

Kajian Ventilasi Dan Perubahan Suhu Dalam Kemasan Karton Dengan Komoditas Tomat

Emmy Darmawati ¹⁾, Gita Adhya Wibawa Sakti ¹⁾

¹⁾Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, IPB
e-mail:emi_handono@yahoo.com

ABSTRAK

Ventilasi merupakan bagian penting pada kemasan produk pertanian. Tomat sebagai komoditas yang banyak dikonsumsi membutuhkan penanganan distribusi yang seksama terutama dalam kaitannya dengan kemasan. Ventilasi untuk mengurangi kerusakan tomat disebabkan oleh suhu dan akumulasi panas didalam kemasan menjadi kajian penelitian ini. Dua hal yang dikaji yaitu tipe ventilasi dan pola susunan tomat dalam kemasan. Tipe ventilasi ada dua yaitu lingkaran (*circle*) dan oblong (*oval*) dengan luas ventilasi sebesar 3% dari total luas permukaan kemasan, sedang pola susunan ada dua yaitu acak dan teratur. Pengukuran suhu dilakukan dalam tiga periode setiap harinya yaitu pagi, siang dan sore. TPT diukur untuk mengetahui perubahan mutu tomat dalam kemas. Hasil kajian secara statistik menunjukkan bahwa tipe ventilasi berpengaruh nyata terhadap perubahan suhu dalam kemasan. Kemasan berventilasi lingkaran menunjukkan respon lebih cepat terhadap perubahan suhu lingkungan dibanding dengan ventilasi oval. Pengaruh pola susunan tomat dalam kemasan menunjukkan perbedaan yang nyata terhadap perubahan suhu terutama pada kemasan yang berventilasi lingkaran. Perubahan yang cepat terhadap suhu lingkungan menyebabkan kerusakan yang cepat terutama pada penyimpanan suhu ruang, hal ini ditunjukkan dengan perubahan yang tinggi nilai TPT tomat dalam kemasan berventilasi lingkaran. Pada suhu ruang, kerusakan banyak terjadi pada tomat yang ada disekitar lubang ventilasi. Hal ini perlu dikaji lebih lanjut mengingat secara teori kerusakan biasanya terjadi pada buah yang ada dibagian dalam kemasan karena adanya akumulasi panas didaerah tersebut.

Kata Kunci: Ventilasi, Kemasan, Suhu, Tomat

PENDAHULUAN

Penanganan pasca panen produk pertanian dimulai dari panen sampai siap dikonsumsi konsumen. Tujuan penanganan pascapanen adalah untuk mempertahankan kuantitas, kualitas dan aman dikonsumsi. Salah satu perlakuan pascapanen untuk tujuan tersebut adalah penggunaan kemasan transportasi yang memadai sesuai dengan sistem distribusi dari komoditas.

Tomat adalah jenis sayuran yang tingkat konsumsinya cukup tinggi, sehingga keberadaan tomat dipasar dalam jumlah dan mutu sesuai kebutuhan menjadi perhatian penting. Tomat didistribusikan dengan wadah (kemasan) yang terbuat dari berbagai bahan kemasan tergantung dari wilayah produksinya. Kemasan karton menjadi salah satu bahan kemasan yang digunakan untuk distribusi tomat terutama untuk pasar institusi (supermarket, hotel, restoran, ekspor). Salah satu kekurangan kemasan dari bahan karton adalah ventilasi yang perlu dirancang sesuai dengan kebutuhan komoditas dan sistem distribusi yang dilakukan.

