

Optimasi Konsentrasi Pelilinan dan Suhu Penyimpanan Buah Manggis dengan Menggunakan Metode Respon Surface

Optimization Waxing Concentration and Storage Temperature of Mangosteen Using Response Surface Method

Andriani Lubis¹, Emmy Darmawati², dan Sutrisno³

Abstract

Post-harvest handling is less precise cause of most of mangosteen can not be maintained quality after harvest. This research is expected to give information a waxing combination and the optimum temperature to maintain the quality of mangosteen. Response Surface Method (RSM) was used to create a mathematical model of the influence of temperature and waxing concentration combined treatment. The experiment was done using the CCD (Central Composite Design) with storage temperature treatment (X1) 6°C, 8°C, 13°C, 18°C, 20°C and waxing concentration (X2) 4%, 5%, 7.5%, 10%, 11%. Quality response that were observed were the firmness and total soluble solid (TSS) value. The results showed that of the two quality parameters, TSS is the best response for analysis using RSM with R² values of 69.3% and lack of fit for 0.093. Mathematical model influence of temperature and waxing TSS response is $Y = 16.4600 - 0.9268X_1 - 0.0561X_2 + \varepsilon$. The model produce the plot surface shaped saddle point with optimum value at 18°C storage temperature and wax concentration of 7.5%, meaning that in those circumstances the changes in TSS value is minimum during self life.

Keywords: mangosteen, response surface method, waxing and storage temperature

Diterima: 26 Maret 2009; Disetujui: 28 Agustus 2009

Pendahuluan

Manggis merupakan salah satu jenis tanaman buah tropis. Ekspor manggis periode Februari 2010 mencapai 8225 ton meningkat 91% dibandingkan volume ekspor periode 2009 sebesar 4285 ton (Dirjen Hortikultura 2009). Masalah utama yang terjadi pada manggis adalah produk yang mudah mengalami kerusakan akibat masih berlangsungnya proses fisiologis seperti respirasi, transpirasi dan produksi etilen.

Budiastra (2000) menyatakan pasca panen manggis dimulai dari panen di kebun petani sampai siap dikirim ke luar negeri meliputi kegiatan panen, *precooling*, pengangkutan, perlakuan, sortasi, pemutuan, penggolongan berdasarkan ukuran, pengemasan, penyimpanan dan pengangkutan ke negara tujuan ekspor.

Tujuan dari penelitian ini adalah mempelajari pengaruh suhu dan pelilinan terhadap mutu simpan buah manggis, menyusun model dengan menggunakan Metode *Response Surface* (MRS) untuk mengetahui kombinasi perlakuan suhu dan pelilinan terhadap mutu simpan manggis, serta menentukan kombinasi suhu dan pelilinan

yang optimum untuk mutu simpan manggis yang diharapkan.

Bahan dan Metode

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah buah manggis, lilin lebah dan air destilat. Alat yang digunakan adalah lemari pendingin untuk penyimpanan, *rheometer* model CR-300 untuk mengukur kekerasan, *refraktometer* Atago PR-210 untuk mengukur total padatan terlarut daging buah manggis, timbangan digital, termometer, kipas angin.

Metode Penelitian

Tahapan dalam pelaksanaan penelitian ini adalah:

1. Buah manggis yang telah dipanen dari kebun dibersihkan dari semut dan kotoran yang menempel dengan tangan kemudian dilakukan sortasi kematangan dan ukuran.
2. Tahap selanjutnya buah manggis kemudian dicelupkan pada emulsi lilin dengan konsentrasi

¹ Staf pengajar Jurusan Teknik Pertanian, Universitas Syiah Kuala Banda Aceh.

² Staf pengajar Departemen Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian - Institut Pertanian Bogor. Email: emi_handono@yahoo.com

³ Staf pengajar Departemen Teknik pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian - Institut Pertanian Bogor. Email: kensutrisno_@yahoo.com

4%, 5%, 7.5%, 10% dan 11%. Bahan pelapis yang digunakan berupa emulsi lilin lebah.

