

ANALISIS OPTIMASI KADAR VITAMIN C DARI FILTRAT BUAH NANAS (*Ananas comosus* L Merr) MENGGUNAKAN SISTEM EVAPORATOR VACUUM

Qurrotun A'yuni Khoirun Nisa'

PSD III Teknik Kimia, Sekolah Vokasi, Universitas Diponegoro

Jl. Prof. Sudarto, SH, Tembalang, Semarang 50275

*Email: ayuniqurotun13@gmail.com

Abstrak

Riset ini bertujuan untuk mengembangkan skema proses evaporasi untuk analisa kadar vitamin C. Target yang ingin dicapai berupa optimisasi parameter proses. Kajian dilakukan pada berbagai variabel, meliputi suhu (40 - 60 °C), konsentrasi (20 - 40 g/L), dan waktu (60 - 90 menit). Sedangkan variabel bergantungnya adalah viskositas, moisture content, dan kadar vitamin C. Penentuan variabel yang berpengaruh dapat menggunakan central composite rotatotional design (CCRD). Percobaan menunjukkan bahwa kondisi optimum pengaruh variabel evaporasi terhadap kadar vitamin C, diperoleh saat nilai kadar vitamin C lebih dari 0,00014 % dengan konsentrasi 34 - 36 g/L pada suhu 56 - 58 °C selama 80 - 90 menit.

Kata kunci: evaporasi, nanas, vitamin C

1. PENDAHULUAN

Nanas (*Ananas comosus* L. Merr) merupakan tanaman buah yang berasal dari Amerika tropis yaitu Brazil, Argentina dan Peru. Tanaman nenas telah tersebar ke seluruh penjuru dunia, terutama di sekitar daerah khatulistiwa yaitu antara 25 °LU dan 25 °LS. Di Indonesia tanaman nenas sangat terkenal dan banyak dibudidayakan di tegalan dari dataran rendah sampai ke dataran tinggi. Daerah penghasil nenas di Indonesia yang terkenal adalah Subang, Bogor, Riau, Palembang dan Blitar (Safitri, 2015). Nanas banyak diminati oleh masyarakat, akan tetapi nenas memiliki waktu panen yang cukup lama. Panen buah nenas dilakukan setelah nenas berumur 12-24 bulan, tergantung dari jenis bibit yang digunakan. Bibit yang berasal dari mahkota bunga berbuah pada umur 24 bulan, hingga panen buah setelah berumur 24 bulan. Tanaman yang berasal dari tunas batang dipanen setelah umur 18 bulan, sedangkan tunas akar setelah berumur 12 bulan (Rocky, 2009).

Komponen utama penyusun buah nenas adalah Vitamin C sebesar 20 mg/100 g buah nenas (Pertamasari, 2014). Masa panen buah sangat terbatas, oleh karena itu buah yang dipanen diolah menjadi jus buah, selai, dan buah kaleng. Jus buah biasanya terkonsentrasi untuk memperpanjang umur simpan mereka. Jus buah terkonsentrasi memiliki ketahanan yang lebih tinggi terhadap pertumbuhan mikroba daripada yang tidak terkonsentrasi karena penurunan aktivitas air. Proses konsentrasi juga mengurangi

volume jus buah, dan akibatnya menurunkan biaya transportasi, penyimpanan, dan pengemasan (Cassano dkk., 2003; Onsekizoglu dkk., 2010). Namun, pembentukan komponen yang tidak diinginkan dan kehilangan karakteristik kualitas diidentifikasi dalam kasus metode evaporasi termal. Metode baru seperti konsentrasi membran dan konsentrasi beku telah diteliti sebagai metode konsentrasi alternatif. Tetapi dalam kasus ini, diteliti membutuhkan biaya operasional dan pemasangan yang tinggi selain masalah untuk mencapai nilai TSS tinggi dengan metode ini (Cassano dkk., 2007; Onsekizoglu, 2013; Ramteke dkk., 1993). Metode penguapan yang paling umum digunakan dalam industri adalah proses evaporasi vakum karena dalam kondisi tersebut suhu bias diatur sesuai dengan keinginan serta dalam kondisi vakum sehingga akan menjaga nutrisi / gizi produk tidak hilang atau rusak (Sabanci dkk., 2017).

