



Model kinetika perubahan kualitas mangga arumanis (*Mangifera indica* L.) selama rantai pasok

Listiana Ningrum^{1*}, Endang Warsiki², Y. Aris Purwanto³, Siti Mariana Widayanti⁴

¹Magister Teknik Industri Pertanian, IPB University, Bogor, Indonesia

²Departemen Teknologi Industri Pertanian, IPB University, Bogor, Indonesia

³Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, IPB University, Bogor, Indonesia

⁴Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian, Bogor, Indonesia

Article history

Diterima:

16 November 2022

Diperbaiki:

30 Januari 2023

Disetujui:

2 Februari 2023

Keyword

arumanis mango
kinetic model;
supply chain;

ABSTRACT

During the supply chain activities, Arumanis mango as climateric fruit experiences quality changes due to the respiration process after being harvested. To find out the quality changes of Arumanis during their supply chain activities, it is necessary to simulate supply chain storage during land, sea, and air shipments in the laboratory. This study aims to predict changes in the quality of Arumanis during supply chain activities to retail storage. The supply chain simulation was carried out in 3 scenarios based on the delivery destination and transportation, including refrigerator trucks, ships, and planes. The temperature of the rooms used in the simulation was 10-12°C as the storage temperature for refrigerator trucks, aircraft cargo, and distribution center storage. The temperature at 20-22°C was used as retail storage temperature. Meanwhile, temperature at 24-28°C was used as the storage temperature for ships. The shipping duration used is 2 and 4 days. The parameters observed in this study were the concentration of carbon dioxide and total soluble solids. The results showed that the reaction kinetics model of quality changes Arumanis mango in all suitable supply chain scenarios was ordo 0 reaction seen from the higher correlation coefficient (R^2). The shelf life of arumanis mangoes in all supply chain scenarios reached 8 days of storage. The development of this kinetics model can help to predict the quality changes of Arumanis mangoes during supply chain storage from distribution center to retail.



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.

* Penulis korespondensi

Email : ningrumlistiana1@gmail.com

DOI 10.21107/agrointek.v17i4.17415

PENDAHULUAN

Mangga Arumanis memiliki ciri khas berupa daging buah berwarna jingga, bentuk buah yang cantik, rasa daging buah yang manis, beraroma tajam, memiliki serat halus dan kandungan air yang cukup banyak (Ichsan and Wijaya 2014). Ciri khas dari mangga Arumanis ini menjadikan buah tersebut memiliki potensi ekspor yang tinggi. Potensi ekspor buah mangga Arumanis ini juga diikuti dengan data produksi komoditas buah mangga di Indonesia yang semakin meningkat dari tahun ke tahun. Produksi komoditas mangga pada tahun 2020 semakin meningkat hingga mencapai 2.898.588 ton dan nilai ekspor meningkat hingga 32,29% dibandingkan pada tahun 2019 (BPS 2021). Kondisi peningkatan produksi dan nilai ekspor buah mangga ini diharapkan juga diikuti dengan peningkatan kualitas buah mangga selama rantai pasok. Namun, dalam kegiatan rantai pasok khususnya produk pertanian seperti mangga Arumanis masih mengalami kendala dalam mempertahankan kualitasnya.

Kegiatan rantai pasok produk pertanian memiliki perbedaan dengan rantai pasok produk lainnya, karena berkaitan dengan sifatnya yang mudah rusak, kegiatan budidaya, pertumbuhan dan pemanenan yang bergantung pada iklim dan musim, serta hasil panen yang memiliki bentuk dan ukuran bervariasi (Furqon *et al.* 2014). Selain itu, buah mangga juga memiliki sifat klimaterik yang akan mengalami perubahan laju respirasi walaupun sudah dipanen dan terus mengalami proses pematangan (Lestari *et al.* 2017). Tahapan rantai pasok produk pertanian juga berbeda karena terdiri dari petani, grosir, importir dan eksportir, pengecer dan toko khusus, serta pemasok barang dan jasa (van der Vorst *et al.* 2007). Perpindahan produk pertanian pada setiap tahapan rantai pasok ini tentu saja mengalami perubahan kualitas yang berbeda. Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi kualitas buah selama rantai pasok antara lain jenis buah, penyimpanan, distribusi, pemanenan, dan pengemasan (Rodjanatham and Rabgyal 2020). Selain itu, suhu penyimpanan juga mempengaruhi kualitas dan umur simpan buah. Manajemen suhu yang buruk sering ditemui selama penyimpanan, penanganan dan distribusi menyebabkan penurunan penampilan dan nilai gizi buah dan sayuran (Bambalele *et al.* 2021). Penelitian mengenai perubahan dan penurunan kualitas buah yang berasal dari Indonesia dengan