3. Selanjutnya buah manggis disimpan dalam lima suhu ruang yang berbeda, yaitu suhu 6°C, 8°C, 13°C, 18°C dan 20°C. Selama penyimpanan dilakukan pengukuran terhadap laju respirasi, susut bobot, kekerasan, dan TPT.

Pengamatan (Variabel Respon yang Diamati)

1. Kekerasan

Uji kekerasan dilakukan dengan menggunakan *rheometer* model CR-300, yang diset dengan mode 20, beban maksimum 10 kg, kedalaman penekanan 10 mm, kecepatan penurunan beban 60 mm/menit dan diameter jarum 5 mm. Pengujian dilakukan di 3 titik pada bagian tengah buah setiap 3 hari sekali.

2. Total Padatan Terlarut (°Brix)

Pengukuran total padatan terlarut dilakukan dengan menggunakan *refraktometer* digital, dilakukan setiap 3 hari sekali.

Rancangan Percobaan

Metode yang digunakan adalah Metode *Response Surface* (MRS).

a. Penentuan Harga Variabel

Variabel-variabel tersebut adalah:

1. Variabel respon: kekerasan dan total padatan terlarut.
2. Variabel prediktor :
 - Suhu, dinotasikan X_1 dengan range antara 6 sampai dengan 20°C

- Konsentrasi lilin, dinotasikan X_2 dengan range antara 4% sampai dengan 11%

b. Pengambilan Data

Desain yang digunakan untuk mengumpulkan data adalah model faktorial 2^2 ditambah dengan 5 titik pusatnya (*center point*) sehingga jumlah pengamatannya adalah 9 untuk percobaan orde pertama. *Central Composite Design* (CCD) digunakan untuk rancangan percobaan orde kedua, yang terdiri dari faktorial 2^2 ditambah 5 *center point* dan 4 *axialpoint*, sehingga total pengamatannya adalah 13 dengan nilai $\alpha = 1.414$.

Model persamaan pada orde pertama yang digunakan dengan desain faktorial 2^2 adalah:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \varepsilon$$

dimana:

Y : Nilai respon setiap parameter yang diamati

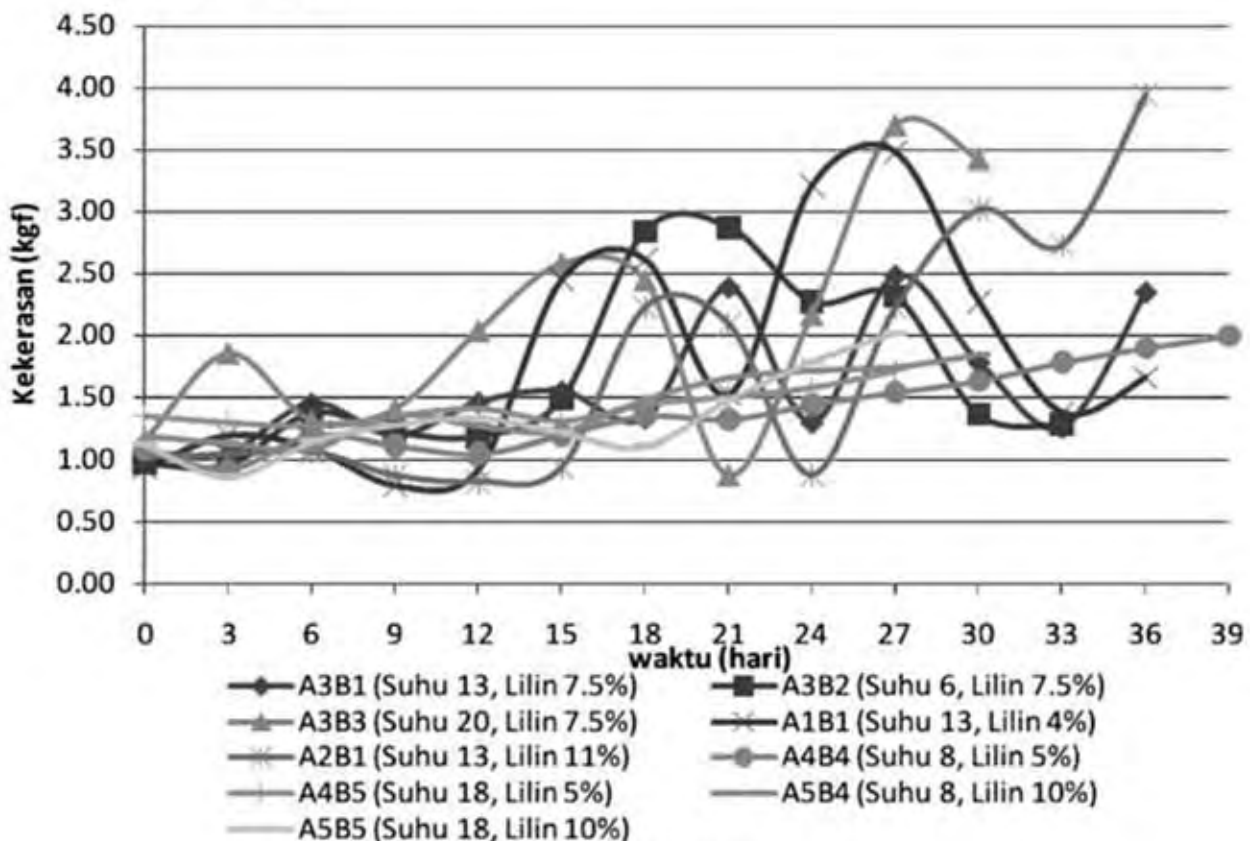
β_0 : intercept

β_1, β_2 : koefisien regresi variabel X_1, X_2

ε : nilai galat

Model persamaan kondisi optimum untuk penyimpanan manggis dengan desain faktorial 2^2 pada orde kedua adalah :

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_{11} X_1^2 + \beta_{22} X_2^2 + \beta_{12} X_1 X_2 + \varepsilon$$



Gambar 1. Grafik perubahan kekerasan.

Tabel 1. Perlakuan dan kode perlakuan

Perlakuan	Kode Perlakuan				
	-1.414	-1	0	1	1.414
Suhu Penyimpanan (X_1)	5.93	8	13	18	20.07
Konsentrasi Pelilinan (X_2)	3.965	5	7.5	10	11.035

Tabel 2. Rancangan percobaan dengan sistem pengkodean

No	Suhu Penyimpanan		Konsentrasi Pelilinan		Respon
	Kode	°C	Kode	(%)	
1	-1	-1	8	5	
2	1	-1	8	10	
3	-1	1	18	5	
4	1	1	18	10	
5	-1.414	0	13	3.9	
6	1.414	0	13	11	
7	0	-1.414	5.93	7.5	
8	0	1.414	20.07	7.5	
9	0	0	13	7.5	
10	0	0	13	7.5	
11	0	0	13	7.5	
12	0	0	13	7.5	
13	0	0	13	7.5	

Hasil dan Pembahasan

Kekerasan Kulit

Terjadinya pengerasan kulit buah merupakan akibat dari tingginya laju proses desikasi, sehingga kulit buah menjadi kering dan keras akhirnya menjadi sulit dibelah (Qonytah, 2004). Dari gambar terlihat bahwa kekerasan kulit yang tinggi terjadi pada perlakuan dengan suhu penyimpanan 13°C dan konsentrasi pelilinan 7.5% sebesar 3.94 kgf sedangkan kekerasan kulit terendah pada perlakuan suhu 13°C dan konsentrasi lilin 4% sebesar 1.37 kgf.

Sihombing (2010) melaporkan bahwa perlakuan pemberian lapisan lilin pada buah manggis dan disimpan pada suhu dingin cenderung memiliki kulit yang lebih keras bila dibandingkan dengan buah manggis yang tidak diberi lapisan lilin dan disimpan pada suhu kamar (kontrol). Suhu penyimpanan dan konsentrasi pelilinan dapat dijadikan sebagai variabel bebas yang dapat digunakan untuk melihat responnya pada kekerasan kulit dengan memakai Metode *Response Surface* (MRS).