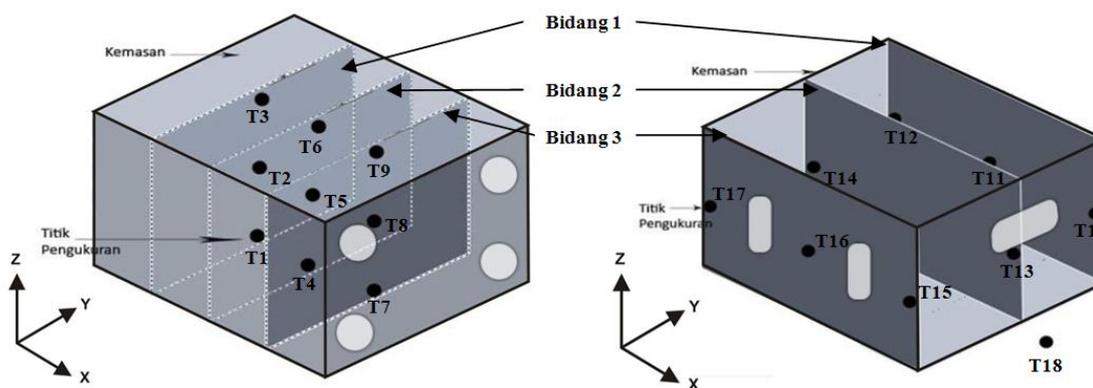
Penelitian terkait dengan perancangan ventilasi pada kemasan berbahan karton gelombang telah dilakukan oleh Aspihani (2006) dan Adhinata (2008). Berdasarkan hasil penelitian tersebut dilakukan kajian untuk penerapannya pada komoditas tomat. Pada umumnya distribusi tomat dari wilayah produsen disekitar Jakarta dilakukan dengan truk tanpa pendingin (suhu ruang). Berdasar pada kondisi tersebut maka tujuan dari penelitian adalah melakukan kajian terhadap ventilasi kemasan berbahan karton hasil dari penelitian Adhinata (2008) untuk distribusi tomat pada kondisi suhu ruang. Dua hal yang dikaji yaitu pola susunan tomat dalam

kemasan dan tipe ventilasi, pengaruhnya terhadap distribusi suhu dalam kemasan dan berubahnya mutu tomat dalam dua hari penyimpanan pada suhu ruang.

METODOLOGI

Bahan yang digunakan adalah: a) tomat berasal dari di Cianjur yang disortasi berdasarkan keseragaman dalam dimensi, bentuk, warna, ukuran, bobot, dan tingkat kekerasan, b) Kemasan karton gelombang flute AB berdimensi 410 × 330 × 240 mm, dan tipe kemasan RSC berventilasi lingkaran (*circle*) dan oblong (*oval*) dengan presentase luasan ventilasi sebesar 3% dari total luas permukaan kemasan.

Parameter yang diamati adalah suhu, perubahan kekerasan dan padatan terlarut. Untuk mendapatkan data sebaran suhu di dalam kemasan, pengukuran suhu dilakukan pada titik-titik seperti pada Gambar 1 dengan koordinat seperti pada Tabel 1. Pengukuran suhu dilakukan pada kondisi suhu ruang pada jam 09.00(pagi), jam 12.45 (siang), jam 16.30(sore) dengan durasi waktu pengambilan data 30 menit. Alat yang digunakan *Thermocouple*, *Chino Recorde*, rheometer, refraktometer. Kekerasan dan padatan terlarut di ukur sebelum dan sesudah penyimpanan dua hari di suhu ruang.



Gambar 1. Titik-titik pengukuran suhu di dalam kemasan

Tabel 1. Koordinat titik-titik pengukuran pada bidang

Skenario 1					Skenario 2				
Bidang	Titik	Koordinat			Bidang	Titik	Koordinat		
		X	Y	Z			X	Y	Z
1	1	102.5	165	0	1	10	410	330	120
	2	102.5	165	120		11	205	330	120
	3	102.5	165	240		12	0	330	120
2	4	205	165	0	2	13	410	165	120
	5	205	165	120		14	0	165	120
	6	205	165	240		15	410	0	120
3	7	307.5	165	0	3	16	205	0	120
	8	307.5	165	120		17	0	0	120
	9	307.5	165	240		Luar	18	-	-

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengaruh Penyusunan Buah Dalam Kemasan Terhadap Perubahan Suhu

