

## Reduksi Kerusakan Fisik Mentimun dengan Jenis Kemasan yang Berbeda Setelah Simulasi Transportasi

Ni Wayan Arya Utari<sup>1\*</sup>, Savitri Wahyuni<sup>2</sup>, Setyadi Gumaran<sup>3</sup>, Muh. Kusmali<sup>4</sup>, Harmiansyah<sup>5</sup>

<sup>1,2,3,4,5</sup>Program Studi Teknik Biosistem, Institut Teknologi Sumatera, Jl. Terusan Ryacudu, Way Huwi, Kecamatan Jati Agung, Kabupaten Lampung Selatan, Lampung 35365, Indonesia

E-mail: [niwayanaryau@gmail.com](mailto:niwayanaryau@gmail.com)

\* Corresponding Author



<https://doi.org/10.31004/jerkin.v4i1.2091>

### ARTICLE INFO

#### Article history

Received: 23 July 2025

Revised: 29 July 2025

Accepted: 06 August 2025

#### Kata Kunci:

Mentimun, Simulasi  
Transportasi, Kemasan,  
Penyimpanan.

#### Keywords:

Cucumber, Simulated  
Transportation, Packaging,  
Storage.

### ABSTRACT

Mentimun (*Cucumis sativus L.*) merupakan salah satu jenis sayuran buah yang cukup populer karena beragam manfaatnya. Namun, proses pengangkutan dapat menyebabkan kerusakan mekanis, seperti memar, tergores, dan retak. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh berbagai jenis kemasan terhadap karakteristik fisik mentimun (*Cucumis sativus L.*) serta mengukur tingkat kerusakan mekanis dan fisik yang terjadi setelah dilakukan simulasi pengangkutan dan penyimpanan. Dalam penelitian ini, digunakan tiga jenis kemasan, yaitu plastik polietilen (PE), plastik polietilen yang dikombinasikan dengan karton bergelombang (PEKG), dan plastik polietilen yang dipadukan dengan keranjang plastik (PEKP). Simulasi pengangkutan dilakukan selama 1 jam. Hasil menunjukkan bahwa kerusakan mekanis paling rendah terdapat pada kemasan PEKG (5,5%) dan tertinggi pada PE (24,07%). Penyusutan bobot terbesar terjadi pada PE (4,86%), sedangkan PEKG menunjukkan penyusutan terendah (4,17%). Nilai kekerasan (*firmness*) terendah dicatat pada kemasan PE (20,10 N) dan tertinggi pada PEKG (20,42 N).

*Cucumber (Cucumis sativus L.) is one of the most popular fruit vegetables due to its various benefits. However, the transportation process can lead to mechanical damage such as bruising, scratching, and cracking. This study aims to evaluate the effect of different packaging types on the physical characteristics of cucumber (Cucumis sativus L.) and to assess the extent of mechanical and physical damage following simulated transportation and storage. Three types of packaging were used in this study: polyethylene plastic (PE), polyethylene plastic combined with corrugated cardboard (PEKG), and polyethylene plastic combined with plastic crates (PEKP). The transportation simulation was conducted for 1 hour. The results showed that the lowest mechanical damage occurred in PEKG packaging (5.5%) and the highest in PE (24.07%). The highest weight loss was recorded in PE (4.86%), while the lowest occurred in PEKG (4.17%). The lowest firmness value was observed in PE (20.10 N), and the highest in PEKG (20.42 N).*



This is an open access article under the CC-BY-SA license.

**How to Cite:** Ni Wayan Arya Utari, et al (2025). Reduksi Kerusakan Fisik Mentimun dengan Jenis Kemasan yang Berbeda Setelah Simulasi Transportasi, 4(1). <https://doi.org/10.31004/jerkin.v4i1.2091>

### PENDAHULUAN

Buah merupakan pangan bergizi tinggi yang sangat dibutuhkan dalam konsumsi sehari-hari. Namun, tantangan besar muncul pada tahap pascapanen, terutama dalam proses distribusi dan penyimpanan. Diperkirakan sekitar 45–50% buah dan sayur mengalami kerusakan selama distribusi global, yang menyebabkan penurunan hasil panen dan pemborosan sumber daya (Zheng et al. 2022). Kerusakan fisik buah banyak disebabkan oleh tekanan, guncangan, dan penanganan yang tidak tepat

saat pengangkutan (Rouillard et al. 2021). Dampaknya tidak hanya pada tampilan produk, tetapi juga pada percepatan respirasi, pemasakan dini, hingga pembusukan (Wu et al. 2019).