Analisis Model Orde Pertama untuk Kekerasan Kulit

Analisis permukaan respon tahap pertama untuk respon kekerasan (Y) pada percobaan dengan model linear diperoleh persamaan model:

Tabel 3. Analisis regresi orde pertama

Faktor	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	P > F
X_1	3	0.109	0.036	0.64	0.627
X_2	2	0.025	0.012	0.22	0.812

Tabel 4. Anova model orde pertama

Source	DF	SS	F Value	Pr > F
Regression	2	0.005	0.04	0.957
Error	4	0.228		
Total	6	0.333		

$$Y = -0.52 + 0.252X_1 + 0.088X_2$$

dimana:

Y : kekerasan kulit

X_1 : suhu penyimpanan

X_2 : konsentrasi pelilinan

Pengaruh signifikansi variabel-variabel yang digunakan dapat diobservasi dari hasil pengolahan data percobaan. Analisis statistika untuk signifikansi pengaruh dari kedua variabel yaitu suhu penyimpanan (X_1) dan konsentrasi pelilinan (X_2) tercantum pada Tabel 3.

Tabel 5. Koefisien regresi orde kedua

Prediktor	Coefficients	SE Coef	T	P
Constant	1.189	1.784	0.67	0.526
X ₁	0.122	0.152	0.81	0.445
X ₂	-0.116	0.321	-0.36	0.727
X ₁ *X ₂	-0.006	0.012	-0.50	0.633
X ₁ *X ₁	-0.003	0.004	-0.77	0.465
X ₂ *X ₂	0.014	0.018	0.77	0.466

Tabel 6. Anova model orde kedua

Source	DF	SS	F	P
Regression	5	0.208	0.46	0.794
Error	7	0.634		
Total	12	0.842		

Berdasarkan hasil analisis statistika diatas, diketahui bahwa suhu penyimpanan dan konsentrasi pelilinan tidak mempunyai pengaruh terhadap kekerasan kulit manggis. Hasil perhitungan pengujian model orde pertama secara serentak ditampilkan pada Tabel 4.

Hasil uji parameter regresi seperti yang terlihat pada Tabel 4 diatas menunjukkan p-value dari regresi lebih besar dari 0.05 yang berarti variabel X_i tidak mewakili model atau terima H₀. Hasil uji *lack of fit* model orde pertama diperoleh p-value = 0 atau kurang dari 0.05 (tingkat α yang diinginkan) sehingga dapat diambil keputusan untuk menolak H₀ yang berarti ada *lack of fit* atau ketidak sesuaian model.

Berdasarkan nilai R² untuk persamaan ordo pertama relatif rendah (R²= 0.32) dan hasil uji *lack of fit* (ketidaksesuaian model) bersifat nyata maka hal ini menunjukkan model orde pertama untuk kekerasan yang diperoleh tidak tepat digunakan untuk menduga respon sehingga perlu dilakukan analisis selanjutnya untuk pendugaan orde kedua pada model kuadratik.

Analisis Model Orde Kedua untuk Kekerasan Kulit

Data yang diolah dengan rancangan percobaan orde kedua dengan menggunakan *software* SAS 9.0, selanjutnya dianalisa untuk menentukan koefisien-koefisien pemodelan orde kedua dari persamaan di bawah dan hasil perhitungan data ditunjukkan pada Tabel 5.

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_{11} X_1^2 + \beta_{22} X_2^2 + \beta_{12} X_1 X_2$$

Sehingga didapatkan persamaan:

$$Y = 1.189 + 0.122X_1 - 0.116X_2 - 0.006X_1X_2 - 0.003X_1^2 + 0.014X_2^2$$

Dimana:

- Y : nilai taksiran untuk kekerasan
- X₁ : nilai kode variabel suhu penyimpanan
- X₂ : nilai kode variabel konsentrasi pelilinan

