

IDENTIFKASI KENAIKAN TITIK DIDIH PADA PROSES EVAPORASI, TERHADAP KONSENTRASI LARUTAN SARI JAHE**Ismiyati^{*)}, Fatma Sari^{*)}**

^{*)}Jurusan Teknik Kimia, Universitas Muhammadiyah Jakarta, Jakarta 10510, Indonesia
Email : ismiyati@ftumj.ac.id

ABSTRAK, Evaporasi adalah suatu operasi dimana sebagian fluida berubah dari fasa cairan menjadi fasa uap. Teknologi evaporasi vakum banyak digunakan pada industri pangan terutama pada pengolahan bahan pangan pasta atau cairan kental seperti pembuatan saos tomat, kecap, pengolahan susu, juga ekstrak sari jahe. Penguapan pada evaporator dapat dihitung dengan mengetahui tekanan absolut yang terjadi di ruang penguapan. Dimana suhu penguapan merupakan suhu uap jenuh pada tekanan absolut di dalam ruang penguapan tersebut. Larutan yang dipekatkan akan menunjukkan kenaikan titik didihnya, sesuai dengan konsentrasi larutan yang diinginkan. Tujuan penelitian adalah mengidentifikasi perilaku kenaikan titik didih larutan sari jahe pada berbagai tekanan dan suhu operasi, sehingga dapat dibuat formula (rumus) persamaan konsentrasi larutan berkorelasi dengan kenaikan titik didih tekanan. Metode yang digunakan pada penentuan formula kenaikan titik didih adalah menggunakan rancangan Response Surface Method. Rancangan percobaan yang dilakukan dengan memvariasikan tekanan dan suhu didih. Perlakuan yang diberikan terdiri dari 5 taraf uji yaitu dengan dilakukan 5 kelompok rentan tekanan. Hasil penelitian menunjukkan terdapat hubungan yang signifikan antara tekanan evaporasi, kenaikan titik didih larutan terhadap konsentrasi larutan sari Jahe. Dengan kondisi optimum terjadi pada tekanan optimum 21,720 mmbar dan kenaikan titik didih optimum 13,8816 °C, diperoleh konsentrasi optimum 49,7267 %.

Keyword: evaporasi, konsentrasi, kenaikan titik didih, sari jahe.

ABSTRACT, Evaporation is an operation where a part of the liquid changes from the liquid phase to the vapor phase. Vacuum evaporation technology is widely used in the food industry, especially in processing pasta or thick liquids such as making tomato sauce, soy sauce, milk processing, and ginger extract. Evaporation of the evaporator can be calculate by knowing the absolute pressure that occurs in the evaporation room. Where the evaporation temperature is a saturated steam temperature at absolute pressure in the evaporation room. The conscentrated solution will show in the boiling point rise, according to the desired solution concentration. The aim of the study was to identify the behavior of the boiling point rise of ginger extract at various pressure and operating temperature, so that the formula of the solution concentration equation can be correlated with boiling point rise of the pressure. The method used in determining the formula for boiling point rise is to use the design Respon Surface Method. The experimental design was carried out by varying the pressure and temperatur of boiling. The treatment given consisted of 5 test level, namely by 5 pressure-prone group. The results showed that there was significant relationshif between the pressure of evaporation, the boiling point rise of solution to the concentration og ginger extract. Whit optimum condition accuring of the optimum pressure at 21,720 mmbar, and optimum boiling point rise st 13,8816 °C, optimum concentration of 49,7267 % was obtained.

