

JRPB, Vol. 7, No. 2, September 2019, Hal. 139-147
DOI:10.29303/jrpb.v7i2.69
ISSN 2301-8119, e-ISSN 2443-1354
Tersedia online di <http://jrpb.unram.ac.id/>

PERUBAHAN SIFAT FISIK BUAH TOMAT SETELAH PROSES TRANSPORTASI

Change in The Physical Properties of Tomato Fruit After The Transportation Process

Ida Ayu Widhiantari^{1*}, Sandra², Gunomo Djoyowasito²

¹Program Studi Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pangan dan Agroindustri,
Universitas Mataram, Jl. Majapahit 62 Mataram 83125

²Jurusan Keteknikan Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian,
Universitas Brawijaya, Jl. Veteran Malang 65145

Email*): widhiantari_pw@yahoo.com

Diterima: Juni 2019

Disetujui: Agustus 2019

ABSTRACT

During the activities of transportation, tomatoes can be damaged due to the vibration frequency of transport machinery and also the transport time. The presence of vibration during the transportation process can affect change in texture of tomatoes. Optimization is used in this study in order to obtain optimum quality of tomato fruits after simulation transport. Optimization by using Response Surface Methodology (RSM) methods Central Composite Design (CCD) with two independent variables are the vibration frequencies (3 Hz, 6Hz, and 9Hz) and the duration of vibration (90, 120, and 150 minutes) as well as the texture of tomatoes as a response. The optimum conditions obtained in the vibration frequency of 2,32 Hz and transport simulation time 133,42 minutes with optimum texture value of tomatoes is 0,147768 and a value of desirability that 0,928.

Keywords: *optimization, texture of tomato vibration*

ABSTRAK

Selama kegiatan transportasi, buah tomat dapat mengalami kerusakan akibat adanya frekuensi getaran yang berasal dari mesin transportasi dan juga lama waktu kegiatan transportasi. Adanya getaran selama proses transportasi dapat mempengaruhi perubahan tekstur buah tomat. Optimasi pada penelitian ini bertujuan untuk memperoleh mutu buah tomat yang optimal setelah dilakukan simulasi transportasi. Optimasi dilakukan menggunakan *Response Surface Methodology (RSM) central composite design (CCD)* dengan dua variabel bebas yaitu frekuensi getaran (3 Hz, 6 HZ, dan 9 Hz) dan lama waktu penggetaran (120, 150, dan 180 menit) serta tekstur buah tomat sebagai respon.

Kondisi optimum diperoleh pada frekuensi getaran 2,33 Hz dan waktu simulasi transportasi 133,42 menit dengan nilai tekstur optimum buah tomat yaitu 0,147768 dan nilai *desirability* sebesar 0,928.

Kata kunci: optimasi, tekstur buah tomat, vibrasi

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Buah-buahan maupun sayur-sayuran merupakan produk hortikultura yang mudah mengalami kerusakan. Salah satu produk hortikultura yang mudah mengalami kerusakan adalah buah tomat, padahal sangat banyak sekali produk yang telah dihasilkan dari buah tomat seperti saus, dodol, manisan, maupun minuman. Selain itu buah tomat juga banyak dimanfaatkan dalam kondisi segar baik sebagai buah maupun sayur. Menurut Satuhu (2004), kerusakan buah tomat dapat mencapai 30-50% akibat penanganan yang kurang baik selama proses pengangkutan.

Pengemasan dan kondisi jalan saat kegiatan transportasi sangat mempengaruhi tingkat kerusakan buah tomat, dimana kondisi itu sangat berpengaruh pada sifat fisik buah tomat, seperti teksturnya. Biasanya kemasan yang digunakan yaitu kemasan dari kotak kayu atau keranjang bambu dengan tidak memperhatikan ketinggian tumpukan. Penggunaan keranjang bambu sebagai kemasan telah dilakukan oleh Warti, dkk (2018) dan diperoleh rerata persentase kerusakan mekanis buah tomat selama transportasi 1 jam sebesar 39,56% dan dengan penambahan cacahan koran sebagai pengisi diperoleh persentase kerusakan mekanisnya sebesar 21,86%.