menggunakan *cold chain* sudah banyak dilakukan. Seperti pada penyimpanan suhu dingin mangga Arumanis di suhu 13°C memiliki laju metabolisme yang lebih cepat dibandingkan dengan suhu 8°C (Suci 2020), pisang kepok yang disimpan pada suhu 15°C memiliki laju perubahan parameter fisik (TPT, susut bobot dan kekerasan) lebih lambat dibanding suhu 20°C dan 28°C (Triardianto *et al.* 2022) dan pada buah naga *Super Red* umur panen 35 Hari Setelah Anthesis (HSA) dengan suhu penyimpanan 15°C mampu disimpan lebih lama sampai ± 14 hari dibandingkan penyimpanan pada suhu ruang selama ± 7 hari (Istianingsih and Efendi 2013). Sayangnya penelitian untuk mengetahui perubahan kualitas pada setiap tahapan rantai pasok masih belum ada. Selain itu, model prediksi penurunan kualitas mangga Arumanis pada rantai pasok yang berbeda juga belum dilakukan. Model kinetika juga banyak digunakan untuk mengamati perubahan kualitas bahan pertanian dan dapat membantu untuk memprediksi serta menggambarkan bagaimana perilaku buah yang kompleks selama penyimpanan (Hertog *et al.* 2007). Pemodelan kinetik perubahan kualitas selama penyimpanan ini telah dilakukan pada buah mangga cv. Nam Dok Mai Si Thong yang disimpan pada beberapa variasi suhu (13°C, 20°C, 27°C dan 34°C) dan memiliki kesesuaian pada model kinetik ordo 1, ordo 2 dan Gaussian untuk parameter kekerasan, TPT dan total asam (Noiwan *et al.* 2017). Pada buah tomat juga dilakukan pemodelan kinetik untuk mengetahui penurunan kualitas selama rantai pasok akibat kehilangan pascapanen. Model kinetika ordo 0 dan ordo 1 digunakan dalam menggambarkan perubahan kualitas saat penyimpanan dengan model ordo 1 yang sesuai untuk parameter perubahan warna dan ordo 0 sesuai untuk perubahan kekerasan tomat (Al-Dairi and Pathare 2021). Perubahan sifat fisikokimia (TPT, kekerasan, pH dan kadar air) dari varietas nanas MD2, Jospine, dan Morris juga dapat dimodelkan dengan baik menggunakan model kinetika reaksi ordo 1 dilihat dari nilai R^2 yang mendekati nilai 1 (Mohd Ali *et al.* 2022). Maka dari itu untuk mengetahui perubahan kualitas buah mangga Arumanis perlu dilakukan simulasi penyimpanan rantai pasok baik melalui jalur darat, laut dan udara. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis laju respirasi dan perubahan kualitas mangga Arumanis terhadap perubahan suhu selama simulasi rantai pasok. Selain itu, juga menganalisis umur simpan dan memprediksi

perubahan kualitas mangga selama penyimpanan simulasi rantai pasok.

METODE

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah mangga Arumanis yang dipanen 90 hari setelah berbunga yang berasal dari petani di Majalengka, Jawa Barat yang memiliki karakteristik kematangan berwarna hijau dengan warna daging putih. Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain kardus bersekat, *cold room*, toples kaca, CO₂ meter, *thermometer and hygrometer portable* dan *brix-acidity meter*.

Persiapan dan Pengemasan Mangga Arumanis

Buah mangga Arumanis dilakukan penyortiran kualitas berdasarkan warna kulit yang bersih, memiliki tekstur keras dan tidak ada cacat akibat benturan ataupun bekas dimakan hewan. Buah diseragamkan berdasarkan warna kulit hijau tua (*unripe green*), kekerasan (keras belum matang) dan bobot sekitar 450-550 g. Kemudian buah dicuci bersih dengan air dan dikeringkan dengan lap bersih. Setelah itu buah dikemas kedalam kardus yang berkapasitas 12 buah dengan sekat dan memiliki lubang disetiap sisinya.

Simulasi Rantai Pasok

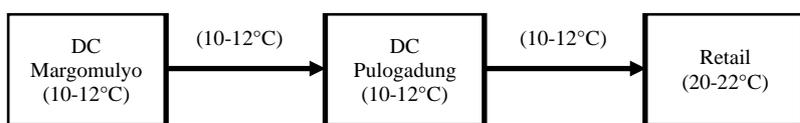
Simulasi rantai pasok dilakukan sebanyak 3 skenario berdasarkan tujuan pengiriman dan alat

transportasi yang digunakan. Simulasi ini dikerjakan menggunakan ruangan dan *cold room* yang suhunya disesuaikan dengan penyimpanan saat rantai pasok. Skema rantai pasok untuk truk ditunjukkan pada Gambar 1. Untuk skema rantai pasok dengan kapal ditunjukkan pada Gambar 2. Sedangkan Gambar 3 menunjukkan skema rantai pasok dengan pesawat. Adapun skema rantai pasok dimulai pada penyimpanan di *Distribution Center* (DC) Margomulyo hingga sampai ke Retail.

