdasarkan gambar di atas, dapat diketahui bahwa kerusakan kemasan hasil rancangan dialami pada titik yang sama, yakni pada bagian *handhole* kemasan. Hal ini disebabkan karena pada kemasan sisi bagian samping atau sisi lebar x tinggi,

letak *handhole* pada kemasan berada di tengah-tengah antara lubang *interlock* kemasan, sehingga membuat dinding kemasan bagian samping semakin berkurang kekuatannya. Perhitungan tingkat kerusakan buah melon setelah uji

penjatuhan dapat dilihat pada Tabel 8. Penyusunan buah melon dengan pola *SC* tanpa partisi memiliki tingkat kerusakan lebih besar dibandingkan buah melon dengan pola *jumble* tanpa partisi. Hal ini terjadi karena pada buah melon yang disusun dengan pola *SC* tanpa partisi memiliki ruang kosong yang lebih banyak.

Penelitian ini berfokus pada evaluasi perubahan fisik buah sebagai indikator

tingkat kerusakan yang dapat diamati secara praktis di lapangan. Perubahan fisiologis buah seperti laju respirasi berpotensi memberikan pemahaman yang lebih mendalam. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya dapat diarahkan pada pengukuran laju respirasi untuk memperkuat temuan.

Tabel 8. Kerusakan Buah Melon Setelah Uji Penjatuhan

Kemasan	Uji Penjatuhan 75 cm (%)	Uji Penjatuhan 105cm (%)
<i>SC</i> tanpa partisi	27,78 ± 0,12 ^a	47,22 ± 0,24 ^a
<i>SC</i> partisi karton	25 ± 0,22 ^a	30,55 ± 0,25 ^a
<i>SC</i> partisi jerami	13,89 ± 0,12 ^a	30,55 ± 0,20 ^a
<i>SC</i> partisi kertas	22,22 ± 0,17 ^a	41,64 ± 0,16 ^a
<i>Jumble</i> tanpa partisi	21,23 ± 0,02 ^a	41,64 ± 0,19 ^a

Keterangan: notasi huruf serupa berarti tidak ada perbedaan nyata

KESIMPULAN

Kemasan hasil rancangan memiliki dimensi panjang x lebar x tinggi adalah 50 x 33 x 35 cm, dengan muatan 20 kg buah melon, dan dapat ditumpuk maksimal 5 tumpukan kemasan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan nyata pada setiap jenis kemasan ditinjau dari persentase kerusakan buah maupun susut bobot, baik setelah simulasi transportasi maupun penjatuhan. Namun, kemasan *SC* dengan partisi jerami menunjukkan kecenderungan menghasilkan tingkat kerusakan buah paling rendah dan memiliki susut bobot paling sedikit kedua setelah *SC* tanpa partisi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih penulis ucapkan kepada Departemen Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Gadjah Mada yang telah memberikan pendanaan dan fasilitas penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

Aloumi, B., Alnashwan, W., Malasri, S., Othmani, A., Kist, M., Sampson,

N., Polania, S., Sanchez-Luna, Y., Johnson, M., & Fotso, R. (2015). Experimental Verification of McKee Formula. *International Journal of Advanced Packaging Technology*, 3(1), 129–137. <https://doi.org/10.23953/cloud.ijapt.17>

Ambaw, A., Fadji, T., & Opara, U. L. (2021). Thermo-Mechanical Analysis in the Fresh Fruit Cold Chain: A Review on Recent Advances. *Foods*, 10(6), 1–32. <https://doi.org/10.3390/foods10061357>

Anggraini, I. Y., Sulaiman, M., & Karim, A. A. (2023). Analisis Pengangkatan Beban Pada Proses Pencetakan Tahu Menggunakan Metode Recommended Weight Limit (Rwl) Di Umkm X Kota Balikpapan. *Journal of Industrial Innovation and Safety Engineering (JINSENG)*, 1(1), 10–16. <https://doi.org/10.35718/jinseng.v1i1.747>

Choi, J. W., Chang, M. S., Lee, J. H., Hong, Y., & Kim, J. G. (2018).