Kondisi jalan yang dilalui pada saat transportasi berlangsung sangat mempengaruhi laju kerusakan pada tumpukan buah tomat, terutama pada kondisi jalan yang buruk ditambah lagi waktu perjalanan yang panjang. Kerusakan yang terjadi pada buah tomat

selama kegiatan transportasi dapat mempengaruhi sifat fisik buah tomat dimana salah satunya adalah menyebabkan penurunan nilai tekstur buah tomat.

Konsumen pada umumnya membeli buah tomat dengan tekstur buah yang masih keras atau padat, hal tersebut menunjukkan bahwa buah tomat dalam keadaan segar dan layak untuk dikonsumsi, sebaliknya buah tomat yang memiliki tekstur yang lembek terlebih lagi jika dilihat dari wananya yang masih berwarna hijau kemerahan mengindikasikan bahwa buah tomat tersebut mengalami kerusakan akibat penanganan yang tidak tepat selama kegiatan transportasi berlangsung. Kerusakan yang disebabkan oleh pengaruh transportasi sangat sulit untuk dihindari. Hal ini disebabkan karena selain faktor dari kondisi jalan raya itu sendiri, amplitudo dan frekuensi yang sangat berperan dalam mempengaruhi kerusakan mekanis (Varanita dkk, 2016).

Besar kecilnya frekuensi, amplitudo dan lama getaran selama transportasi, serta tinggi dan beban tumpukan buah juga sangat mempengaruhi kondisi fisik buah tomat. Kerusakan buah tomat yang disebabkan oleh pengaruh getaran selama transportasi terkadang tidak dapat dilihat secara langsung pada bagian luar buah, namun kerusakan tersebut akan mempercepat laju respirasi pada buah tersebut sehingga buah cepat mengalami proses pematangan dan pembusukan (Pantastico, 1989). Hardiana dkk (2018) menambahkan bahwa guncangan serta bantingan dalam kegiatan transportasi

sangat mempengaruhi tingkat kekerasan dari bahan hortikultura.

Response surface methodology (RSM) digunakan dalam penelitian ini untuk mendapatkan kondisi proses pengangkutan yang optimal, sehingga dapat menghasilkan kualitas buah tomat dari segi tekstur yang optimum yang sesuai dengan keinginan konsumen. Optimasi dilakukan dengan menggunakan RSM dimana percobaan dirancang dengan menggunakan metode *central composite design* (CCD).

Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan kondisi optimum dari proses simulasi transportasi buah tomat sehingga dapat diperoleh nilai tekstur optimum dari buah tomat.

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Bahan yang digunakan yaitu buah tomat varietas *servo* segar dengan tingkat kematangan fisiologis dan ukuran (berat) yang relatif seragam dengan warna merah kekuningan serta kotak kayu sebagai wadah buah tomat selama simulasi transportasi. Alat yang digunakan dalam

penelitian ini berupa penetrometer dan serangkaian alat simulator getar.

Metode

Proses optimasi transportasi dilakukan dengan menggunakan metode *central composite design* (CCD) dengan dua faktor perlakuan dan masing-masing terdiri dari tiga level yaitu frekuensi getaran (X_1) terdiri dari 3 Hz, 6 Hz, 9 Hz dan waktu penggetaran (X_2) terdiri dari 90, 120, 150 menit yang merupakan independent variabel serta tekstur yang merupakan dependent variabel (Y). Dengan menggunakan model *central composite design* (CCD) dengan rancangan 2^k faktorial ($k=2$) sehingga rancangannya adalah 2^2 , dimana didapatkan nilai $\alpha (2^{k/4}) = 1.41421$ (*star point*), dan titik pusat (n_c) atau nilai tengah (0.0) diulang sebanyak 5 kali, maka diperoleh 13 kombinasi perlakuan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Simulasi dilakukan dengan meja getar dimana arah getaran yang terjadi yaitu arah vertikal dengan amplitudo getaran 3,6 cm yang mewakili kondisi jalan luar kota dan dengan frekuensi 3, 6, dan 9 Hz.