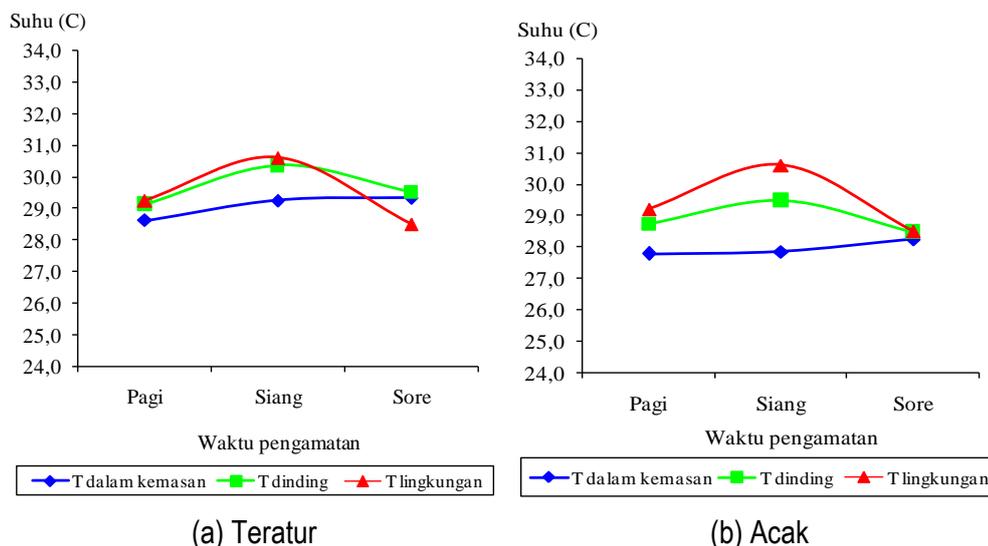
Dua pola penyusunan buah tomat yang diuji, yaitu pola susunan acak dan pola susunan teratur (Gambar 2). Pada dimensi kemasan yang sama (430 x 330 x 240 mm), dengan pola susunan teratur dapat termuat 158 buah (18,17 Kg), sedangkan dengan pola susunan acak termuat 149 buah (17,14 Kg). Selain susunan buah menjadi lebih kompak, pola susunan teratur menghasilkan efisiensi penggunaan ruang kemasan yang lebih baik



Gambar 2. Pola susunan buah dalam kemasan

1. Perubahan suhu dalam kemasan berventilasi Linkaran

Pola perubahan suhu dalam kemasan pada susunan tomat teratur dan acak diperlihatkan pada Gambar 3.a dan 3.b, sedang laju perubahan suhu pada pagi, siang, dan sore dapat dilihat pada Tabel 2.



Gambar 3. Perubahan Suhu dalam kemasan, dinding kemasan dan lingkungan

Tabel 2. Peningkatan dan penurunan suhu dalam kemasan pada pola susunan teratur dan acak pada kemasan berventilasi lingkaran

Waktu Pengukuran	Kemasan Ventilasi Lingkaran				
	Susunan Teratur		$T_{\text{lingkungan}}$	Susunan Acak	
	T_{dalam}	T_{dinding}		T_{dalam}	T_{dinding}
Pagi	28.6	29.1	29.2	27.8	28.7
Siang	29.2	30.4	30.6	27.9	29.5
delta	+0.6	+1.3	+1.4	+0.1	+0.8
Sore	29.3	29.5	28.5	28.2	28.5
delta	+0.1	-0.9	-2.1	+0.3	-1.0