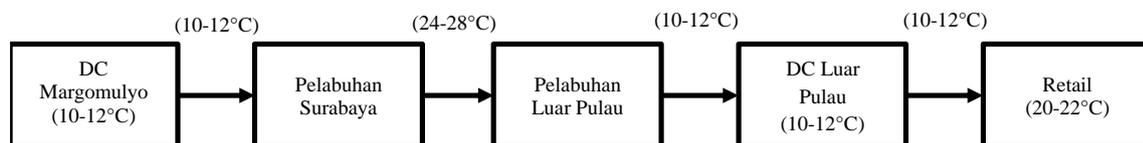
Simulasi dilakukan pada suhu penyimpanan *cold storage* (10-12°C) sebagai suhu penyimpanan truk berpendingin, kargo pesawat dan penyimpanan pusat distribusi. Pada suhu ruangan ber-AC (20-22°C) sebagai suhu penyimpanan ritel. Pada suhu ruangan (24-28°C) sebagai suhu penyimpanan kapal laut. Durasi pengiriman yang digunakan antara lain 2 dan 4 hari. Setelah itu dilakukan pengamatan umur simpan saat buah disimpan dalam suhu retail.

Pengukuran CO₂

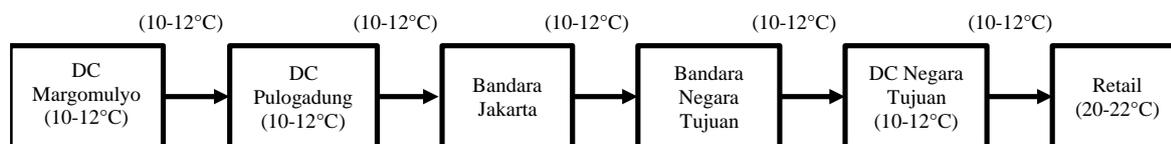
Pengukuran konsentrasi gas karbondioksida buah mangga Arumanis menggunakan CO₂ Meter (Lutron GCH-2018) dan respirometer berupa toples kaca dengan memasukan sampel mangga Arumanis. Pengukuran dilakukan dengan durasi selama 10 menit per sampel dan dilakukan berturut-turut setiap hari.



Gambar 1 Skenario Rantai Pasok Truk



Gambar 2 Skenario Rantai Pasok Kapal



Gambar 3 Skenario Rantai Pasok Pesawat

Pengukuran Total Padatan Terlarut

Pengukuran total padatan terlarut dan total asam dilakukan dengan menggunakan alat *brix-acidity meter* (PAL-Bx Acid F5 ATAGO). Pengukuran total padatan terlarut dilakukan dengan menambahkan *puree* sampel mangga Arumanis kedalam lubang sensor pada alat *brix-acidity meter*. Total padatan terlarut diamati setiap 2 hari sekali hingga tampilan mangga Arumanis tidak layak jual ke konsumen

Pengembangan Model

Sampel mangga Arumanis yang diuji pada masing-masing rantai pasok dianalisis dengan model kinetik ordo 0 dan ordo 1 untuk menentukan model perubahan kualitas mangga Arumanis. Persamaan model kinetika perubahan faktor-faktor kualitas selama penyimpanan ini dijelaskan dengan Persamaan ordo 0 (1) dan ordo 1 (2) (Al-Dairi and Pathare 2021).

$$C = C_0 + kt \quad (1)$$

$$C = C_0 \exp(kt) \quad (2)$$

dimana, C adalah faktor kualitas yang diukur pada waktu penyimpanan; C_0 adalah nilai parameter kualitas mangga Arumanis pada waktu ke-0, k adalah konstanta laju reaksi yang berkorelasi dengan suhu dan t adalah waktu penyimpanan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Simulasi Rantai Pasok Mangga

Kegiatan simulasi rantai pasok mangga Arumanis telah diawali dengan tahapan *pre-treatment* buah mangga yang dibersihkan dan dikemas dalam kardus kemudian disimpan pada *cold room* bersuhu 12°C untuk semua skenario rantai pasok yaitu penyimpanan di DC Margomulyo sebelum didistribusikan ke luar daerah atau luar negeri dengan alat transportasi yang berbeda. Pada skenario pengiriman via truk berpendingin, mangga disimpan didalam *cold room* (10-12°C) hingga 2 hari hingga sampai pada penyimpanan retail yang mengalami perubahan suhu menjadi 20-22°C di ruangan ber-AC. Pada skenario kapal, mangga dikirimkan menuju pelabuhan Surabaya dengan menggunakan truk berpendingin setelah itu dilakukan pengiriman dengan menggunakan kapal laut yang memiliki suhu penyimpanan ruangan (24-28°C) menuju pelabuhan daerah tujuan selama 24 jam. Buah mangga kemudian dikirimkan lagi menggunakan truk berpendingin saat sampai di pelabuhan daerah