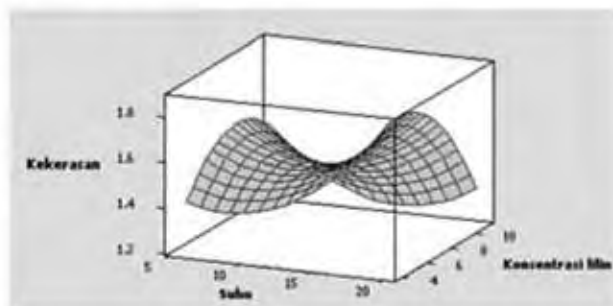
Hasil uji *lack of fit* model orde kedua diperoleh p-value = 0.211 atau lebih dari α (0.05) sehingga tidak ada alasan untuk menolak H₀ yang berarti tidak ada *lack of fit* atau model orde kedua sudah sesuai dengan model yang diduga.

Nilai koefisien determinasi (R²) untuk kekerasan sebesar 0.24. Persamaan regresi hanya dapat menjelaskan sekitar 24% total variabel bebas yang dipelajari terhadap variabel tak bebas (respon). Hasil ini menunjukkan bahwa kerja kurang baik.

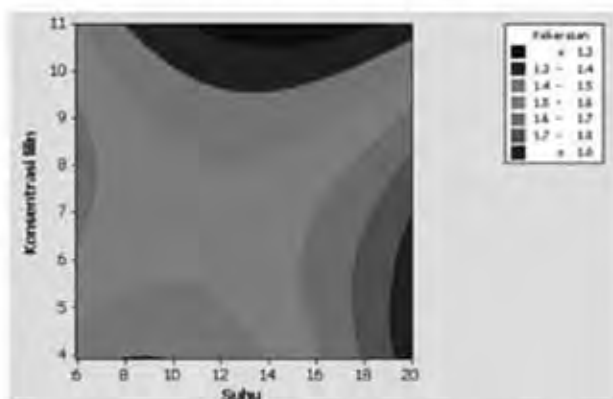
Hasil perhitungan pengujian model orde kedua secara serentak ditampilkan pada Tabel 6.

Hasil uji parameter regresi seperti pada Tabel 6 menunjukkan p-value dari regresi lebih besar dari 0.05 yang berarti variabel X_i tidak mewakili model atau terima H₀. Pada uji parameter regresi secara individu menunjukkan bahwa p-value masing-masing variabel X_i lebih besar dari 0.05. Hal ini menunjukkan bahwa semua variabel belum mempunyai pengaruh yang berarti terhadap terjadinya perubahan pada respon kekerasan.

Visualisasi permukaan respon dari data kekerasan kulit pada beberapa kondisi perlakuan yang menggunakan uji RSM dapat dilihat pada Gambar 2 dan 3.



Gambar 2. Permukaan tanggap kekerasan kulit dengan berbagai variasi suhu penyimpanan dan konsentrasi pelilinan.



Gambar 3. Kontur kekerasan kulit dengan berbagai variasi suhu penyimpanan dan konsentrasi pelilinan

Total Padatan Terlarut

Nilai total padatan terlarut dapat digunakan sebagai indikator tingkat kemanisan, karena gula merupakan komponen utama bahan padat yang terlarut (Santoso dan Purwoko, 1995).

Kandungan nilai TPT manggis selama penyimpanan sesuai Gambar 4 dapat dilihat bahwa nilai TPT dari berbagai perlakuan tahapan penyimpanan cenderung menurun. Pada Gambar 4 terlihat bahwa TPT yang tinggi terjadi pada perlakuan dengan suhu penyimpanan 8°C dan konsentrasi peyllinan 5% sebesar 17.80°Brix sedangkan laju terendah pada perlakuan suhu 8°C dan konsentrasi lilin 10% sebesar 12.33°Brix.

Analisis Model Orde Pertama untuk Total Padatan Terlarut

Analisis permukaan respon tahap pertama untuk respon total padatan terlarut (Y) pada percobaan dengan model linear diperoleh persamaan model:

$$Y = 20.980 - 0.010X_1 - 0.612X_2$$

Pengaruh signifikansi variabel-variabel yang digunakan dapat diobservasi dari hasil pengolahan data percobaan. Analisis statistika untuk signifikansi pengaruh dari kedua variabel yaitu suhu penyimpanan (X₁) dan konsentrasi peyllinan (X₂) tercantum pada Tabel 7.