Indonesia memiliki potensi besar sebagai produsen komoditas hortikultura yang dapat memenuhi kebutuhan pasar domestik maupun ekspor (Ahmad 2011). Mentimun adalah salah satu tanaman hortikultura tropis dan subtropis yang memiliki prospek pasar menjanjikan, terutama dengan meningkatnya kebutuhan pangan (Damanik, 2021). Namun demikian, mentimun tergolong produk yang rentan kehilangan air pascapanen, sehingga mudah mengalami keriput dan kekakuan tekstur (Edi dan Bobihone, 2010).

Distribusi dari petani ke konsumen merupakan tahap kritis yang dapat menyebabkan kerusakan fisik akibat getaran dan benturan. Apabila tidak dikemas dengan baik, sekitar 25% hasil panen dapat rusak selama pengangkutan (Iswahyudi, Darmawati, and Sutrisno 2015). Oleh sebab itu, pemilihan kemasan yang tepat sangat berperan dalam mempertahankan integritas fisik dan biologis produk segar selama proses distribusi (Taufiq et al. 2022).

Sebagai upaya mempertahankan mutu produk, penyesuaian jenis kemasan menjadi salah satu strategi penting dalam distribusi dan pemasaran hasil hortikultura. Pengemasan yang dirancang dengan baik akan membantu mengurangi kerusakan dan menjaga kualitas produk, baik di pasar tradisional maupun modern (Samang, Darmawati, and Nugroho 2018). Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh berbagai jenis kemasan terhadap karakteristik fisik mentimun setelah melalui simulasi pengangkutan dan penyimpanan, serta mengevaluasi tingkat kerusakan dan penurunan mutu fisik yang terjadi selama proses tersebut.

## METODE

Penelitian ini dilakukan di laboratorium biosistem, Institut Teknologi Sumatera. Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu Meja Getar LR-H009, Fruit Hardness Tester FR-5120 (Lutron, Taiwan), Colorimeter WR10 (FRU, China), Neraca Analitik ATX224R (Shimadzu, Jepang), Kamera, Karton Gelombang Flute C tipe RSC (*Regular Slotted Container*), keranjang plastik, dan Plastik Polietilen (PE). Bahan yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu buah mentimun (*Cucumis sativus L.*) yang berumur 75 HST, dengan bentuk dan ukuran seragam (panjang 22-26 cm, diameter 4-5 cm).

Buah mentimun diperoleh secara langsung dari petani di Kabupaten Pesawaran. Mentimun tersebut kemudian disortir berdasarkan keseragaman ukuran dan kondisi fisik (tidak rusak atau cacat), lalu dicuci bersih. Langkah selanjutnya adalah melakukan simulasi proses pengangkutan. Kemasan yang berisi buah mentimun diletakkan di atas meja getar dengan amplitudo 5,0 cm dan frekuensi 3 Hz selama 1 jam. Setelah simulasi selesai, tingkat kerusakan mekanis dihitung. Dari setiap jenis kemasan, satu sampel digunakan untuk pengukuran susut bobot, dan kekerasan (*firmness*). Pengamatan dilakukan selama 18 hari, dengan pengambilan data setiap 3 hari sekali.

Rancangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap Tunggal (RALT) 1 faktor yang terdiri dari 3 taraf perlakuan. Perlakuan pertama, yaitu Plastik Polietilen (PE), perlakuan kedua, yaitu Plastik Polietilen (PE) yang dikombinasikan dengan kemasan karton gelombang (PEKG), dan perlakuan ketiga, yaitu Plastik Polietilen (PE) yang dikombinasikan dengan kemasan keranjang plastik (PEKP). Dilakukan pengulangan sebanyak tiga kali dan ditambah dengan kontrol 3 kali pengulangan, sehingga terdapat total perlakuan, yaitu 12. Analisis data menggunakan analisis sidik ragam (ANOVA) pada tingkat kepercayaan 95% ( $\alpha=5\%$ ) dan dilanjutkan dengan uji Duncan Multiple Range Test (DMRT) jika terdapat pengaruh signifikan.