Analisis Respon Tekstur Buah Tomat

Tabel 1. Data Respon Tekstur Buah Tomat Setelah Simulasi Transportasi

Run	Frekuensi (Coded)	Waktu (Coded)	Frekuensi (Hz)	Waktu (menit)	Tekstur kg/mm ²
1	0	-1,41421	6	77,57	0,1249
2	0	1,41421	6	162,43	0,1180
3	-1,41421	0	1,76	120	0,1556
4	1,41421	0	10,24	120	0,0470
5	-1	1	3	150	0,1356
6	1	-1	9	90	0,0850
7	1	1	9	150	0,0634
8	-1	-1	3	90	0,1315
9	0	0	6	120	0,1169
10	0	0	6	120	0,1186
11	0	0	6	120	0,1398

12	0	0	6	120	0,1366
13	0	0	6	120	0,1266

Analisis respon terhadap parameter tekstur dalam penelitian ini dilakukan untuk mengetahui hubungan antara variabel bebas terhadap nilai tekstur buah tomat yang dihasilkan.

Pemilihan Model

Analisis pemilihan model dilakukan berdasarkan jumlah kuadrat urutan model

(*sequential model sum of square*), uji kesesuaian model regresi menggunakan uji *lack of fit test* (ketidaksesuaian model) dan ringkasan model secara statistik (*model summary statistic*) terhadap respon tekstur buah tomat menggunakan DX 7.0.0 Trial Version.

Tabel 2. *Sequential Model Sum of Square*

Source	Sum of Square	df	Mean Square	F Value	p-value Prob>F	
Mean vs Total	0,17	1	0,17			
Linear vs Mean	9,360E-003	2	4,680E-003	18,65	0,0004	
2FI vs Linear	1,651E-004	1	1,651E-004	0,63	0,4464	
<u>Quadratic vs 2FI</u>	<u>1,646E-003</u>	<u>2</u>	<u>8,230E-004</u>	<u>8,25</u>	<u>0,0144</u>	<i>Suggested</i>
Cubic vs Quadratic	1,596E-004	2	7,980E-005	0,74	0,5228	<i>Aliased</i>
Residual	5,388E-004	5	1,078E-004			
Total	0,18	13	0,014			

Sumber : Hasil Pengolahan Data DX 7.0.0

Dalam pengujian *sequential model sum of square* suatu model dikatakan cocok atau sesuai apabila nilai probabilitas nilai-p > F adalah lebih kecil dari 0.05 (p < 5%). Dari analisis pemilihan model berdasarkan *sequential model sum of square* pada Tabel 2 di atas terdapat dua model yang memiliki pengaruh yang nyata (signifikan) terhadap respon tekstur buah tomat yaitu

model linear dan kuadratik, namun model yang lebih disarankan oleh program yaitu model kuadratik.

Proses evaluasi pemilihan model selanjutnya yaitu berdasarkan pengujian simpangan model atau yang disebut ketidaktepatan model (*lack of fit test*).

Hasil analisis pemilihan model yang kedua dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. *Lack of Fit Tests*

Source	Sum of Square	df	Mean Square	F Value	p-value Prob>F	
Linear	2,083E-003	6	3,472E-004	3,26	0,1364	
2FI	1,918E-003	5	3,836E-004	3,60	0,1193	
<u>Quadratic</u>	<u>2,721E-004</u>	<u>3</u>	<u>9,070E-005</u>	<u>0,85</u>	<u>0,5341</u>	<i>Suggested</i>
Cubic	1,125E004	1	1,125E004	1,06	0,3623	<i>Aliased</i>
Pure Error	4,263E-004	4	1,066E-005			