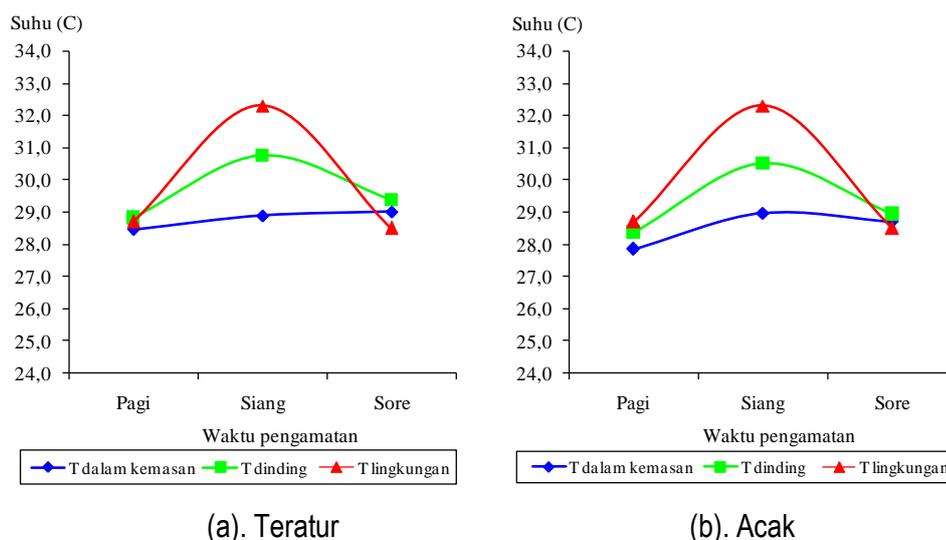
Catatan: delta + menunjukkan kenaikan suhu,
delta – menunjukkan penurunan suhu

Lubang ventilasi lingkaran terletak pada bidang Y (arah lebar), dengan demikian letak pengukuran suhu bagian dalam kemasan searah dengan aliran udara yang masuk dari lubang ventilasi (Gambar 1). Kondisi tersebut memberikan pengaruh terhadap laju perubahan suhu dibagian dalam kemasan, terutama pada pola susunan teratur. Secara umum perubahan suhu pada siang hari lebih cepat dibanding pada sore hari, sementara suhu di dalam kemasan terus meningkat walau suhu di luar dan di dinding kemasan pada sore hari mulai menurun. Hal ini mengindikasikan adanya akumulasi suhu di dalam kemasan karena aktifitas respirasi tomat yang menghasilkan panas.

Pada susunan acak kenaikan suhu pada sore hari cukup besar (0.3 °C) dibanding dengan susunan teratur (0.1 °C), sementara suhu lingkungan dan suhu di dinding kemasan menurun -0.9 °C sampai -2.1 °C. Hasil ini menginformasikan bahwa susunan buah yang teratur akan membentuk aliran udara yang kontinyu antar buah sehingga udara dingin sore hari yang masuk ke dalam kemasan akan segera dialirkan ke dalam kemasan dan segera mempengaruhi kondisi udara di dalam kemasan. Hal ini diperkuat dengan perubahan suhu dalam kemasan pada siang yang cukup tinggi (0.6 °C) pada susunan teratur dibanding pada susunan acak (0.1 °C).

2. Perubahan suhu dalam kemasan berventilasi Oval

Gambar 4.a dan 4.b, menunjukkan perubahan suhu dalam kemasan, dinding kemasan dan lingkungan, sedang pada Tabel 3 ditunjukkan laju perubahan suhunya. Perubahan suhu bagian dinding kemasan sama seperti halnya ventilasi lingkaran yaitu sangat dipengaruhi oleh suhu lingkungan. Pada saat suhu lingkungan meningkat, maka suhu bagian dinding pun akan ikut naik, pada saat suhu lingkungan menurun, suhu bagian dinding pun turun laju kenaikan suhunya.



Gambar 4. Perubahan Suhu dalam kemasan, dinding kemasan dan lingkungan

Tabel 3. Peningkatan dan penurunan suhu pada pola susunan teratur dan acak kemasan ventilasi oval

Waktu Pengukuran	Kemasan Ventilasi Oval				
	Susunan Teratur		T _{lingkungan}	Susunan Acak	
	T _{dalam}	T _{dinding}		T _{dalam}	T _{dinding}
Pagi	28.5	28.8	28.7	27.8	28.4
Siang	28.9	30.8	32.3	28.7	30.5
delta	+0.4	+2.0	+3.6	+0.9	+2.1
Sore	29.3	29.4	28.5	28.9	28.7
delta	+0.4	-1.4	-3.8	+0.2	-1.8

Pola perubahan suhu di dalam kemasan pada ventilasi oval agak berbeda dengan pola perubahan suhu pada ventilasi lingkaran. Perubahan suhu bagian dalam kemasan untuk pola susunan teratur cenderung konstan pada pagi-siang dan siang-sore yaitu sebesar 0.4 °C, sementara untuk pola susunan acak mengalami perubahan yang tajam pada pagi-siang mencapai 0.9°C dan 0,2 °C pada periode siang-sore. Hasil ini menunjukkan kondisi yang berlawanan dengan yang di ukur pada ventilasi lingkaran, walaupun secara umum menunjukkan gejala yang sama yaitu tetap meningkat suhunya di sore hari walau suhu lingkungan dan dinding kemasan telah menurun.