### **Persentase Kerusakan Mekanis (% KM)**

Persentase kerusakan mentimun dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\% KM = \frac{\text{jumlah buah rusak}}{\text{jumlah total sampel buah}} \times 100\%$$

Klasifikasi kerusakan mentimun yaitu luka gores, luka memar, luka retak, dan luka pecah.

### **Persentase Susut Bobot (% SB)**

Susut bobot diketahui dengan menimbang bobot setiap 3 hari sekali, dari hari ke-0 sampai pada hari ke-18 setelah penyimpanan. Persentase susut bobot dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\% SB = \frac{W - W_t}{W} \times 100\%$$

Keterangan:

W = berat pada hari ke-0 (gr)

W<sub>t</sub> = berat sampel hari ke-n (gr)

**Kekerasan (Firmness)**

Buah mentimun ditusuk menggunakan alat *fruit hardness tester*. Titik-titik yang diukur pada sampel yaitu bagian pangkal, tengah, dan ujung buah. Ukuran *proof* yang digunakan yaitu 3 mm dan kedalaman tusukan yaitu 20 mm.

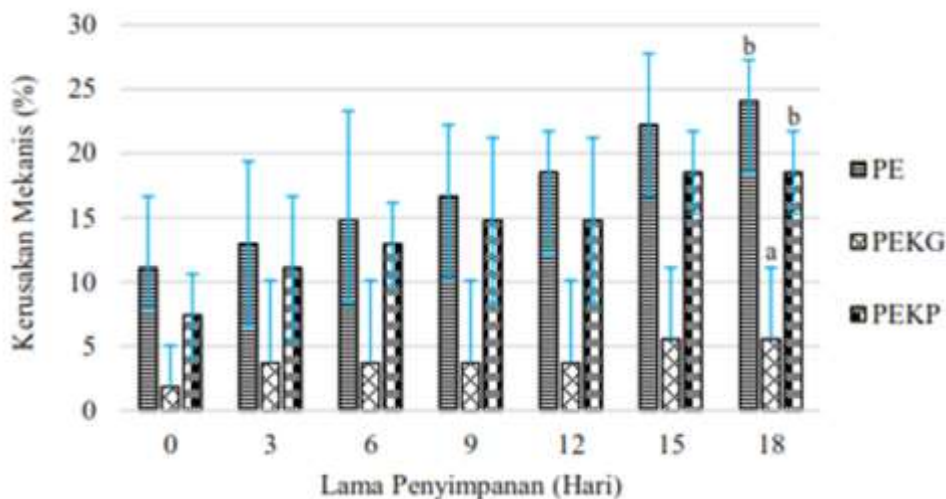
**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Persentase Kerusakan Mekanis**

Kerusakan mekanis pada buah mentimun diklasifikasikan menjadi luka gores, memar, retak, dan pecah. Setelah dilakukan simulasi transportasi, tampak bahwa kerusakan ini terutama disebabkan oleh perlakuan saat penanganan dan pengangkutan. Jenis kemasan memainkan peran penting dalam mempengaruhi tingkat kerusakan tersebut (Wasala et al. 2015).



**Gambar 1.** Kerusakan Mentimun



**Gambar 2.** Grafik Kerusakan Mentimun Selama Penyimpanan

Berdasarkan Gambar 2, buah mentimun yang dikemas menggunakan plastik polietilen (PE) menunjukkan tingkat kerusakan tertinggi (11,11%), diikuti kombinasi PE dan keranjang plastik (PEKP) sebesar 7,41%. Kombinasi PE dan karton bergelombang (PEKG) menjadi pilihan terbaik dengan kerusakan hanya 1,8%. Pada penyimpanan selama 18 hari, kerusakan fisiologis tertinggi juga ditemukan pada PE (24,07%), PEKP (18,05%), dan PEKG (5,5%). Kontrol tanpa perlakuan simulasi mengalami kerusakan paling rendah (1,85%).