Sumber : Hasil Pengolahan Data DX 7.0.0

Suatu model yang diperoleh dapat dikatakan *fit* bila nilai *p lack of fit* nya lebih dari 5% ($>0,05$) yang menunjukkan bahwa ketidaktepatan model tidak signifikan. Dari hasil pengujian yang dapat dilihat pada Tabel 3, semua model baik itu model linear, 2FI, kuadrat, dan kubik memiliki nilai $p\text{-value prob} > F \geq 5\%$. Hal ini menjelaskan bahwa *lack of fit* atau ketidaktepatan pengujian tidak signifikan yang berarti bahwa model sesuai dengan seluruh nilai rancangan. Namun dari keempat model yang ada,

program memilih model kuadrat sebagai model yang nyata dan disarankan (*suggested*) dengan nilai *p* yaitu 0,5341 (53,41%). Pemilihan model kuadrat ini sesuai dengan pemilihan model berdasarkan *sequential model sum of square* bahwa model kuadrat lebih disarankan oleh program.

Proses evaluasi pemilihan model selanjutnya yaitu berdasarkan pengujian model secara statistik. Hasil analisis pemilihan model yang ketiga dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Model Summary Statistics

Source	Std. Dev.	R-Squared	Adjusted Squared	Predicted R-Squared	PRESS	
Linear	0,016	0,7886	0,7463	0,6369	4,310E-003	
2FI	0,016	0,8025	0,7366	0,4950	5,994E-003	
<u>Quadratic</u>	<u>9,988E-003</u>	<u>0,9412</u>	<u>0,8991</u>	<u>0,7809</u>	<u>2,601E-003</u>	<i>Suggested</i>
Cubic	0,010	0,9546	0,8911	0,3373	7,866E-003	<i>Aliased</i>

Sumber : Hasil Pengolahan Data DX 7.0.0

Dalam pengujian statistik ini terdapat beberapa parameter yang digunakan dalam memilih model yang tepat antara lain yaitu nilai standar deviasi terendah, *R-square* tertinggi, *Adjusted R-square* tertinggi, *Predicted R-square* tertinggi, dan *PRESS (Prediction Error Sum of Square)* terendah (Montgomery, 2001).

Dari hasil analisis pada Tabel 4 terlihat bahwa model yang memenuhi kriteria parameter dan disarankan yaitu model kuadrat. Model kuadrat memenuhi kriteria parameter yang diinginkan, dimana memiliki nilai standar deviasi terendah, *R-square* tertinggi, *Adjusted R-square* tertinggi, *Predicted R-square* tertinggi, dan *PRESS (Prediction Error Sum of Square)* terendah dibandingkan model linear dan 2FI. Model kubik diberi tanda *aliased* oleh program yang menunjukkan bahwa model tidak disarankan.

Analisis Ragam (ANOVA) Respon Tekstur Buah Tomat

Model yang terpilih kemudian dilakukan analisis ragam (ANOVA). Analisis ragam ANOVA terhadap model dapat menjelaskan hubungan antara variabel dengan respon. Hasil analisis ragam ANOVA untuk respon tekstur buah tomat dengan model kuadrat dapat dilihat pada tabel 5.

Dari hasil analisis ragam pada Tabel 5 menunjukkan bahwa model kuadrat signifikan dengan nilai *F* 22,39. Hal ini dibuktikan dengan nilai *p* yang kurang dari 0,05 ($0,0004 < 0,05$). Model kuadrat memiliki nilai *F lack of fit* sebesar 0,85 dan nilai *p* nya sebesar 53,41% yang menunjukkan ketidaktepatan model tidak signifikan (model telah sesuai). Nilai *Adjusted R²* model kuadrat yang diperoleh sebesar 0,8991 yang mendekati nilai *R²* yaitu sebesar 0,9412, selisih antara *Adj R²* dan *Pred R²* yang kecil, serta nilai *Adeq*

precision 14,187 (>4) menunjukkan pemodelan rancangan penelitian (Effendi, bahwa model dapat diaplikasikan dalam 2009).