Berdasarkan hasil analisis statistika diatas, dapat diketahui bahwa konsentrasi peyllinan mempunyai pengaruh besar terhadap total padatan terlarut manggis karena nilai p lebih kecil dari 0.05 (tingkat α yang diinginkan) sedangkan suhu penyimpanan tidak berpengaruh. Hasil perhitungan pengujian model orde pertama secara serentak ditampilkan pada Tabel 8.

Tabel 7. Analisis regresi orde pertama

Faktor	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	P > F
X ₁	3	0.050	0.016	0.06	0.974
X ₂	2	7.850	3.925	15.29	0.026

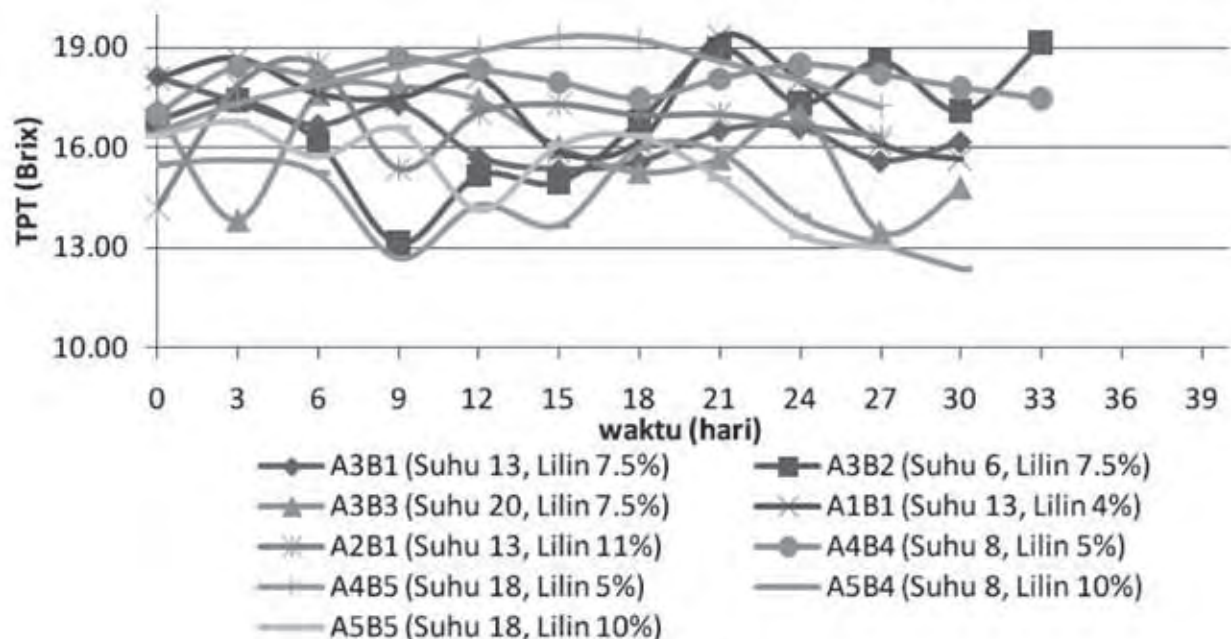
Tabel 8. Anova model orde pertama

Source	DF	SS	F Value	Pr > F
Regression	2	7.880	15.35	0.026
Error	3	0.770		
Total	6	8.650		

Nilai uji *lack of fit* model orde pertama diperoleh p-value = 0 atau kurang dari 0.05 (tingkat α yang diinginkan) sehingga dapat diambil keputusan untuk menolak H₀ yang berarti ada *lack of fit* atau ketidak sesuaian model. Hasil uji parameter regresi secara serentak seperti yang terlihat pada Tabel 8 diatas yang menunjukkan p-value dari regresi kurang dari 0.05 yang berarti variabel X_i mewakili model. Berdasarkan nilai R² untuk persamaan orde pertama relatif tinggi (R²= 0.91) tetapi hasil uji *lack of fit* (ketidak sesuaian model) bersifat nyata maka hal ini menunjukkan model orde pertama untuk total padatan terlarut yang diperoleh tidak tepat digunakan untuk menduga respon sehingga perlu dilakukan analisis selanjutnya untuk pendugaan orde kedua pada model kuadrat.