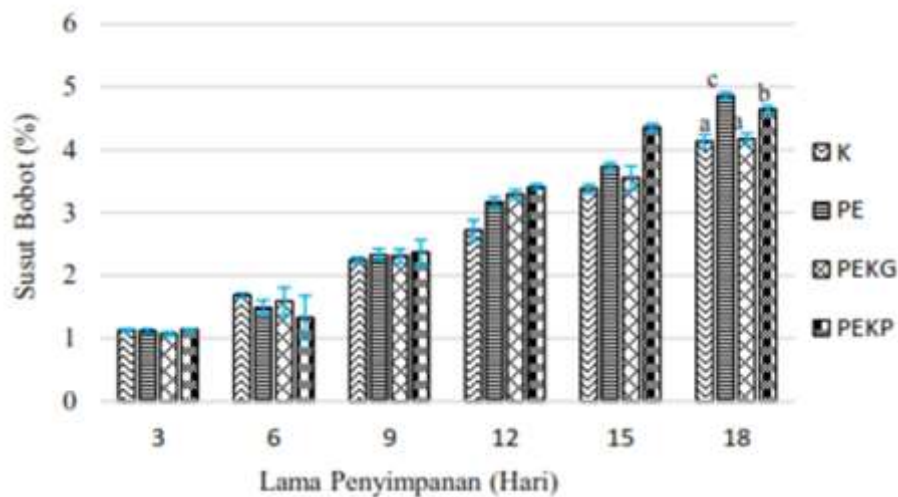
Hasil ANOVA dan DMRT menunjukkan perbedaan signifikan antar perlakuan kemasan ( $p < 0,05$ ). Studi sebelumnya menunjukkan bahwa penggunaan PE tanpa bahan pelindung lain menyebabkan kerusakan tertinggi, mencapai lebih dari 59% (Hutagaol and Ahmad 2013), sedangkan penggunaan karton bergelombang atau keranjang plastik mampu meredam dampak guncangan.

Khususnya, kemasan karton bergelombang terbukti dapat menekan kerusakan fisik hingga 5% dan memperpanjang daya simpan buah hingga tiga hari (Muslim and Trisnowati 2014). Karton tipe flute C dari bahan *corrugated box* memiliki struktur tebal yang mampu menyerap tekanan saat ditumpuk dan tahan terhadap tekanan datar (Rozana, Perdana, and Sigiro 2021). Sementara itu, keranjang plastik juga efektif karena terbuat dari bahan fleksibel dan licin yang mampu meredam benturan (Hardiana 2018).

**Persentase Susut Bobot**

Proses respirasi, transpirasi, dan hidrolisis pati pada buah mentimun menyebabkan susut bobot setelah simulasi transportasi. Respirasi adalah proses biologis yang menghasilkan energi dengan menyerap oksigen dan membakar bahan organik, menghasilkan air dan gas sebagai produk sampingan. Penguapan air, gas, dan energi selama proses respirasi menyebabkan penyusutan bobot buah seiring waktu penyimpanan, seperti yang terlihat pada Gambar 3 (Ahmad 2011; Ismaya, Darmawati, and Setyadjit 2019).

Berdasarkan Gambar 3 hari ke-18 penyimpanan menunjukkan susut bobot tertinggi pada kemasan polietilen (PE) sebesar 4.86%. Kemasan polietilen yang dikombinasikan dengan keranjang plastik (PEKP) mencapai 4.64%, sedangkan dengan karton gelombang (PEKG) sebesar 4.17%. Susut bobot terendah terjadi pada perlakuan kontrol dengan persentase 4.13%. Hasil ini menunjukkan bahwa jenis kemasan mempengaruhi penurunan susut bobot, dengan perlakuan kontrol memiliki susut bobot terendah karena tidak ada simulasi transportasi pada buah mentimun.