Keyword: evaporation, concentration, boiling point rise, ginger juice

PENDAHULUAN

Saat ini, teknologi evaporasi vakum banyak digunakan pada industri pangan terutama pada pengolahan bahan pangan pasta atau cairan kental seperti pembuatan pasta tomat, produksi kecap, pengolahan jamu cina, pengolahan susu, juga ekstrak sari jahe. Evaporasi atau penguapan adalah suatu operasi dimana suatu fluida berubah dari keadaan cairan menjadi keadaan uap. Penguapan dapat dipakai untuk tujuan pemisahan pelarut (solven) dari larutan yang lebih pekat. Selanjutnya larutan yang pekat ini biasanya dikerjakan untuk kristalisasi. Perpindahan panas dan perpindahan massa adalah dua proses dasar yang terjadi dalam penguapan atau evaporasi. Selama penguapan pada campuran (larutan) harus diberikan panas untuk menyediakan tenaga yang diperlukan. Cairan volatile berubah menjadi uap dan uap ini harus dipisahkan. Panas dapat juga diberikan secara tidak langsung dengan menghantarkannya melewati suatu media penahan yang sesuai. Seperti evaporasi dengan media steam sebagai sumber panas, dimana steam dialirkan melewati sisi dalam pipa-pipa yang tercelup dalam campuran atau larutan yang diuapkan. Dalam perancangan proses evaporasi (pemekatan) untuk memperoleh suatu konsentrasi larutan tertentu, kondisi operasi sangat berpengaruh terhadap hasil yang diinginkan. Penguapan sebuah evaporator dapat dihitung dengan mengetahui tekanan absolut yang terjadi di ruang penguapan. Dimana suhu penguapan merupakan suhu uap jenuh pada tekanan absolut di dalam ruang penguapan tersebut. Dan larutan yang dipekatan akan menunjukkan kenaikan titik didihnya, menghasilkan lebih besarnya suhu titik didih dibandingkan dengan air murni. Jadi, terpisahnya uap air cairan menjadi uap panas terjadi pada suhu yang sama dengan titik didih cairan.

Penguapan yang optimum dapat diperoleh dengan adanya pindah panas yang cukup, pemisahan uap-cairan yang efisien, penggunaan energi yang efisien, dan perlakuan produk yang tepat (Heldman *et al.*, 2005). Operasi evaporasi telah banyak digunakan secara luas dalam industry pangan. Salah satu penggunaannya adalah dalam pengolahan buah menjadi jus buah pekat (pasta) untuk memperoleh produk yang stabil (*jam* dan jeli) dan untuk memperkecil volume penyimpanan dan pengangkutan. Selain itu, operasi evaporasi juga sering digunakan dalam pengolahan produk sayuran untuk memperoleh tekstur yang lebih baik seperti *pure* dan pasta (Heldman *et al.*, 2005).

Proses evaporasi merupakan proses yang melibatkan pindah panas dan pindah masa secara simultan. Artinya, dalam proses ini sebagian air atau pelarut akan diuapkan sehingga akan diperoleh suatu produk yang kental (kONSESTRAT). Proses pindah panas dan pindah masa yang efektif akan meningkatkan kecepatan penguapan. Evaporasi akan terjadi apabila suhu suatu bahan sama atau lebih tinggi dari titik didih cairan (Wirakartakusumah *et al.*, 2004).

Proses evaporasi yang paling sederhana adalah evaporasi pada tekanan atmosfer. Dimana pada evaporasi ini cairan di dalam suatu wadah terbuka dipanaskan dan uap air dikeluarkan ke udara atmosfer. Evaporator jenis ini adalah evaporator yang paling sederhana, tetapi prosesnya lambat dan kurang efisien dalam pemanfaatan energi (Heldman *et al.*, 2005). Untuk produk makanan yang sensitif terhadap suhu tinggi, titik didih cairan atau pelarut harus diturunkan lebih rendah dari titik didih pada kondisi normal (tekanan atmosfer). Menurunkan titik didih pelarut atau cairan dilakukan dengan cara menurunkan tekanan di atas permukaan cairan menjadi lebih rendah dari tekanan atmosfer atau

disebut vakum (Wirakartakusumah *et al.*, 2004). Karena menurut Heldman *et al.* (2005), memperlama bahan pangan (yang sensitif terhadap panas.) pada temperatur tinggi selama proses evaporasi terbuka menyebabkan hilangnya rasa dan menurunnya kualitas produk. Maka, dikembangkanlah evaporator yang dioperasikan pada temperatur rendah yang dilakukan pada ruang vakum.

Dalam penelitian ini, akan dilakukan identifikasi kenaikan titik didih, dengan mengamati kondisi operasi proses evaporasi pada berbagai variasi tekanan dan variasi suhu operasi, untuk menghasilkan berbagai konsentrasi larutan sari jahe. Sehingga dapat dibuat suatu formula (rumus) kenaikan titik didih terhadap konsentrasi larutan sari jahe. Selanjutnya dapat ditentukan kondisi optimum baik tekanan, kenaikan titik didih maupun konsentrasi larutan sari jahe

METODE PENELITIAN

Prosedur Penelitian

Penelitian dilakukan dengan melakukan evaporasi larutan Sari Jahe. Dengan berat sari jahe sebanyak 40 gram dilarutkan didalam air hingga menjadi 300 ml. Evaporator vakum dioperasikan selama 45 menit pada berbagai kondisi tekanan. Kemudian diamati titik didih larutan dan dihitung kenaikan titik didih pada berbagai konsentrasi yang dihasilkan.