tujuan menuju DC daerah tujuan kemudian dilanjutkan hingga sampai di retail. Skenario pengiriman dengan pesawat sama dengan skenario truk berpendingin menuju DC Pulogadung selama 2 hari kemudian dilanjutkan pengiriman menuju bandara Jakarta untuk dikirimkan ke negara tujuan menggunakan pesawat yang memiliki suhu kargo 10-12°C. Setelah sampai di bandara negara tujuan, mangga dikirimkan lagi menuju DC negara tujuan dan diteruskan ke retail pada suhu rendah menggunakan truk berpendingin (10-12°C). Umur simpan dari skenario truk, kapal dan pesawat saat penyimpanan retail adalah 4 dan 6 hari. Lama penyimpanan mangga Arumanis pada semua skenario memiliki waktu yang sama yaitu 8 hari dari penyimpanan DC Margomulyo.

Penentuan umur simpan mangga dilakukan saat kulit luar mangga sudah mulai muncul bintik-bintik hitam. Gejala yang terjadi pada mangga arumanis ini sama dengan gejala penyakit antraknosa oleh *C. gloeosporioides* yaitu terdapat bercak berwarna cokelat kehitaman, berbentuk cekung dan meluas di permukaan kulit. Pada penelitian penyimpanan, pengemasan dan transportasi mangga varietas Cat Hoa Loc juga mengalami gejala penyakit antraknosa dengan bercak kecokelatan ini pada mangga dimulai pada ujung batang buah lalu dapat menyebar hingga daging buah (Danah *et al.* 2021). Munculnya penyakit ini dapat dikarenakan mangga merupakan jenis buah yang bertekstur lunak, kadar asam menurun dan meningkatnya kadar gula serta air saat matang sehingga mudah terinfeksi cendawan atau patogen penyebab pembusukan (Arti *et al.* 2022).