**Gambar 3.** Grafik Persentase Susut Bobot Selama Penyimpanan

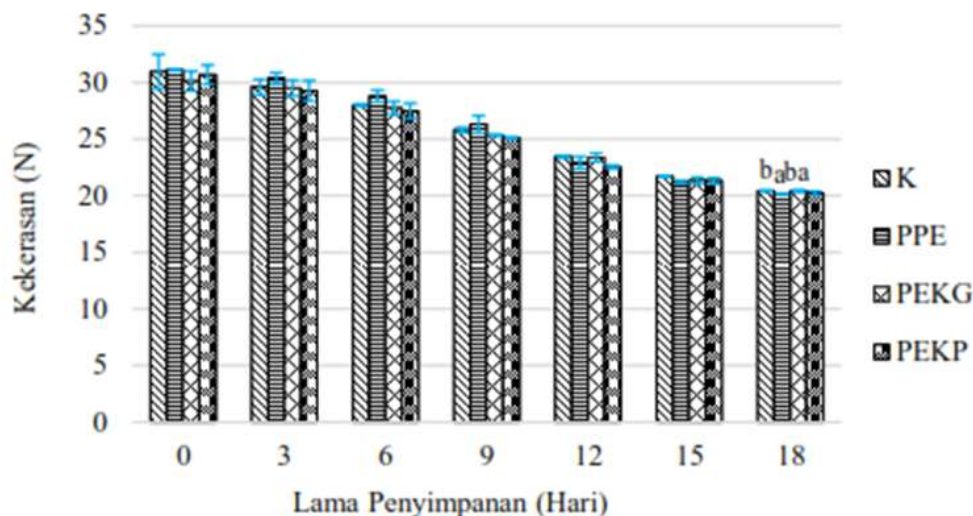
Hasil uji ANOVA dan uji Duncan menunjukkan bahwa jenis kemasan memiliki pengaruh signifikan terhadap susut bobot buah mentimun setelah simulasi penyimpanan ( $p < 0.05$ ). Kerusakan mekanis pascasimulasi dapat meningkatkan susut bobot buah dan sayur karena kehilangan air selama penyimpanan. Buah yang mengalami memar dapat mengubah bentuknya karena penyempitan dinding sel, meningkatkan tekanan turgor sel, dan mendorong keluarnya air dari dalam sel daging buah (Rozana et al. 2021; Varanita, Tamrin, and Haryanto 2016).

Tingginya susut bobot pada perlakuan plastik polietilen (PE) disebabkan oleh kerusakan mekanis signifikan sebesar 24.07%, berbeda dengan kombinasi PE dan keranjang plastik yang mengalami kerusakan mekanis 18.05%, serta kombinasi PE dan karton gelombang dengan kerusakan mekanis 5.5%. Hal ini sejalan dengan Wasala et al. (2015), yang menyatakan bahwa kerusakan mekanis mempercepat proses transpirasi dan respirasi, berdampak pada susut bobot, seperti pada buah pisang setelah simulasi transportasi.

Selama penyimpanan, buah mengalami proses respirasi dan transpirasi. Kemasan yang digunakan memengaruhi kehilangan air pada buah, dan memengaruhi susut bobot. Karton gelombang, yang lebih tertutup, memiliki susut bobot terendah, sedangkan keranjang plastik berlubang memiliki susut bobot tertinggi. Penelitian Maharani, Handoko, and Yulianingsih (2021), menunjukkan bahwa karakteristik kemasan, seperti jumlah lubang, memengaruhi sirkulasi uap, oksigen, dan air, serta kualitas mutu. Penelitian oleh Pangidoan, Sutrisno, and Purwanto (2013), menunjukkan bahwa penggunaan kemasan kardus lebih baik dalam mempertahankan bobot cabai keriting, dibandingkan dengan penggunaan keranjang plastik. Hal tersebut terjadi karena cabai yang dikemas dengan keranjang plastik akan terekspos udara sekitar lebih banyak, dibandingkan dengan kemasan kardus yang lebih tertutup.

### **Kekerasan Buah (*Firmness*)**

Proses simulasi transportasi menyebabkan buah mentimun mengalami gaya gesek dan tekan, menyebabkan luka dan memar. Kerusakan ini menjadi pemicu melemahnya jaringan sel kulit buah dan berdampak pada perubahan tekstur buah. Perubahan tersebut disebabkan oleh perombakan polisakarida selama proses respirasi (Kusumiyati et al. 2018). Nilai *firmness* buah mentimun semakin menurun selama penyimpanan 18 hari, seperti yang terlihat pada Gambar 4.



**Gambar 4.** Grafik Perubahan Kekerasan (*Firmness*) Mentimun Selama Penyimpanan

Gambar 4 menunjukkan bahwa buah mentimun yang hanya dikemas dengan plastik polietilen (PE) memiliki penurunan nilai *firmness* yang rendah, khususnya pada hari ke-18 sebesar 20.10 N. Sementara itu, buah mentimun yang dikemas dengan plastik polietilen yang dikombinasikan dengan karton gelombang (PEKG) memiliki penurunan *firmness* sebesar 20.42 N, dan dengan keranjang plastik (PEKP) sebesar 20.32 N. Pada perlakuan kontrol, penurunan *firmness* buah mentimun mencapai 20.43 N.

Hasil uji ANOVA dan uji Duncan menunjukkan bahwa jenis kemasan memiliki pengaruh signifikan terhadap persentase nilai *firmness* buah mentimun selama penyimpanan simulasi ( $p < 0.05$ ). Kerusakan mekanis akibat getaran selama transportasi terkait dengan proses respirasi.