Tabel 5. Analisis Ragam ANOVA

Source	Sum of Square	Df	Mean Square	F Value	p-value Prob>F	
Model	0,011	5	2,234E-003	22,39	0,0004	<i>Significant</i>
A-Frekuensi	9,267E-003	1	9,267E-003	92,89	<0,0001	<i>Significant</i>
B-Waktu	9,288E-005	1	9,288E-005	0,93	0,3668	
AB	1,651E-004	1	1,651E-004	1,66	0,2392	
A ²	1,581E-003	1	1,581E-003	15,85	0,0053	<i>Significant</i>
B ²	1,739E-005	1	1,739E-005	1,74	0,2283	
Residual	6,984E-004	7	9,977E-005			
<i>Lack of Fit</i>	2,721E-004	3	9,070E-005	0,85	0,5341	<i>not significant</i>
<i>Pure Error</i>	4,263E-004	4	1,066E-005			
Cor Total	0,012	12				

Std. Dev.	9,988E-003	R-Squared	0,9412
Mean	0,12	Adj R-Squared	0,8991
C.V.%	8,66	Pred R-Squared	0,7809
PRESS	2,601E-003	Adeq Precision	14,187

Sumber: Hasil Pengolahan Data DX 7.0.0

Berdasarkan Tabel 5 dapat dilihat bahwa hanya variabel frekuensi (A) dan kuadratik dari frekuensi (A²) yang memiliki pengaruh terhadap respon tekstur buah tomat. Model kuadratik memiliki tingkat signifikan terhadap respon yang baik

Dari hasil pengolahan data menggunakan program *Design Expert 7.0.0 Trial Version* diperoleh persamaan polinomial orde kedua (kuadratik) sebagai berikut:

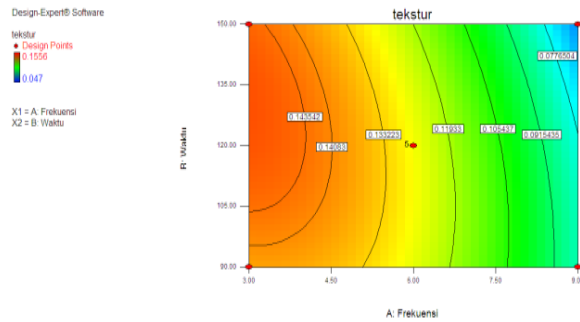
$$Y = +0,017700 + 0,17322X_1 + 1,64809E-003X_2 - 7,13889E-005X_1X_2 - 1,67500E-003X_1^2 - 5,55556E-006X_2^2 \dots\dots\dots 1)$$

Persamaan kuadratik yang diperoleh dalam metode permukaan respon dapat digunakan untuk memprediksi respon tekstur buah tomat

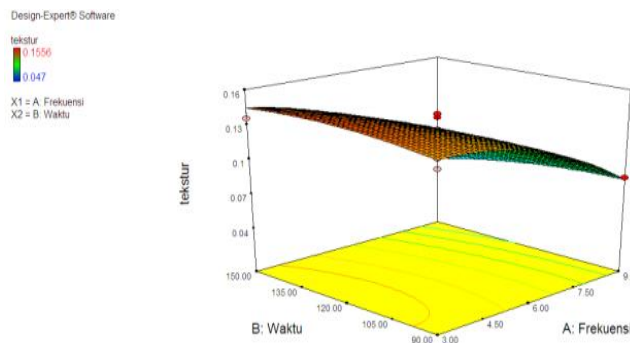
terhadap variabel frekuensi dan waktu penggetaran.