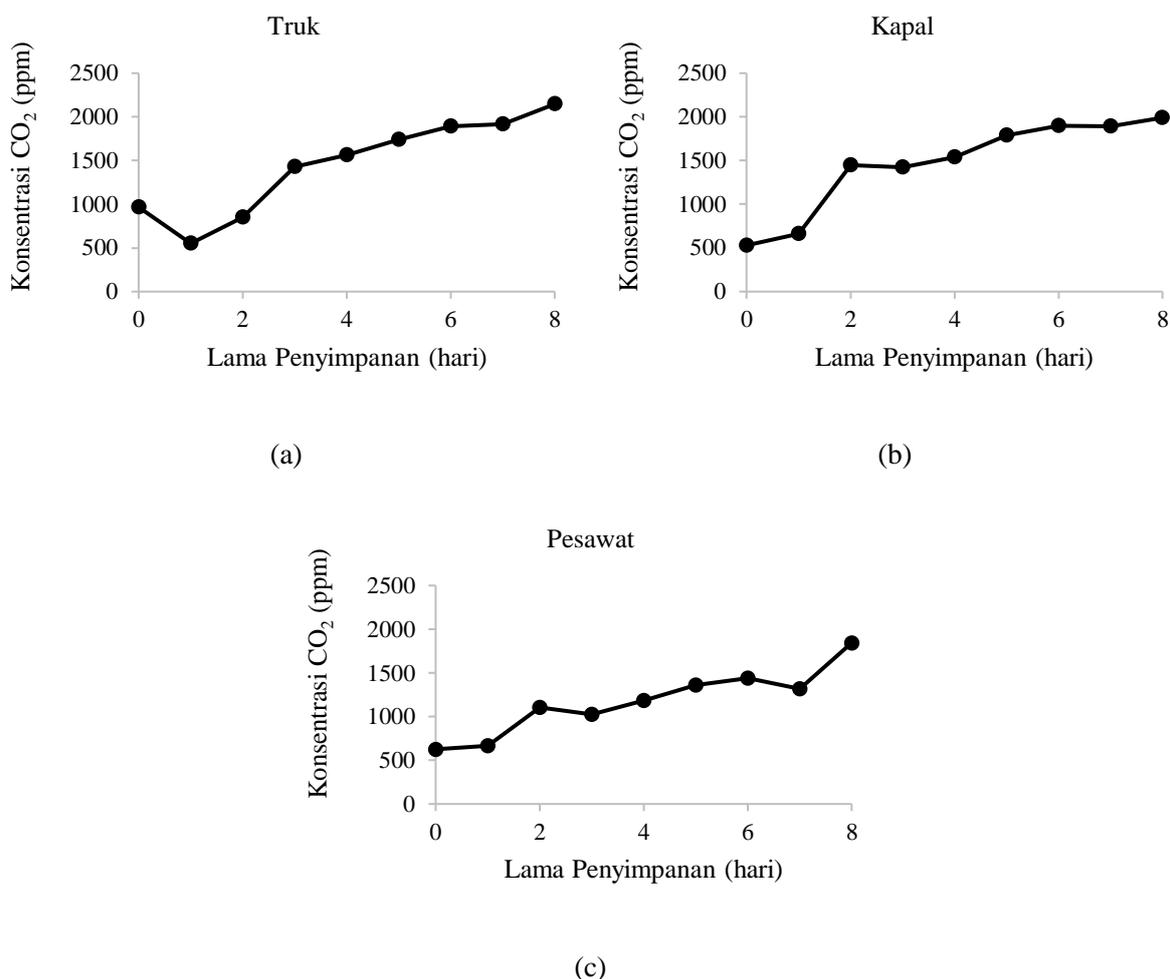
Model Kinetika Konsentrasi CO₂

Respirasi merupakan pemeran utama dalam keseluruhan metabolisme dan juga menjadi tolak ukur dari laju metabolisme. Namun, respirasi dapat meningkat ataupun menurun tergantung dari kondisi penyimpanan dan fisiologis yang memproduksinya (Devanesan *et al.* 2012). Selama penyimpanan rantai pasok konsentrasi CO₂ buah mangga Arumanis semakin meningkat karena adanya proses respirasi yang masih berlangsung.

Pada skenario kapal ditunjukkan pada Gambar 4(b) terjadi peningkatan konsentrasi CO₂ yang tinggi pada hari ke-2 disebabkan adanya perubahan suhu penyimpanan dari pengiriman truk berpendingin DC Margomulyo-pelabuhan Surabaya (10-12°C) menjadi penyimpanan pada kapal laut (24-28°C) untuk dikirimkan menuju

pelabuhan daerah tujuan. Perubahan suhu penyimpanan dari rendah ke tinggi menyebabkan konsentrasi karbondioksida mangga lebih meningkat. Seperti pada penelitian Agudelo *et al.* (2016), penyimpanan mangga dalam suhu tinggi meningkatkan produksi karbondioksida dibandingkan pada suhu rendah, dimana suhu penyimpanan mempengaruhi konsumsi oksigen dan produksi karbondioksida. Selain itu tingkat respirasi buah dipengaruhi oleh faktor kultivar buah dan waktu panen (Patel *et al.* 2016).

Penentuan model kinetik yang sesuai untuk parameter konsentrasi CO₂ diperoleh dari membuat plot hasil pengukuran nilai konsentrasi CO₂ (C₀) untuk ordo 0 dan nilai ln C₀ untuk ordo 1 dengan lama penyimpanan selama rantai pasok (t), kemudian dianalisis dengan regresi linier. Hasil dari analisis regresi ini dihasilkan persamaan yang memiliki nilai koefisien korelasi (R²) dan konstanta laju reaksi (k).



Gambar 4 Hubungan konsentrasi karbondioksida dengan lama penyimpanan setiap skenario rantai pasok

Tabel 1 Nilai konstanta laju reaksi (k) dan nilai koefisien korelasi (R²) konsentrasi karbondioksida