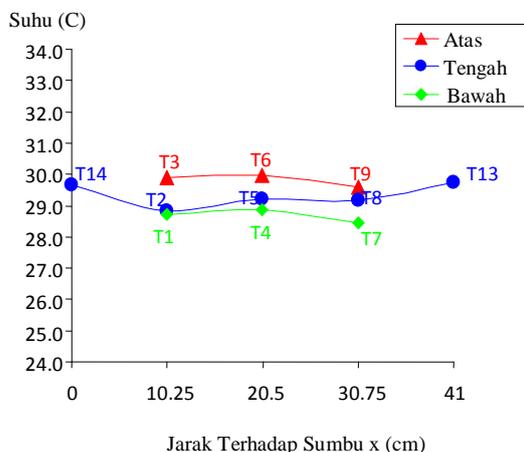
Hal yang perlu diwaspadai dan dikaji ulang adalah suhu dalam kemasan (susunan acak) pada pagi hari yang rendah (27.8 °C). Akurasi pengukuran suhu dalam kemasan sangat ditentukan oleh letak thermocouple. Suhu yang seharusnya terukur adalah suhu ruang yang ada di dalam kemasan, sehingga dibutuhkan posisi alat ukur yang tepat dan kokoh. Kekurang hati-hatian pada penelitian ini adalah posisi alat ukur yang masih bisa bergeser bila terkena tumpukan buah, sehingga dimungkinkan suhu yang terukur adalah suhu permukaan buah. Kemungkinan lain adalah posisi alat ukur berada diantara buah tomat yang membentuk ruang kosong yang berhubungan langsung dengan udara luar. Pola acak akan membuat ruang-ruang kosong diantara buah tomat yang tidak tertentu polanya sehingga memungkinkan terbentuk ruangan kosong antar tomat yang terhubung

langsung dengan udara luar sehingga suhu dalam kemasan akan cepat dipengaruhi oleh suhu udara luar.

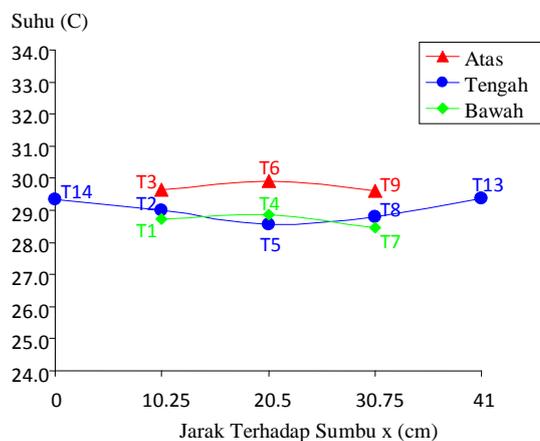
B. Pengaruh Ventilasi Terhadap Perubahan Suhu

Pembahasan pengaruh suhu diuraikan berdasarkan arah sumbu X dan Y dimana sumbu X merupakan arah panjang dan Y merupakan arah lebar, dengan pertimbangan posisi lubang ventilasi ada di arah sumbu X (ventilasi lingkaran) dan arah X maupun Y (ventilasi oval). Ventilasi merupakan sumber aliran udara yang masuk ke dalam kemasan.

Grafik perubahan suhu terhadap sumbu X disajikan pada Gambar 5a dan 5b. Letak lubang ventilasi lingkaran ada dibagian sisi lebar kemasan (Gambar 1) sehingga aliran udara yang masuk kedalam kemasan searah sumbu X. Keadaan ini terlihat oleh pola suhu yang cukup baik (Gambar 5b) dimana suhu bagian tengah (T2,T5,T8) membentuk perubahan suhu yang berpola. Suhu pada posisi T5 mendapat aliran udara dari T2 dan T8, sehingga terjadi penurunan suhu walaupun didalam kemasan terdapat tomat yang menghasilkan panas karena kegiatan respirasi. Susunan yang teratur membantu aliran udara pada ruang antar buah berjalan dengan baik.