Saat ini, studi pada subjek penguapan vakum dan metode dibantu pemanas dalam literatur masih terbatas. Gaily (1999) telah mendesain sistem evaporasi vakum ohm silinder untuk jus apel pinus. Demikian pula, Wang dan Chu (2003) membahas bahwa penguapan vakum dengan pemanasan bisa menguapkan lebih banyak uap air daripada proses konvensional dalam waktu yang sama. Penguapan pada jus nenas menggunakan evaporator dengan pemanas masih belum banyak diteliti karena kandungan gizi pada jus nenas tidak tahan terhadap suhu tinggi seperti enzim bromelin, protein, dan lain –

lain. Lamanya waktu operasi pada sistem evaporator akan mempengaruhi banyaknya kadar air yang teruapkan (moisture content) sehingga dapat diketahui kondisi optimum operasi dalam proses evaporasi pada buah nanas.

2. METODOLOGI

2.1. Bahan

Bahan penelitian berupa buah nanas, dan bahan-bahan kimia yang diperlukan untuk proses evaporasi. Bahan untuk analisa produk meliputi asam askorbat untuk analisis vitamin C. Buah nanas jenis sunpride dibeli dari supermarket Superindo, sedangkan untuk asam askorbat diperoleh dari Toko Multi Kimia Raya Semarang dan aquades didapatkan dari laboratorium Operasi Teknik Kimia PSDIII Teknik Kimia Sekolah Vokasi UNDIP.

2.2. Alat Penelitian

Alat utama yang akan digunakan dalam penelitian adalah agitated thin film evaporator. Rangkaian alat agitated thin film evaporator yang akan digunakan terdiri dari sebuah tangki evaporator 10 liter yang dilengkapi dengan pemanas band heater, indikator temperatur, pengaduk dan kondensor. Bahan dialirkan masuk kedalam evaporator bagian tabung dalam menggunakan pompa. Bahan masuk dari atas dan keluar dari bawah, yang menjadikan aliran pemanas dan aliran bahan menjadi searah atau co-current. Pada sumbu tabung terdapat batang yang dapat diputar, yang dilengkapi dengan sirip-sirip. Pada Agitated Thin-Film Evaporator, saat batang berputar, cairan bergerak kebawah dan akan terlempar ketepi tabung (bagian panas) karena putaran sirip. Cairan ditepi tabung akan terpental kembali ketengah tabung. Ketika bahan sudah sampai di ujung bawah evaporator, bahan hasil pemekatan tersebut akan diserap dengan pompa untuk dialirkan menuju tangki umpan kembali. Sedangkan alat yang akan digunakan untuk uji kadar vitamin C adalah spektrofotometer sinar tampak. Alat yang digunakan untuk analisa viskositas adalah piknometer dan viskosimeter Ostwald. Sedangkan untuk uji moisture content adalah cawan petri, kertas saring dan oven.

2.3. Prosedur Persiapan Bahan

Sebelum proses evaporasi, dilakukan proses ekstraksi buah nanas terlebih dahulu dengan menggunakan blender. Buah nanas yang telah di potong kecil-kecil dan diblender kemudian dipisahkan antara filtrat dan ekstraknya. Filtrat yang telah terpisahkan ditambahkan aquadest

sebanyak 4,5 liter untuk di evaporasi. Penentuan variabel pada praktikum menggunakan metode Response Surface Methodology (RSM) standard design factor/blok/run: 3/1/16. Langkah pertama yang dilakukan yaitu menentukan summary for variable yang terdiri dari suhu dengan nilai terendah yaitu 40°C; nilai tengah yaitu 50°C dan nilai tertinggi yaitu 60°C. Langkah kedua menentukan nilai konsentrasi dengan nilai terendah 20 g/L; nilai tengah yaitu g/L dan nilai tertinggi yaitu 60 g/L. Langkah ketiga yaitu menentukan nilai waktu dengan nilai terendah yaitu 30 menit; nilai tengah yaitu 60 menit dan nilai tertinggi yaitu 90 menit. Pada praktikum ini menggunakan perhitungan alpha for orthogonality sebesar 1,2872.