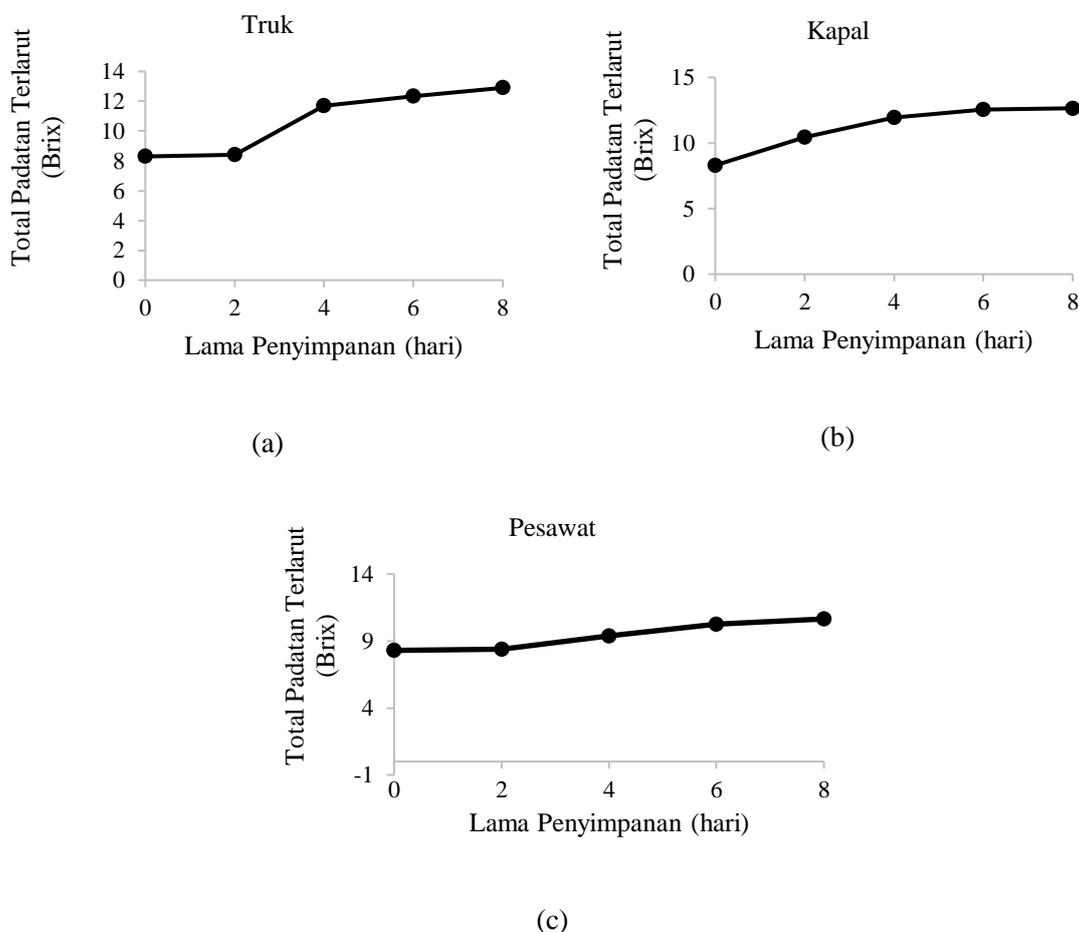
Skenario	Ordo 0		Ordo 1	
	k (hari ⁻¹)	R ²	k (hari ⁻¹)	R ²
Truk	-186,78	0,8735	-0,1454	0,7605
Kapal	-180	0,8525	-0,1536	0,7572
Pesawat	-130,64	0,8816	-0,1198	0,8637

Tabel 1 mendeskripsikan model kinetika konsentrasi CO₂ yang sesuai dengan simulasi skenario rantai pasok mangga Arumanis keseluruhan mengikuti ordo 0. Penetapan ordo reaksi ini dilakukan dengan melihat nilai (R²) yang paling besar pada persamaan linearnya. Kemudian nilai *slope* (*k*) yang negatif menunjukkan penurunan kualitas (Arif *et al.* 2014). Penurunan kualitas mangga yang paling cepat dilihat dari nilai konstanta laju reaksi (*k*). Nilai konstanta laju reaksi perubahan konsentrasi CO₂ pada skenario truk, kapal dan pesawat adalah -186,78, -180 dan -130,64 hari⁻¹. Laju reaksi perubahan konsentrasi CO₂ yang paling cepat adalah skenario truk tetapi pada skenario kapal nilai laju reaksi juga tidak terlalu berbeda jauh. Hal ini dikarenakan adanya

penyimpanan dari suhu rendah ke tinggi saat pengiriman dengan kapal laut menuju pelabuhan daerah tujuan yang mengakibatkan produksi CO₂ meningkat dibandingkan skenario lain yang hanya mengalami perubahan suhu penyimpanan yang tidak begitu tinggi.

Model Kinetika Total Padatan Terlarut

Perubahan total padatan terlarut buah mangga Arumanis pada setiap skenario rantai pasok semakin meningkat. Hal ini dikarenakan selama penyimpanan mangga arumanis mengalami konversi polisakarida menjadi gula-gula sederhana dan sejalan dengan suhu yang meningkat maka laju konversinya semakin meningkat pula (Suci 2020).



Gambar 5 Hubungan total padatan terlarut dengan lama penyimpanan setiap skenario rantai

Tabel 2 Nilai konstanta laju reaksi (*k*) dan nilai koefisien korelasi (R²) total padatan terlarut

Skenario	Ordo 0		Ordo 1	
	<i>k</i> (hari ⁻¹)	R ²	<i>k</i> (hari ⁻¹)	R ²
Truk	-0,6575	0,8819	-0,0634	0,8662
Kapal	-0,5417	0,8691	-0,0514	0,8405
Pesawat	-0,3275	0,9543	-0,0349	0,9531