- Changes in Quality of Oriental Melon 'Smartkkul' During Vessel Transportation. *Horticultural Science and Technology*, 36(4), 560–568. <https://doi.org/10.12972/kjhst.20180056>
- Dahniar, T., & Leksonowati, D. B. (2019). Analisa Postur Kerja Karyawan Bagian Pick up Di Pt. Jalur Nugraha Ekakurir (Jne) Cabang Kayon, Cinere dengan Metode Niosh. *Teknologi: Jurnal Ilmiah dan Teknologi*, 1(2), 103. <https://doi.org/10.32493/teknologi.v1i2.3081>
- Dwibedi, V., Kaur, G., George, N., Rana, P., Ge, Y., & Sun, T. (2024). Research Progress in the Preservation and Packaging of Fruits and Vegetables: From Traditional Methods to Innovative Technologies. *Food Packaging and Shelf Life*, 46(May), 101385. <https://doi.org/10.1016/j.fpsl.2024.101385>
- Fehér, L., Pidl, R., & Böröcz, P. (2023). Compression Strength Estimation of Corrugated Board Boxes for a Reduction in Sidewall Surface Cutouts - Experimental and Numerical Approaches. *Materials*, 16(2). <https://doi.org/10.3390/ma16020597>
- Hutabarat, M. A., Hasbullah, R., & Solahudin, M. (2019). Perlakuan Uap Panas dan Pengaruhnya Terhadap Mutu Buah Melon (*Cucumis melo* L.) Selama Penyimpanan. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*, 8(2), 65–75. <http://dx.doi.org/10.23960/jtep-1.v8.i2.65-75>
- Iswahyudi, Darmawati, E., & Sutrisno. (2015). Perancangan Kemasan Transportasi Buah Jambu Air (*Syzygium aqueum*) CV Camplong. *Jurnal Keteknik Pertanian*, 3(1), 65–72.
- Perdana, L. P. R., Djoyowasito, G., Musyarofatunnisa, E., & Sandra, S. (2019). Pengaruh Jenis Kemasan dan Frekuensi Penggetaran Terhadap Kerusakan Mekanis Buah Apel Manalagi (*Malus sylvestris*). *Jurnal Ilmiah Rekayasa Pertanian dan Biosistem*, 7(1), 8–16. <https://doi.org/10.29303/jrpb.v7i1.102>
- Prayoga, A., Tawakal, H. A., & Aldiansyah, R. (2018). Pengembangan Metode Deteksi Tingkat Kematangan Buah Melon Berdasarkan Tekstur Kulit Buah Dengan Menggunakan Metode Ekstraksi Ciri Statistik Dan Support Vector Machine (Svm). *Jurnal Teknologi Terpadu*, 4(1), 24–30. <https://doi.org/10.54914/jtt.v4i1.112>
- Purbey, S. K., Pongener, A., Marboh, E. S., & Lal, N. (2019). Advances in Packaging of Litchi Fruit to Maintain the Quality. *Current Journal of Applied Science and Technology*, 38(1), 1–11. <https://doi.org/10.9734/cjast/2019/v38i130342>
- Rozana, R., Perdana, D., & Sigiro, O. N. (2021). Simulasi Transportasi Tomat dan Perubahan Mutu Tomat Selama Penyimpanan. *Journal of Food Technology and Agroindustry*, 3(1), 13–20. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.24929/jfta.v3i1.1209>
- Sasaki, Y., Orikasa, T., Nakamura, N., Hayashi, K., Yasaka, Y., Makino, N., Shobatake, K., Koide, S., & Shiina, T. (2022). Optimal Packaging for Strawberry Transportation: Evaluation and

- Modeling of the Relationship Between Food Loss Reduction and Environmental Impact. *Journal of Food Engineering*, 314(February 2021), 110767. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2021.110767>
- Srimurni, R. R., Darmawati, E., & Yuliasih, I. (2018). Perancangan Kemasan Buah Salak Segar Dalam Bentuk Tandan (Salak Pondoh Banjarnegara, Jawa Tengah). *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 28(2), 180–190. <https://doi.org/10.24961/j.tek.ind.pert.2018.28.2.180>
- Sudjatha, W., & Wisaniyasa, N. W. (2017). *Fisiologi dan Teknologi Pascapanen (Buah dan Sayuran)*. Udayana University Press.
- Wicaksono, A. Y., Fiqih, H. I., Ramadhan, M. I., Djulfi, I., Wijayanta, S., Keselamatan, P., & Jalan, T. (2017). Simulasi Pendeteksi Ambang Batas Getaran Vertikal. *Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Multimedia*, 1(2), 259–264.
- Widhiantari, I. A., Sandra, S., & Djoyowasito, G. (2019). Perubahan Sifat Fisik Buah Tomat Setelah Proses Transportasi. *Jurnal Ilmiah Rekayasa Pertanian dan Biosistem*, 7(2), 139–147. <https://doi.org/10.29303/jrpb.v7i2.69>