Luka pada kulit buah mempercepat proses respirasi dengan mengambil air dari sel buah, menyebabkan pengurangan air dari sel (Pangidoan et al. 2013). Kerusakan mekanis dan tingginya susut bobot mempercepat pelunakan buah. Selama penyimpanan, buah mengalami perubahan fisiologis karena perubahan komposisi dinding sel, memengaruhi *firmness* buah. Pelunakan tekstur disebabkan oleh depolimerisasi karbohidrat dan zat pektin dalam dinding sel, melemahkan ikatan kohesi antar sel (Rozana et al. 2021). Penggunaan kemasan kaku dapat mempertahankan *firmness* buah mentimun dengan menghambat kehilangan air melalui transpirasi dan respirasi (Hutagaol and Ahmad 2013).

### **SIMPULAN**

Jenis kemasan berpengaruh secara signifikan pada kerusakan mekanis, susut bobot, dan kekerasan buah mentimun. Kemasan plastik PE yang dikombinasikan dengan karton gelombang memiliki kerusakan mekanis terendah (5.5%) dan penurunan susut bobot terendah (4.17%), sementara plastik polietilen (PE) memiliki kerusakan mekanis tertinggi (24.07%) dan penurunan susut bobot tertinggi (4.86%). Penurunan kekerasan terendah terjadi pada buah mentimun yang dikemas dengan plastik polietilen (PE) (20.10 N), sedangkan kombinasi plastik polietilen dengan karton gelombang memiliki penurunan kekerasan terbesar (20.42 N).

Simulasi transportasi perlu diperbarui dengan menambahkan frekuensi dan lama waktu simulasi. Jenis kemasan plastik polietilen (PE) yang dikombinasikan dengan karton gelombang disarankan sebagai pilihan untuk mengurangi kerusakan mekanis dan memperlambat penurunan mutu buah mentimun selama penyimpanan setelah simulasi atau distribusi.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti menyampaikan ucapan terima kasih kepada pihak yang sudah berkontribusi dalam pelaksanaan penelitian dan penyusunan artikel ini.