Skenario kapal pada Gambar 5(b) mengalami peningkatan total padatan terlarut yang lebih tinggi dibandingkan skenario lain pada hari ke-2 disebabkan adanya perubahan suhu penyimpanan dengan pengiriman kapal laut menjadi 24-28°C. Selain itu, skenario truk juga mengalami peningkatan setelah mangga disimpan dalam penyimpanan retail (20-22°C) dari penyimpanan saat di truk berpendingin (10-12°C). Pada skenario pesawat mengalami kenaikan nilai total padatan terlarut yang paling lambat karena suhu penyimpanan selama rantai pasok yang rendah yaitu 10-12°C dari DC Margomulyo hingga ke retail. Kenaikan nilai total padatan terlarut ini juga dialami pada penelitian (Purwanto *et al.* 2016) pada mangga Gedong Gincu yang disimpan pada suhu ruangan (28°C) lebih cepat meningkat dibandingkan pada penyimpanan suhu dingin (8°C dan 13°C) sehingga penyimpanan suhu rendah mampu memperlambat peningkatan total padatan terlarut pada buah mangga

Pada Tabel 2 diketahui bahwa nilai R^2 untuk parameter total padatan terlarut skenario lebih banyak mengikuti pada ordo 0 dibandingkan ordo 1. Nilai R^2 tertinggi dari skenario truk, kapal dan pesawat yaitu 0,8819, 0,8691 dan 0,9543. Jika hasil regresi linear didapatkan nilai koefisien yang mendekati satu maka lama penyimpanan berpengaruh terhadap parameter produk (Haryati *et al.* 2015). Nilai konstanta laju reaksi perubahan total padatan terlarut pada mangga Arumanis yang paling rendah terjadi pada skenario Pesawat yaitu -0,3275 hari-1. Hal ini disebabkan penyimpanan pada suhu rendah dapat mengurangi perubahan parameter kualitas seperti warna kulit, TPT dan pH (Ayele and Bayleyegn 2017).

KESIMPULAN

Kualitas mangga Arumanis mengalami perubahan kualitas selama simulasi penyimpanan rantai pasok yang berbeda. Nilai konsentrasi CO_2 dan total padatan terlarut mengalami peningkatan pada penyimpanan seluruh skenario rantai pasok Truk, Kapal dan Pesawat. Pada skenario Kapal mengalami peningkatan nilai CO_2 dan total padatan terlarut yang paling tinggi dibandingkan skenario lain dikarenakan adanya perubahan penyimpanan dari suhu rendah ke tinggi saat pengiriman dengan Kapal Laut selama 24 jam. Umur simpan pada penyimpanan ritel di skenario Truk dan Kapal hanya sampai 6 hari dan skenario Pesawat 4 hari.

Model kinetika reaksi dari perubahan parameter konsentrasi CO_2 dan total padatan terlarut mangga Arumanis pada seluruh skenario rantai pasok yang sesuai adalah reaksi ordo 0 dilihat dari nilai koefisien kolerasi (R^2) yang lebih tinggi. Nilai R^2 untuk skenario Truk, Kapal dan Pesawat pada konsentrasi CO_2 yaitu 0,8735, 0,8525 0,8816 dan pada total padatan terlarut yaitu 0,8819, 0,8691, 0,9543. Pengembangan model kinetika ini digunakan untuk memprediksi perubahan kualitas mangga Arumanis selama penyimpanan rantai pasok dari pusat distribusi menuju ritel.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada LPDP, mitra perusahaan PT Laris Manis Utama, civitas akademik IPB University dan berbagai pihak yang memberikan bantuan dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Agudelo, C., C. Restrepo, and J. E. Zapata. 2016. Respiration kinetic of mango (*Mangifera indica* L.) as function of storage temperature. *Revista Facultad Nacional de Agronomia Medellin* 69(2):7985–7995.
- Al-Dairi, M., and P. B. Pathare. 2021. Kinetic modeling of quality changes of tomato during storage. *Agricultural Engineering International: CIGR Journal* 23(1):183–193.
- Arif, A. Bin, Setyadjit, I. B. Jamal, H. Herawati, and Suyanti. 2014. Pengaruh Penambahan Sari Cempedak Terhadap Umur Simpan Dan Nutrisi Sari Buah Nanas (Effect of Addition Cempedak Juice for Shelf Life and Nutrition Pineapple Juice). *J.Pascapanen* 1:30–38.
- Arti, I. M., P. Asnur, R. Kurniasih, and E. P. Ramdan. 2022. Identification, Pathogenesis and Virulence Test of Fungus Causes Postharvest Disease of Gedong Gincu Mango from Pal Market, Cimanggis, Depok. *JURNAL PEMBELAJARAN DAN BIOLOGI NUKLEUS* 8(2):236–246.
- Ayele, L., and A. Bayleyegn. 2017. Effect of Low Temperature Storage on Ripening and Quality of Mango (*Mangifera*. *Journal of Agricultural Science and Research* 5(7):570–576.
- Bambalele, N. L., A. Mditshwa, L. S. Magwaza, and S. Z. Tesfay. 2021. Recent Advances on Postharvest Technologies of Mango Fruit: A