Analisis Model Orde Kedua untuk Total Padatan Terlarut

Hasil perhitungan data dengan menggunakan software SAS untuk menentukan koefisien-koefisien



Gambar 4. Grafik total padatan terlarut (°Brix)

Tabel 9. Koefisien regresi orde kedua

Prediktor	Coefficients	SE Coef	T	P
Constant	21.633	4.087	5.29	0.001
X ₁	0.177	0.349	0.51	0.626
X ₂	-1.281	0.731	-1.75	0.123
X ₁ *X ₂	0.004	0.027	0.14	0.89
X ₁ *X ₁	-0.008	0.010	-0.79	0.453
X ₂ *X ₂	0.058	0.042	1.40	0.204

Tabel 10. Anova model orde kedua

Source	DF	SS	F	P
Regression	5	7.648	3.15	0.083
Error	7	3.400		
Total	12	11.048		

pemodelan orde kedua untuk total padatan terlarut dapat dilihat pada Tabel 9.

Sehingga didapatkan persamaan:

$$Y = 21.633 + 1.77X_1 - 1.281X_2 + 0.004X_1X_2 - 0.008X_1^2 + 0.058X_2^2$$

dimana:

Y : nilai taksiran untuk total padatan terlarut

X₁ : nilai kode variabel suhu penyimpanan

X₂ : nilai kode variabel konsentrasi pelilinan

Hasil uji *lack of fit* model orde kedua diperoleh p-value = 0.099 atau lebih dari α (0.05) sehingga tidak ada alasan untuk menolak H₀ atau yang berarti tidak ada *lack of fit* atau model orde kedua sesuai dengan model yang diduga dan juga karena nilai R² untuk persamaan ordo kedua relatif tinggi (R² = 0.69) maka hasil uji *lack of fit* (ketidaksesuaian model) bersifat tidak nyata.

Hasil perhitungan pengujian model orde kedua secara serentak ditampilkan pada Tabel 10.

Hasil uji parameter regresi secara serentak seperti yang terlihat pada Tabel 22 diatas yang menunjukkan p-value dari regresi sedikit lebih besar dari 0.05 yang berarti variabel X₁ masih belum mewakili model. Visualisasi permukaan respon dari data total padatan terlarut pada beberapa kondisi perlakuan yang menggunakan uji RSM dapat dilihat pada Gambar 5 dan 6.

Gambar 5. Permukaan tanggap total padatan terlarut dengan berbagai variasi suhu penyimpanan dan konsentrasi pelilinan. Pada Gambar 5 dan 6 menjelaskan pengaruh suhu dan konsentrasi pelilinan terhadap total padatan terlarut. Total padatan

terlarut terendah diperoleh dengan penggunaan suhu penyimpanan 13°C dan konsentrasi pelilinan 10%.

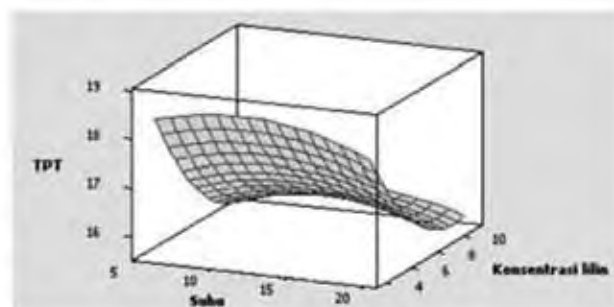
Kriteria utama dalam menentukan ketepatan model adalah bila uji simpangan dari model (*lack of fit*) bersifat tidak nyata secara statistik serta model dianggap tidak tepat apabila uji penyimpangan dari model (*lack of fit*) bersifat nyata secara statistik. Optimasi suhu penyimpanan dan konsentrasi pelilinan menggunakan MRS, optimum pada suhu 13°C dan konsentrasi lilin 10% dilihat dari respon total padatan terlarut dengan nilai 16°Brix. Model persamaan yang didapat adalah :