2.4. Studi Optimisasi Proses

Proses optimasi dilakukan dengan menerapkan Central Composite Design (CCD). Dasar dari proses optimasi ini meliputi tiga tahap, yaitu melakukan percobaan yang dirancang secara statistik, memperkirakan koefisien dalam model matematika dan memprediksi respon dengan memeriksa kesesuaian model (Sridevi dkk., 2011; Box dan Hunter, 1957; Box dkk., 1978). Selanjutnya untuk model orde II, biasanya terdapat kelengkungan dan digunakan model polinomial orde kedua yang fungsinya kuadratik:

$$Y = R_0 + \sum_{i=1}^k R_i X_i + \sum_{i=1}^k R_{ii} X_i^2 + \sum_{i=1, i < j}^{k-1} \sum_{j=2}^k R_{ij} X_i X_j + \epsilon \quad \dots(1)$$

Rancangan eksperimen orde II yang digunakan adalah rancangan faktorial 3k (Three Level Factorial Design), yang sesuai untuk masalah optimasi. Dimana X_i , X_j adalah variabel input yang mempengaruhi respon Y ; R_0 , R_i , R_{ii} dan R_{ij} ($i = 1-k$, $j = 1-k$) adalah parameter yang dikenal, dan ϵ adalah kesalahan acak. Model orde kedua dirancang sehingga variansi Y konstan untuk semua titik yang berjarak sama dari pusat desain. Kemudian dari model orde II ditentukan titik stasioner, karakteristik permukaan respon dan model optimasinya. Sebanyak 16 percobaan dilakukan untuk memperkirakan koefisien model menggunakan regresi linier berganda. Desain eksperimen yang digunakan untuk analisis menggunakan software Statistika versi 10.0.

Tabel 1. Nilai variabel tetap pada berbagai tingkat percobaan

Run	Suhu (°C) X ₁	Konsentrasi (g/L) X ₂	Waktu (min) X ₃
1	40	20	30
2	40	20	90
3	40	40	30
4	40	40	90
5	60	20	30
6	60	20	90
7	60	40	30
8	60	40	90
9	37.12	30	60
10	62.87	30	60
11	50	17.12	60
12	50	42.87	60
13	50	30	21.38
14	50	30	98.62
15	50	30	60
16	50	30	60

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Optimasi proses dari hasil percobaan dapat dibuat response fitted surface (Gambar 1). Gambar 1(a) menunjukkan hubungan antara kadar vitamin C, konsentrasi dan waktu. Dengan menerapkan analisis regresi berganda pada data percobaan, diperoleh persamaan polinomial tingkat dua untuk mewakili perolehan kadar vitamin C sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 Y = & 0,00029352566300328 - \\
 & 0,000000032615534355 X_2 + \\
 & 0,000000139686450913 X_2^2 + \\
 & 0,00000047537387514 X_3 + \\
 & 0,000000014513605497 X_3^2 - 0,00000008375 \\
 & \times 49,999375 X_2 - \\
 & 0,000000027083333333 \times 49,999375 X_3 - \\
 & 0,000000032083333333 X_2 X_3 - \\
 & 0,00014839 \dots \dots \dots (2)
 \end{aligned}$$

Pada gambar 1(a) diketahui bahwa nilai kadar vitamin C optimum mencapai lebih dari 0,00014 % dicapai pada konsentrasi antara 34 – 36 g/L dengan lama waktu antara 80 – 90 menit. Sedangkan, pada gambar 1(b) menunjukkan hubungan antara kadar vitamin C, suhu dan konsentrasi. Dengan menerapkan analisis regresi berganda pada data percobaan, diperoleh persamaan polinomial tingkat dua untuk

mewakili perolehan kadar vitamin C sebagai berikut:

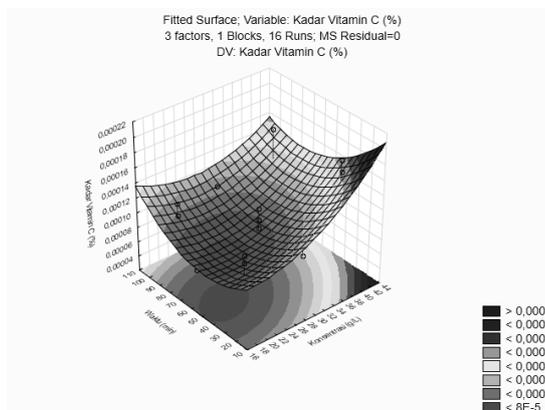
$$\begin{aligned}
 Y = & 0,00029352566300328 - \\
 & 0,00001024808916873 X_1 + \\
 & 0,000000145607538856 X_1^2 + \\
 & 0,000000032615534355 X_2 + \\
 & 0,000000139686450913 X_2^2 - 0,00000008375 \\
 & X_1 X_2 - 0,000000027083333333 \times 60 X_1 - \\
 & 0,000000032083333333 \times 60 X_2 + \\
 & 0,000080771 \dots \dots \dots (3)
 \end{aligned}$$

Pada gambar 1(b) diketahui bahwa nilai kadar vitamin C optimum mencapai lebih dari 0,00014 % dicapai pada suhu 56 – 58 °C dengan konsentrasi antara 34 – 36 g/L. Dalam Gambar 10(c) menunjukkan hubungan antara kadar vitamin C, suhu dan waktu. Dengan menerapkan analisis regresi berganda pada data percobaan, diperoleh persamaan polinomial tingkat dua untuk mewakili perolehan kadar vitamin C sebagai berikut:

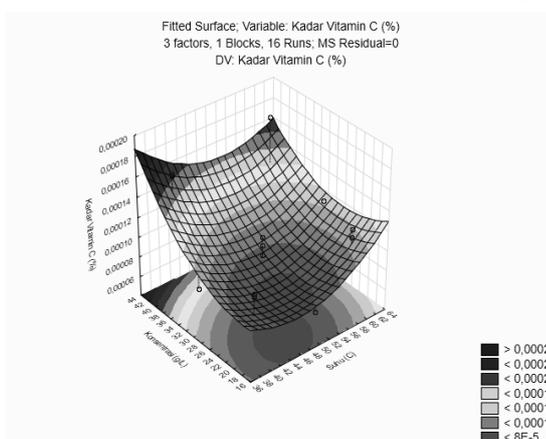
$$\begin{aligned}
 Y = & 0,00029352566300328 - \\
 & 0,00001024808916873 X_1 + \\
 & 0,000000145607538856 X_1^2 + \\
 & 0,00000047537387514 X_3 + \\
 & 0,000000014513605497 X_3^2 - 0,00000008375 \times \\
 & 29,999375 X_1 - 0,000000027083333333 X_1 X_3 - \\
 & 0,000000032083333333 \times 29,999375 X_3 + \\
 & 0,000124734 \dots \dots \dots (4)
 \end{aligned}$$

Pada gambar 1(c) diketahui bahwa kadar vitamin C optimum mencapai lebih dari 0,00014 % dicapai pada suhu antara 56 – 58 °C dengan lama waktu antara 80 – 90 menit. Sehingga, dapat disimpulkan bahwa kondisi optimum

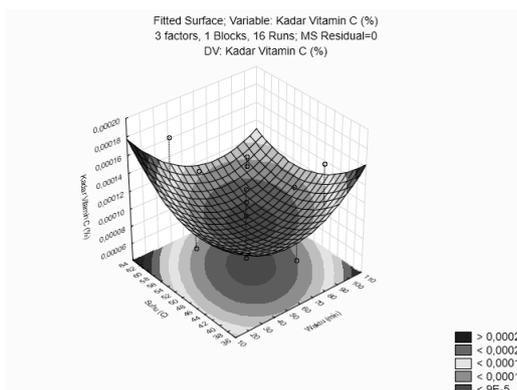
pengaruh variabel evaporasi terhadap kadar vitamin C, diperoleh saat nilai kadar vitamin C lebih dari 0,00014 % dengan konsentrasi 34 – 36 g/L pada suhu 56 – 58 °C selama 80 – 90 menit.