## REFERENSI

- Ahmad, Usman. 2011. "Perubahan Mutu Fisik Mentimun (*Cucumis Sativus L.*) Pada Kemasan Plastik Polietilen Dan Keranjang Bambu Dalam Transportasi Darat." Universitas IPB Bogor.
- Damanik, A. (2021). Pengaruh Pupuk Fosfat Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Mentimun (*Cucumis sativus L.*). *Jurnal Agrotek Unham*, 01(01), 1–14
- Hardiana, Purweni. 2018. "Pengaruh Jenis Kemasan Terhadap Susut Bobot, Kerusakan Fisik Dan Kekerasan Kubis (*Brassica Oleracea L. Var. Capitata*) Menggunakan Simulasi Transportasi Darat." Universitas Sumatera Utara.
- Hutagaol, Gina Lupita, and Usman Ahmad. 2013. "Kajian Jenis Kemasan Kaku Terhadap Mutu Buah Mentimun Segar (*Cucumis Sativus L.*) Dalam Simulasi Transportasi Darat." Universitas IPB Bogor.
- Ismaya, P. L., E. Darmawati, and Setyadjit. 2019. "Single Packaging Design of Papaya (*Carica Papaya L.*) Variety IPB 9 (Calina) for Transportation and Distribution." *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* 557. doi: 10.1088/1757-899X/557/1/012072.
- Iswahyudi, Emmy Darmawati, and Sutrisno. 2015. "Perancangan Kemasan Transportasi Buah Jambu Air (*Syzygium Aqueum*) Cv Camplong." *JTEP: Jurnal Keteknik Pertanian* 3(1). doi: <https://doi.org/10.19028/jtep.03.1.%25p>.
- Johansyah, A., Prihastanti, E. & Kusdiyantini, E. (2014). Pengaruh Plastik *Low Density Polyethylene* (LDPE), *High Density Polyethylene* (HDPE) dan Polipropilen (PP) Terhadap Penundaan Kematangan Buah Tomat (*Lycopersicon esculentum Mill*). *Buletin Anatomi dan Fisiologi*, 22(1), 46–57
- Kusumiyati, Kusumiyati, Farida Farida, Wawan Sutari, Jajang Sauman Hamdani, and Syariful Mubarak. 2018. "Pengaruh Waktu Simpan Terhadap Nilai Total Padatan Terlarut, Kekerasan Dan Susut Bobot Buah Mangga Arumanis." *Jurnal Kultivasi* 17(3). doi: 10.24198/kultivasi.v17i3.18698.
- Maharani, Alvira Tuttan Dwi, Yoga Aji Handoko, and Wamilia Yulianingsih. 2021. "Pengaruh Pengemasan Dengan Plastik Polypropylene Dengan Berbagai Lubang Perforasi Terhadap Kualitas Simpan Kangkung (*Ipomea Reptans Poir.*)." *JTP: JURNAL TEKNOLOGI PERTANIAN* 10(1):58–65. doi: 10.32520/jtp.v10i1.1531.
- Muslim, Abedi, and Sri Trisnowati. 2014. "Pengaruh Cara Pengemasan Terhadap Perubahan Mutu Buah Sawo (*Manilkara Zapota (L.) van Royen*) Setelah Pengiriman." Universitas Gajah Mada.
- Pangidoan, Sandro, Sutrisno, and Aris Purwanto. 2013. "Simulasi Transportasi Dengan Pengemasan Untuk Cabai Merah Keriting Segar." *JTEP: Jurnal Keteknik Pertanian* 27(1). doi: <https://doi.org/10.19028/jtep.027.1.%25p>.
- Rouillard, Vincent, Matthew James Lamb, Julien Lepine, Michael Long, and Daniel Ainalis. 2021. "The Case for Reviewing Laboratory-based Road Transport Simulations for Packaging Optimisation." *Packaging Technology and Science* 34(6):339–51. doi: 10.1002/pts.2563.
- Rozana, Rozana, Daud Perdana, and Oktavia Nurmawaty Sigiro. 2021. "Simulasi Transportasi Tomat Dan Perubahan Mutu Tomat Selama Penyimpanan." *Journal of Food Technology and Agroindustry* 3(1):13–20. doi: 10.24929/jfta.v3i1.1209.
- Samang, Andi Marlisa Bossa, Emmy Darmawati, and Lilik Pujantoro Eko Nugroho. 2018. "Desain Kemasan Buah Rambutan (*Nephelium Lappaceum L.*) Untuk Distribusi Dan Pemasaran Dalam Satuan Eceran (Ritel)." *JTEP: Jurnal Keteknik Pertanian* 6(2).
- Taufiq, Ferdad Miza, Tamrin Tamrin, Winda Rahmawati, and Warji Warji. 2022. "Rancangan Kemasan Buah Alpukat (*Persea Americana Mill*) Menggunakan Serbuk Gergaji Kayu." *Jurnal Agricultural Biosystem Engineering* 1(2). doi: <https://doi.org/10.23960/jurnal%20abe.v1i2.5805>.
- Varanita, Zelzha Arinnesia, Tamrin, and Agus Haryanto. 2016. "Pengaruh Getaran Terhadap Kerusakan Mekanis Tomat (*Lycopersicum Esculentum Mill*)." *Jurnal Teknik Pertanian Lampung (Journal of Agricultural Engineering)* 5(2).

- Wasala, W. M. C. B., D. A. N. Dharmasena, T. M. R. Dissanayake, and B. M. K. S. Thilakarathne. 2015. "Vibration Simulation Testing of Banana Bulk Transport Packaging Systems." *Tropical Agricultural Research* 26(2):355–67. doi: 10.4038/tar.v26i2.8098.
- Wu, Wentao, Paul Cronjé, Pieter Verboven, and Thijs Defraeye. 2019. "Unveiling How Ventilated Packaging Design and Cold Chain Scenarios Affect the Cooling Kinetics and Fruit Quality for Each Single Citrus Fruit in an Entire Pallet." *Food Packaging and Shelf Life* 21. doi: 10.1016/j.fpsl.2019.100369.
- Zheng, Dandan, Jiahui Chen, Menghua Lin, Da Wang, Qiong Lin, Jingping Cao, Xiangzheng Yang, Yuquan Duan, Xianming Ye, Chongde Sun, Di Wu, Jun Wang, and Kunsong Chen. 2022. "Packaging Design to Protect Hongmeiren Orange Fruit from Mechanical Damage during Simulated and Road Transportation." *Horticulturae* 8(3):258. doi: 10.3390/horticulturae8030258.