$$Y = 21.633 + 1.77X_1 - 1.281X_2 + 0.004X_1X_2 - 0.008X_1^2 + 0.058X_2^2$$

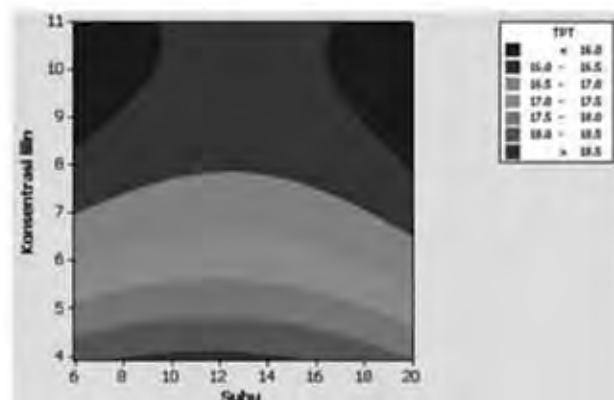
Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan

1. Berdasarkan hasil optimasi diperoleh model persamaan dari semua respon yang menunjukkan hasil optimum untuk kekerasan pada suhu 11°C dan konsentrasi lilin 6.5% dan untuk total padatan terlarut pada suhu 13°C dengan konsentrasi lilin 10%.



Gambar 5. Permukaan tanggap total padatan terlarut dengan berbagai variasi suhu penyimpanan dan konsentrasi pelilinan.



Gambar 6. Kontur total padatan terlarut dengan berbagai variasi suhu penyimpanan dan konsentrasi pelilinan.

2. Nilai pengujian regresi R^2 sebesar 69.3% dan *lack of fit* sebesar 0.093 dari data dimana nilai optimum untuk suhu 13°C dan konsentrasi lilin 10% dengan total padatan terlarut 16°Brix serta menghasilkan plot *surface* berbentuk *saddle point*. Model yang didapat adalah :

$$Y = 21.633 + 1.77X_1 - 1.281X_2 + 0.004X_1X_2 - 0.008X_1^2 + 0.058X_2^2$$

Saran

1. Disarankan untuk melakukan penelitian lanjutan tentang manggis ini dengan menggunakan nilai-nilai optimum yang diperoleh dari penelitian ini untuk kombinasi perlakuan suhu pendinginan 13°C dan konsentrasi pelilinan 10% supaya diketahui validasi dari model yang dihasilkan.
2. Sebaiknya menggunakan 3 faktor supaya banyak informasi yang diperoleh.

Daftar Pustaka

- [Dirjen Hortikultura] Direktorat Jenderal Hortikultura 2009. Kementrian Pertanian. http://www.hortikultura.deptan.go.id/index.php?option=com_wrapper&Itemid=208. [Januari 2010].
- Budiastra IW. 2000. Penanganan Pascapanen Manggis untuk Ekspor. Diskusi Nasional Bisnis dan Teknologi Manggis, Kerjasama Pusat Kajian Buah-buahan Tropika dengan Direktorat Jenderal Hortikultura dan Aneka Tanaman. Departemen Pertanian, Bogor 15-16 Nopember 2000.
- Qonytah. 2004. Kajian Perubahan Mutu Manggis (*Garcinia mangostana* L.) dengan Perlakuan Pre-cooling dan Penggunaan Giberelin Selama Penyimpanan. Tesis. Fakultas teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Santoso BB, Purwoko BS. 1995. Fisiologi dan Teknologi Pascapanen Tanaman Hortikultura. Indonesia Australia Eastern Universities Project.
- Sihombing Y. 2010. Kajian Pengaruh Konsentrasi Pelilinan dan Suhu Penyimpanan terhadap Mutu Buah Manggis (*Garcinia mangostana* L.). Tesis. Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor. 108 hlm.