Hubungan waktu (min) dan konsentrasi (g/L) terhadap vitamin C pada suhu 50°C (a)



Hubungan waktu (min) dan konsentrasi (g/L) terhadap vitamin C pada waktu 60 menit (b)



Hubungan Suhu (oC) dan waktu (min) terhadap vitamin C pada konsentrasi 30g/L (c)
Gambar 1. (a), (b), (c), Response fitted surface variabel lama waktu, suhu, dan evaporasi terhadap respon kadar vitamin C

Optimasi proses untuk evaporasi jus buah nanas dilakukan melalui 16 percobaan menggunakan variabel bebas suhu, konsentrasi,

dan waktu. Nilai test t menunjukkan nilai lebih besar dari nilai p. Keakuratan model ini dapat diketahui dari harga koefisien determinasi (R²).

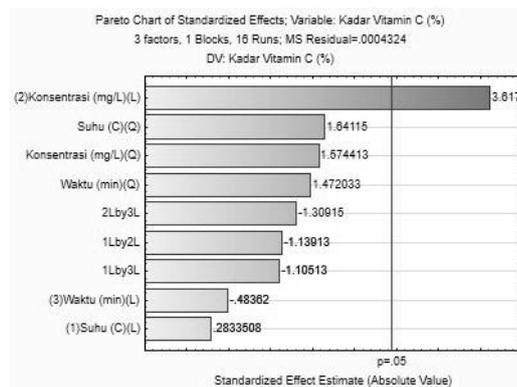
Nilai R² memberikan ukuran seberapa banyak variabilitas dalam nilai-nilai respon yang diamati dapat dijelaskan oleh variabel percobaan dan interaksi mereka. Dari harga R² ini dapat disimpulkan bahwa nilai yang diperkirakan dengan model mendekati nilai yang diperoleh dari hasil percobaan. Nilai R² selalu berada di

antara 0 dan 1. Semakin dekat nilai R² terhadap 1, menunjukkan bahwa model tersebut baik dalam memprediksi respon. Dalam hal ini, nilai koefisien determinasi (R² = 0.73277) menunjukkan bahwa 73,277 % dari variabilitas dalam respon dapat dijelaskan oleh model (Tabel 2).

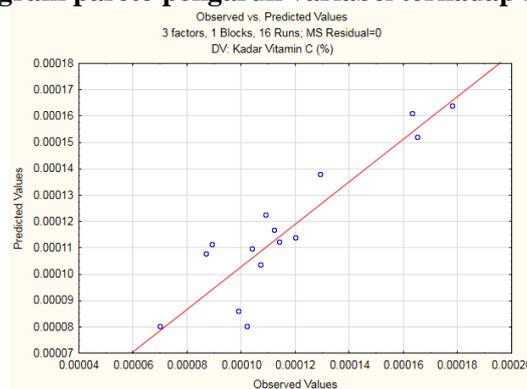
Tabel 2. Data Estimasi Efek

Effect Estimates; Var.:Kadar Vitamin C (%); R-sqr=.73277; Adj.:.33193 (HASIL RSM)
 3 factors, 1 Blocks, 16 Runs; MS Residual=450.6103
 DV: Kadar Vitamin C (%)