Analisis Karakteristik Permukaan Respon Tekstur Buah Tomat

Berdasarkan perhitungan dari akar-akar ciri matriks B, diperoleh akar cirinya (nilai eigen dari matriks) yaitu $\lambda_1 = -0,02554$ dan $\lambda_2 = -0,00132$. Nilai eigen yang diperoleh keduanya bernilai negatif sehingga dapat disimpulkan bahwa permukaan respon yang dihasilkan berupa maksimum. Nilai respon di titik stasioner yang diperoleh merupakan nilai maksimum. Model yang diperoleh kemudian ditampilkan dalam bentuk grafik kontur permukaan dan juga dalam permukaan tiga dimensi seperti yang dapat dilihat pada Gambar 1 berikut:



Gambar 1. Kurva Permukaan Respon Frekuensi dan Waktu Penggetaran terhadap Respon Tekstur Buah Tomat *Contour Plot*



Gambar 2. Kurva Permukaan Respon Frekuensi dan Waktu Penggetaran terhadap Respon Tekstur Buah Tomat Grafik 3D

Pada Gambar 2. terlihat bahwa dengan semakin kecilnya frekuensi getaran yang digunakan, maka perubahan tekstur (penurunan) dari buah tomat akan lebih lambat terjadi (memiliki nilai tekstur yang tinggi), yang berarti tekstur dari buah tomat dapat dipertahankan, sehingga buah tidak cepat mengalami proses pelunakan.

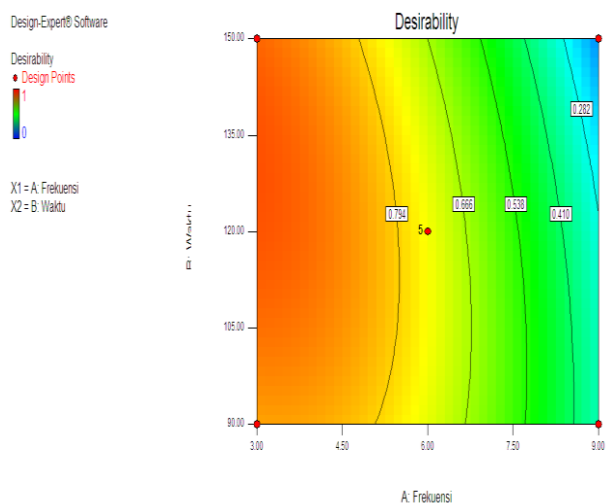
Optimasi Respon Tekstur Buah Tomat

Kriteria atau fungsi tujuan yang digunakan untuk menetapkan kondisi optimum disesuaikan dengan batasan-batasan (*constraints*) seperti yang disajikan pada Tabel 6. Hasil optimasi respon terpilih disajikan dalam bentuk *countour plot* dan bentuk tiga dimensi dapat dilihat pada Gambar 3 dan 4.

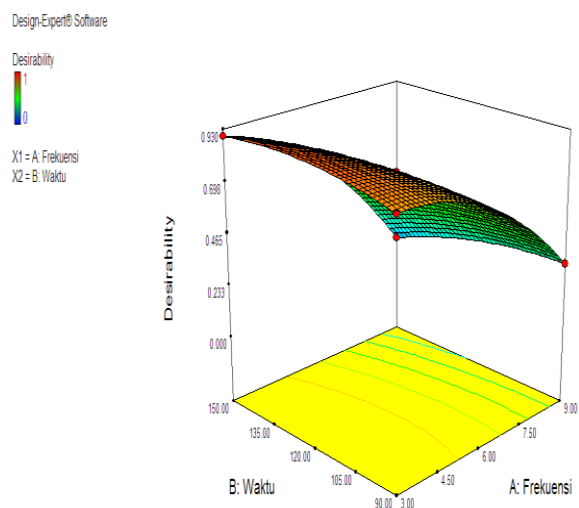
Tabel 6. *Constraints* Respon untuk Optimasi