- Review. *International Journal of Fruit Science* 21(1):565–586.
- BPS. 2021. *Statistik Hortikultura 2020*.
- Danh, L. T., B. T. Giao, C. T. Duong, N. T. T. Nga, D. T. K. Tien, N. T. Tuan, B. T. C. Huong, T. C. Nhan, and D. T. X. Trang. 2021. Use of essential oils for the control of anthracnose disease caused by *colletotrichum acutatum* on post-harvest mangoes of cat hoa loc variety. *Membranes* 11(9).
- Devanesan, J., A. Karuppiah, and C. Abirami. 2012. Effect of storage temperatures, O₂ concentrations and variety on respiration of mangoes. *Journal of Agrobiological Science* 28(2):119–128.
- Furqon, C., P. S. Manajemen, and U. P. Indonesia. 2014. Analisis Manajemen Dan Kinerja Rantai Pasokan Agribisnis Buah Stroberi Di Kabupaten Bandung. *Image : Jurnal Riset Manajemen* 3(2):109.
- Haryati, T. Estiasih, F. Heppy, and K. Ahmadi. 2015. Pendugaan Umur Simpan Menggunakan Metode Accelerated Shelf-Life Testing (ASLT) dengan Pendekatan Arrhenius pada Produk Tape Ketan Hitam Khas Mojokerto Hasil Sterilisasi. *Jurnal Pangan dan Agroindustri* 3(1):156–165.
- Hertog, M. L. A. T. M., J. Lammertyn, N. Scheerlinck, and B. M. Nicolai. 2007. The impact of biological variation on postharvest behaviour: The case of dynamic temperature conditions. *Postharvest Biology and Technology* 43(2):183–192.
- Ichsan, M. C., and I. Wijaya. 2014. Karakteristik Morfologis dan Beberapa Keunggulan Mangga Arumanis (*Mangifera indica* L.). *Agrotrop Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian* 1(3):66–72.
- Istianingsih, T., and D. Efendi. 2013. Pengaruh umur panen dan suhu simpan terhadap umur simpan buah naga super red (*Hylocereus costaricensis*). *Jurnal Hortikultura Indonesia* 4(1):54–61.
- Lestari, R., R. Hasbullah, and I. Harahap. 2017. Vapor Heat Treatment and Storage Temperature for Maintaining Quality of Arumanis Mango (*Mangifera indica* L.). *Jurnal Keteknik Pertanian* 05(2):1–13.
- Mohd Ali, M., N. Hashim, S. Abd Aziz, and O. Lasekan. 2022. Shelf Life Prediction and Kinetics of Quality Changes in Pineapple (*Ananas comosus*) Varieties at Different Storage Temperatures. *Horticulturae* 8(11):992.
- Noiwan, D., P. Suppakul, A. Joomwong, J. Uthaitutra, and P. Rachtanapun. 2017. Kinetics of Mango Fruits (*Mangifera indica* cv. ‘Nam Dok Mai Si Thong’) Quality Changes during Storage at Various Temperatures. *Journal of Agricultural Science* 9(6):199.
- Patel, B. B., F. S. Roy, M. J. S. Saiyad, and D. C. Joshi. 2016. Respiration behaviour and heat of respiration of mango (cv. Langdo) under different storage conditions. *International Journal of Agriculture, Environment and Biotechnology* 9(5):855.
- Purwanto, Y. A., I. W. Budiastira, and E. Darmawati. 2016. Effect of low temperature storage on the ripe-stage eating period of “gedong gincu” mango fruits. *ARP Journal of Engineering and Applied Sciences* 11(17):10365–10367.
- Rodjanatham, T., and T. Rabgyal. 2020. Quality assurance of international fruit supply chains via techno-management. *Agriculture (Switzerland)* 10(4).
- Suci, Y. T. 2020. Perubahan Mutu Buah Mangga Arumanis Selama Penyimpanan Dingin. *AgriHumanis: Journal of Agriculture and Human Resource Development Studies* 1(2):99–106.
- Triardianto, D., A. Adhamatika, and A. Sucipto. 2022. Pengaruh Suhu Terhadap Parameter Fisik Pisang Kepok (*Musa acuminata*) Selama Penyimpanan. *Agrosaintifika: Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian* 5(1):11–16.
- van der Vorst, J. G. A. ., O. Van Kooten, and W. Marcelis. 2007. Quality Controlled Logistics in Food Supply Chain Networks: Integrated Decision-Making on Quality and Logistics to Meet Advanced Customer Demands. *the 14Th International Euroma Conference*(April):17–20.