Factor	Effect	Std.Err.	t(6)	p	-95. % Cnf.Limt	+95. % Cnf.Limt	Coeff.	Std.Err. Coeff.	-95. % Cnf.Limt	+95. % Cnf.Limt
Mean/Interc.	-5.1731	12.30160	-0.42052	0.688750	-35.2740	24.92786	-5.1731	12.30160	-35.2740	24.92786
(1)Suhu (C)(L)	-18.3563	12.62110	-1.45442	0.196064	-49.2391	12.52638	-9.1782	6.31055	-24.6195	6.26319
Suhu (C)(Q)	11.1003	18.11385	0.61281	0.562495	-33.2227	55.42329	5.5502	9.05692	-16.6113	27.71165
(2)Konsentrasi (mg/L)(L)	-18.3151	12.62110	-1.45115	0.196935	-49.1979	12.56760	-9.1576	6.31055	-24.5989	6.28380
Konsentrasi (mg/L)(Q)	11.0991	18.11385	0.61274	0.562536	-33.2239	55.42211	5.5496	9.05692	-16.6119	27.71105
(3)Waktu (min)(L)	18.3592	12.62158	1.45459	0.196019	-12.5247	49.24310	9.1796	6.31079	-6.2623	24.62155
Waktu (min)(Q)	11.1180	18.11654	0.61369	0.561946	-33.2116	55.44761	5.5590	9.05827	-16.6058	27.72380
1L by 2L	25.9573	15.01017	1.72931	0.134483	-10.7713	62.68581	12.9786	7.50508	-5.3857	31.34291
1L by 3L	-25.9903	15.01017	-1.73151	0.134075	-62.7188	10.73831	-12.9951	7.50508	-31.3594	5.36916
2L by 3L	-25.9933	15.01017	-1.73171	0.134038	-62.7218	10.73531	-12.9966	7.50508	-31.3609	5.36766



Gambar 2. Diagram pareto pengaruh variabel terhadap kadar vitamin C



Gambar 3. Perbandingan data percobaan dan perkiraan kadar vitamin C

Kedekatan nilai yang diperkirakan dengan model mendekati nilai yang diperoleh dari hasil percobaan disajikan pada Gambar 3. Nilai plot dalam grafik menunjukkan korelasi yang memuaskan antara nilai-nilai percobaan dan perkiraan (diperoleh dari Persamaan 1), karena penyimpangan antara nilai-nilai percobaan dan

perkiraan mendekati garis linear. Koefisien regresi dapat diperjelas dengan diagram pareto (Gambar 2) untuk setiap variabel. Dari blok diagram, tampak bahwa variabel bebas yang paling berpengaruh dalam proses evaporasi buah nanas adalah konsentrasi.

Tabel 3. Analisa varian model persamaan polinomial evaporasi jus buah nanas

ANOVA; Var.:Kadar Vitamin C (%); R-sqr=.8062; Adj.:.51551 (HASIL RSM) 3 factors, 1 Blocks, 16 Runs; MS Residual=.0004324 DV: Kadar Vitamin C (%)					
Factor	SS	df	MS	F	p
(1)Suhu (C)(L)	0.000035	1	0.000035	0.08029	0.786431
Suhu (C)(Q)	0.001165	1	0.001165	2.69337	0.151875
(2)Konsentrasi (g/L)(L)	0.005658	1	0.005658	13.08359	0.011135
Konsentrasi (g/L)(Q)	0.001072	1	0.001072	2.47878	0.166458
(3)Waktu (min)(L)	0.000101	1	0.000101	0.23389	0.645799
Waktu (min)(Q)	0.000937	1	0.000937	2.16688	0.191430
1L by 2L	0.000561	1	0.000561	1.29762	0.298075
1L by 3L	0.000528	1	0.000528	1.22131	0.311438
2L by 3L	0.000741	1	0.000741	1.71388	0.238382
Error	0.002595	6	0.000432		
Total SS	0.013388	15			

Hasil dari model respon permukaan tingkat kedua sesuai dalam bentuk Analysis of Variance (ANOVA) yang diberikan dalam Tabel 3. Hal ini diperlukan untuk menguji signifikansi dan kecukupan model. Fisher rasio varians, nilai $F (= S^2 / S^2)$, adalah ukuran statistik yang valid dari seberapa baik faktor menjelaskan variasi dalam data tentang mean. Semakin besar nilai F

semakin menunjukkan keseragaman, yang lebih pasti adalah bahwa faktor menjelaskan secara memadai variasi dalam data tentang mean, dan efek faktor yang diperkirakan adalah nyata. ANOVA dari model regresi menunjukkan bahwa model ini sangat signifikan, seperti terbukti dari nilai F dari tes Fisher ($F_{model} = 24,969$).