(a) Ventilasi Oval

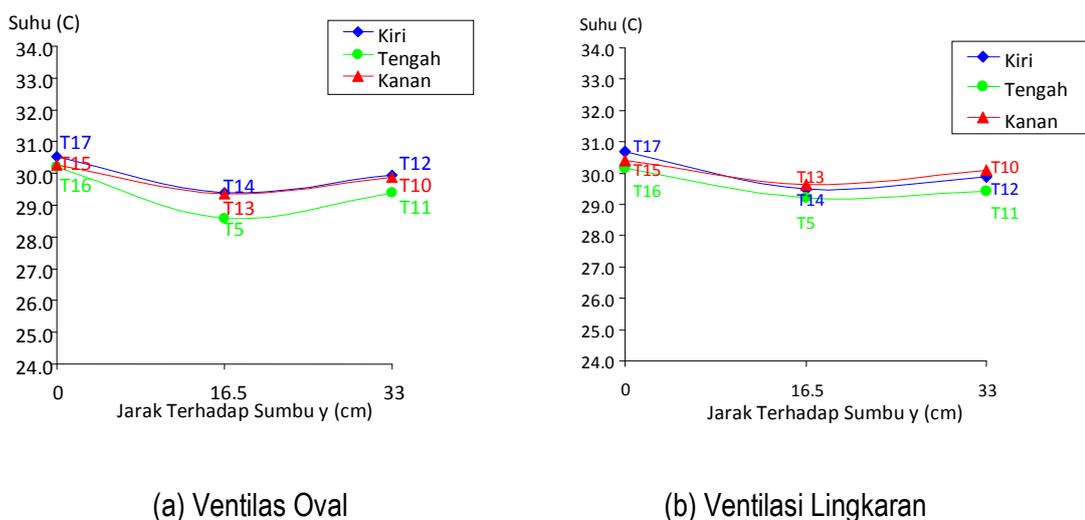


(b) Ventilasi Lingkaran

Gambar 5. Perubahan suhu terhadap sumbu X untuk susunan teratur

Pada ventilasi oval, aliran udara dari arah sumbu X berasal dari ventilasi yang ada di bagian sisi lebar (hanya satu lubang tiap sisi), sehingga tidak memadai untuk membuat suhu di T5 menurun. Pada Gambar 5a bahkan menunjukkan lebih besar dari T 2. Hal ini dimungkinkan aliran udara dalam kemasan berasal dari T8 karena posisi kemasan dan arah angin yang ada (pengukuran dilakukan di ruang terbuka). Fenomena pengaruh tipe ventilasi terhadap perubahan suhu ditunjukkan oleh perubahan suhu di bagian dalam tengah kemasan.

Gambar 6a dan 6b menunjukkan perubahan suhu yang diambil pada sumbu Y. Bila perubahan suhu dilihat dari sumbu Y maka pada ventilasi oval nilai suhu dalam kemasan bagian tengah (T5) menunjukkan pola perubahan yang hampir sama dengan T5 pada arah X untuk ventilasi lingkaran. Pada sumbu Y, arah aliran udara dari luar masuk melalui dua lubang ventilasi yang ada di sisi panjang kemasan (ventilasi oval) Kondisi ini membuat bagian tengah kemasan mendapat aliran udara yang cukup dari dua lubang ventilasi tersebut.



Gambar 6. Perubahan suhu terhadap sumbu Y untuk susunan teratur

Pada ventilasi lingkaran, perubahan T5 tidak sebesar T5 pada ventilasi oval, hal ini disebabkan pada sumbu Y tidak ada lubang ventilasi. Namun demikian lubang yang ada di sisi lebar (ventilasi lingkaran) cukup memberi pengaruh pada suhu bagian dalam tengah kemasan.