<i>Name</i>	<i>Goal</i>	<i>Lower Limit</i>	<i>Upper Limit</i>
Frekuensi (Hz)	<i>is in range</i>	1,76	10,24
Waktu (menit)	<i>is in range</i>	77,57	162,43
Tekstur (kg/mm ²)	<i>Maximize</i>	0,047	0,1556

Sumber : Hasil Pengolahan Data DX 7.0.0



Gambar 3. Kurva Permukaan Pengaruh Frekuensi dan Waktu Getaran Terhadap Respon Tekstur Buah Tomat *Countour Plot Desirability*



Gambar 4. Kurva Permukaan Pengaruh Frekuensi dan Waktu Getaran Terhadap Respon Tekstur Buah Tomat *3D Desirability*

Berdasarkan *countour plot* dan bentuk tiga dimensi yang dihasilkan pada Gambar 3 dan 4, maka didapatkan 2

komposisi formula yang dianggap memberikan solusi optimum dimana dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 7. Solusi Optimal

No	Frekuensi (Hz)	Waktu (menit)	Tekstur (kg/mm ²)	<i>Desirability</i>	
1	<u>2,33</u>	<u>133,42</u>	<u>0,147768</u>	<u>0,928</u>	<i>selected</i>
2	2,32	133,59	0,147767	0,928	

Sumber : Hasil Pengolahan Data DX 7.0.0

Dari dua solusi optimum yang ditawarkan, program menyarankan solusi

yang terpilih adalah yang tertera pada no pertama yaitu pada frekuensi getaran 2,33

Hz dan lama waktu 133,42 menit dengan nilai respon optimal untuk tekstur yaitu 0,147768 dengan nilai desirability yang cukup besar mencapai 0,928. Nilai *desirability* yang dapat dicapai dengan nilai 0,928 menunjukkan formula tersebut akan menghasilkan mutu buah tomat yang memiliki tekstur optimal dan sesuai dengan keinginan atau kriteria konsumen sebesar 92,8%.

KESIMPULAN

Dari hasil optimasi diperoleh variabel optimum frekuensi getaran yaitu 2,33 Hz dan waktu simulasi transportasi 133,42 menit dengan nilai tekstur optimum buah tomat sebesar 0,147768 kg/mm² dengan nilai *desirability* sebesar 0,928.

DAFTAR PUSTAKA

- Effendi, M. (2009). Optimasi Produksi Etanol Dari Sampah Sisa Makanan Oleh *Aspergillus niger* s dan *Saccharomyces cerevisiae* NRRL V-132 Menggunakan Response Surface Methodology. Tesis. Universitas Brawijaya. Malang.
- Hardiana, P., Daulay, B.S., dan Sigalingging, R. (2018). Pengaruh Jenis Kemasan Terhadap Susut Bobot, Kerusakan Fisik dan Kekerasan Kubis (*Brassicaoleracea L. Var.capitata*) Menggunakan Simulasi Transportasi Darat. Jurnal Reakaya Pangan dan Pertanian Vol. 6 No 2.
- Montgomery, DC. (2001). *Design and Analysis of Experiments*. 5th ed John Wiley & Sons, Inc. NewYork.pp. 427-510.
- Pantastico, ERB. (1989). Fisiologi Pascapanen, Penanganan dan Pemanfaatan Buah-buahan dan Sayur-sayuran Tropika dan Subtropika. Yogyakarta. Gadjah Mada Press.
- Satuhu, S, dan Sunarmani. (2004). Membuat Aneka Dodol Buah. Jakarta. Penebar Swadaya.
- Varanita Arrinesia, Z., Tamrin., Haryanto, A. (2016). Jurnal Teknik Pertanian Lampung Vol. 5 No. 2 117-124.
- Warti Jasnias, Munir Putra, A., dan Sigalingging, S. (2018). Pengaruh Bahan Pengisi Kemasan Keranjang Bambu pada Tranportasi Darat Terhadap Mutu Tomat (*Lycopersicum Esculentum Mill*). Jurnal Reakaya Pangan dan Pertanian Vol. 6 No 1.