Tabel 4. Nilai prediksi kadar vitamin C optimum pada nilai kritis dari suhu, konsentrasi, dan waktu

Critical values; Variable: Kadar Vitamin C (%) (HASIL RSM fix) Solution: minimum Predicted value at solution: .0000739			
Factor	Observed Minimum	Critical Values	Observed Maximum
Suhu (C)	37.12000	44.96122	62.87000
Konsentrasi (g/L)	17.12000	18.93554	42.87000
Waktu (min)	21.38000	46.50262	98.62000

Parameter optimasi kadar vitamin C minimum terhadap suhu, konsentrasi, dan waktu ditentukan dengan *critical value* (nilai kritis). Sehingga, nilai kritis untuk optimasi kadar vitamin C minimum dicapai saat suhu 44,96 °C dengan konsentrasi 18,93 g/L selama 46,50 menit.

dalam respon dapat dijelaskan oleh model. Model regresi menunjukkan bahwa model ini sangat signifikan, seperti terbukti dari nilai F dari tes Fisher ($F_{model} = 24,969$). nilai optimasi kadar vitamin C minimum dicapai saat suhu 44,96 °C dengan konsentrasi 18,93 g/L selama waktu evaporasi 46,50 menit.

4. KESIMPULAN

Nilai koefisien determinasi ($R^2 = 0,73277$) menunjukkan bahwa 73,27% dari variabilitas

DAFTAR PUSTAKA

Permatasari, (2014), *Buah nanas*, Eprints Politeknik Negeri Sriwijaya.

- Cassano, A., Conidi, C., Timpone, R., D'Avella, M., Drioli, E., (2007), A membrane-based process for the clarification and the concentration of the cactus pear juice, *J. Food Eng.* 80, 914e921.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2006.08.005>.
- Cassano, A., Drioli, E., Galaverna, G., Marchelli, R., Di Silvestro, G., Cagnasso, P., (2003), Clarification and concentration of citrus and carrot juices by integrated membrane processes, *J. Food Eng* 57, 153e163.
- Gaily, M.H.M., (1999), *Design, Construction and Performance of an Ohmic Fruit Juice Evaporator*, Degree of Master of Science in the Faculty of Engineering University Putra Malaysia.
- J. Safitri, (2015), *Klasifikasi Tanaman Nanas*, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim.
- Onsekizoglu, P., (2013), Production of high quality clarified pomegranate juice concentrate by membrane processes. *J. Memb. Sci.* 442, 264e271. <http://dx.doi.org/10.1016/j.memsci.2013.03.061>
- Onsekizoglu, P., Bahceci, K.S., Acar, M.J., (2010), Clarification and the concentration of apple juice using membrane processes: a comparative quality assessment, *J. Memb. Sci.* 352, 160e165.
- Ramteke, R.S., Singh, N.I., Rekha, M.N., Eipeson, W.E., (1993), Methods for concentration of fruit Juices: a critical evaluation, *J. Food Sci. Technol.* 30 (6), 391e402.
- Rocky, (2009), *Panen dan Pasca Panen Nanas*.
- Serdal Sabanci., Filiz Icier, (2017), Applicability of ohmic heating assisted vacuum evaporation for concentration of sour cherry juice, *Journal of Food Engineering*, 212 (2017) 262e270
- Wang, W.C., Chu, C.Y., (2003), *Study of vacuum evaporation by using ohmic heating*. In: 2003 IFT Annual Meeting Book of Abstracts, Institute of Food Technologists, Chicago, Paper 92B-59.