Perubahan suhu bagian dalam tengah kemasan (T5) dengan suhu sekelilingnya dinyatakan dalam Tabel 4. Delta merupakan selisih antara suhu bagian dalam kemasan (T5) dengan suhu dinding belakang (T11) dan suhu dinding depan (T16) (Gambar 1), yang menggambarkan perubahan suhu antar bagian-bagian tersebut. Suhu dinding depan lebih besar dari dinding belakang dikarenakan posisi dinding kemasan bagian belakang tidak langsung terkena panas matahari. Kondisi ini juga mengakibatkan perubahan suhu dari arah dinding belakang lebih kecil dari pada dinding depan.

Tabel 4. Perubahan suhu bagian dalam kemasan (T5) arah sumbu Y pada ventilasi lingkaran (I), dan ventilasi oval (II)

Titik Pengukuran	I		II	
	Suhu	Delta	Suhu	Delta
Dinding (T16)	28.9		30.2	
Tengah (T5)	27.6	1.3	28.6	1.6
Dinding (T11)	28.0	0.4	29.4	0.8

Berdasarkan nilai delta, diketahui bahwa suhu bagian tengah kemasan yang terpengaruh lebih besar dengan suhu lingkungan adalah kemasan berventilasi lingkaran. Nilai delta yang kecil menunjukkan suhu mendekati suhu lingkungannya. Fenomena ini sesuai dengan hasil penelitian yang telah dilakukan oleh Adhinata, 2008, dimana ventilasi lingkaran menghasilkan penyebaran suhu udara yang lebih cepat dibanding ventilasi oval.

C. Perubahan Mutu Buah Tomat

Suhu merupakan faktor eksternal yang mempengaruhi respirasi. Selama proses respirasi, beberapa perubahan fisik terjadi pada buah tomat seperti proses pematangan, melunaknya daging buah tomat, susut bobot akibat kehilangan air, terbentuknya aroma dan gas-gas volatil serta perubahan tekstur dan rasa buah.

a. Kekerasan Buah Tomat

Kekerasan buah tomat yang di simpan selama 2 hari pada suhu ruang mengalami penurunan (Tabel 5). Berdasarkan nilai kekerasan buah tomat, baik pola susunan teratur maupun acak diketahui bahwa kekerasan yang mengalami penurunan paling besar adalah ventilasi lingkaran (23.5%-24.3%). Suhu bagian dalam kemasan pada ventilasi lingkaran sangat dipengaruhi oleh suhu lingkungan. Penyimpanan dilakukan pada suhu ruang, tingginya suhu ruang akan masuk ke dalam ruang kemasan yang akan meningkatkan proses respirasi tomat yang dapat merusak jaringan sel buah dan mempercepat proses pelunakan buah tomat. Penyimpanan hanya dilakukan dua hari karena dihari ke tiga banyak tomat yang sudah busuk terutama yang berada di dekat lubang ventilasi. Penyebab kebusukan tomat di bagian lubang ventilasi disebabkan suhu yang cukup tinggi dari udara luar (30 °C) yang ada disekitar lubang ventilasi.

Tabel 5. Nilai kekerasan tomat setelah 2 hari penyimpanan pada suhu ruang

Susunan	Ventilasi	Kekerasan		
		Awal	Akhir	%
Teratur	Lingkaran	0.395	0.299	24.3
	Oval	0.449	0.345	23.2
Acak	Lingkaran	0.375	0.287	23.5
	Oval	0.443	0.342	22.8

b. Total Padatan Terlarut Buah Tomat

Menurut Pantastico (1986) besarnya laju perombakan pati menjadi gula dipengaruhi oleh suhu dan enzim. Semakin tinggi suhu akan mempercepat respirasi yang menyebabkan perombakan pati menjadi gula yang lebih besar. Kenaikan gula yang dinyatakan dalam total padatan terlarut merupakan petunjuk kimia telah terjadinya kemasakan. Tabel 6 menunjukkan Total Padatan Terlarut (TPT) buah tomat selama 2 hari penyimpanan pada suhu ruang.

Tabel 6. Nilai TPT buah tomat tiap perlakuan selama 2 hari penyimpanan

Susunan	Ventilasi	TPT		
		Awal	Akhir	%
Teratur	Lingkaran	3.4	3.8	11.8
	Oval	3.5	3.9	11.4
Acak	Lingkaran	3.3	3.7	12.1
	Oval	3.4	3.8	11.8

Tabel 6 menunjukkan perubahan TPT pada tomat yang ada dalam kemasan berventilasi lingkaran disimpan pada suhu ruang lebih tinggi (11.8%-12.1%) dari ventilasi oval. Hasil ini mendukung perubahan nilai kekerasan di atas. Perombakan pati menjadi gula akan mengurangi bagian padatan buah sehingga kekerasannya menurun.

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

1. Pola susunan buah (Acak dan Teratur) belum secara signifikan diketahui mempengaruhi pola perubahan suhu di dalam kemasan. Pada ventilasi lingkaran, pola susunan buah terlihat mempengaruhi perubahan suhu dalam kemasan, tetapi pada ventilasi oval, pola susunan buah tidak sama dengan yang dihasilkan pada ventilasi lingkaran. Perlu kajian lanjut terutama terkait dengan teknik pengukuran suhu di dalam kemasan dengan menggunakan thermocouple yang tepat.
2. Tipe ventilasi berpengaruh terhadap perubahan suhu. Ventilasi lingkaran adalah ventilasi yang menghasilkan penyebaran suhu udara yang lebih cepat dibanding ventilasi oval. Hal ini ditunjukkan oleh perubahan suhu dalam kemasan lebih mendekati suhu di bagian dinding dan luar kemasan
3. Penyimpanan pada suhu ruang untuk melihat dengan cepat perubahan mutu tomat dalam kemasan dengan ventilasi yang berbeda. Tomat yang dikemas dengan ventilasi lingkaran lebih besar penurunan kekerasan dan lebih besar nilai TPT nya. Hal ini menunjukkan kerusakan yang lebih cepat dibanding tomat yang dikemas dengan ventilasi oval.

B. Saran

1. Keterbatasan alat ukur (*Termocouple*) menyebabkan pengukuran suhu tidak dapat serempak dilakukan pada semua perlakuan. Hal ini menyebabkan perbedaan suhu dalam perlakuan tidak tergambarkan secara baik, karena suhu lingkungan yang berbeda.
2. Untuk distribusi tomat tanpa pendingin, perlu berhati-hati dalam penggunaan kemasan berventilasi. Suhu luar yang panas akan lebih cepat berpengaruh terhadap suhu bagian dalam kemasan pada kemasan berventilasi.
3. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk pengaruh ventilasi pada suhu dingin (suhu penyimpanan).

DAFTAR PUSTAKA

- Adhinata, Y. 2008. Analisa Pengaruh Ventilasi Terhadap Suhu, RH, dan Aliran Udara pada Kemasan Karton (*Corrugated Box*) Menggunakan Teknik *Computational Fluid Dynamics* (CFD).
- Aspihani, H. 2006. Kajian Pengaruh Tipe Kemasan, Bahan Kemasan, dan Penggunaan Ventilasi Terhadap Kekuatan Kemasan Peti Karton (*Corrugated Box*) untuk Distribusi.
- Pantastico, E. B. 1986. Fisiologi Pasca Panen Penanganan dan Pemanfaatan Buah-buahan dan Sayur-sayuran Tropika dan Sub Tropika. Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Peleg, K. 1985. Produce Handling, Packaging, and Distribution. AVI Publishing Company, Inc., Westport, Connecticut, USA.
- Puspa, Diana D. 2006. Kajian Pengaruh Tipe Kemasan dan Penggunaan Ventilasi Terhadap kekuatan dan Biaya Kemasan Peti kayu Untuk Distribusi Hortikultura. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian, IPB. Bogor.
- Triyanto, H. S. 1991. Karton Gelombang dari Kotak Karton Gelombang (Sifat-sifat dan Spesifikasinya). Makalah Seminar Kotak Karton Gelombang: 9 Juli 1991, Hyatt Regency, Surabaya.