Gambar 1. Diagram alir Prosedur Penelitian

Metode Analisa Data

Penelitian awal adalah mengamati hubungan antara Variasi Tekanan dan Kenaikan titik didih. Diprediksi mengingat tinggi kenaikan titik didih, konsentrasi semakin meningkat, Sebaliknya jika tekanan vakum semakin rendah. Sehingga akan diperoleh persamaan linier

1. Metode Regresi

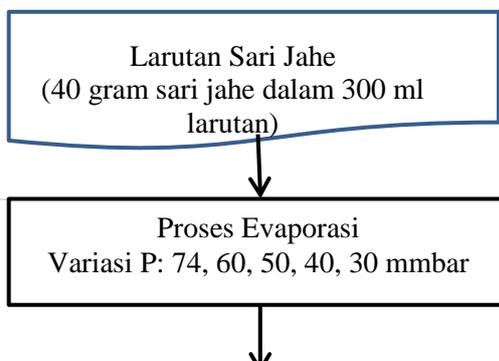
a. Regresi Linier Sederhana

Peramalan dengan regresi linier merupakan analisis statistika yang memodelkan hubungan beberapa variabel mengurut bentuk hubungan persamaan linier bentuk eksplisit. Digunakan untuk peramalan dengan pola data cenderung berbentuk garis lurus dari setiap periodenya dengan rumus sebagai berikut :

$$y_t = a + bt$$

(1)

$$b = \frac{n\sum x_1 y_1 - \sum x_1 \sum y_1}{n\sum x_1^2 - (\sum x_1)^2} \quad (2)$$



$$a = \frac{\sum y_1 - b(\sum x_1)}{n} \tag{3}$$

b. Regresi kuadratik

Peramalan ini digunakan untuk pola data cenderung berbentuk kuadratik dari tiap periodenya. Untuk menentukan nilai peramalan dengan metode ini, maka digunakan persamaan

$$y_t = a + bt + ct^2 \tag{4}$$

2. Optimasi

Untuk mendapatkan kondisi optimum , digunakan rancangan *Response Surface Method* (RSM). Rancangan respon dilakukan melalui program Minitab bertujuan untuk menentukan variable tetap dan variabel bebas. Variabel terikat adalah konsentrasi larutan sari jahe. sedangkan variabel bebas terdiri dari tekanan sebagai faktor 1 (X_1) dan kenaikan titik didih sebagai faktor 2 (X_2) .

Nilai respon yang optimum atau Y_0 , dapat dicari dengan cara mensubsitusi pada persamaan

$$\hat{Y}_0 = \beta_0 + \frac{1}{2} X_0' b \tag{5}$$

Sedang untuk mengetahui apakah nilai X_0 merupakan variabel optimum dalam bentuk nilai maksimum, minimum atau saddle, perlu dilakukan analisis kanonik. Analisis kanonik adalah mencari nilai eigen dari matrik B. Persamaan untuk mencari nilai eigen matrik B adalah:

$$Y = Y_0 + \lambda_1 W_1^2 + \lambda_2 W_2^2 + \dots + \lambda_k W_k^2 \tag{6}$$

Selanjutnya untuk mendapatkan nilai optimum dibuat Rancangan percobaan Desain Komposit Sentral (Central Composite Design, CCD) 2 variabel. Disajikan pada Tabel 1.

Berdasarkan hasil olah data menggunakan Minitab, respon permukaan optimum yaitu titik stasioner dan nilai respon optimum ditunjukkan berdasarkan *contour plot* dan *surface plot*.

Tabel 1. Desain Komposit Sentral (Central

Composite Design, CCD) 2 variabel

Perlakuan	X1	X2
1	-1.000	-1.000
2	-1.000	1.000
3	1.000	-1.000
4	1.000	1.000
5	0.000	0.000
6	0.000	0.000
7	0.000	0.000
8	0.000	0.000
9	0.000	0.000
10	1.414	0.000
11	-1.414	0.000
12	0.000	1.414
13	0.000	-1.414

Sumber: Montgomery, 2001).

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hubungan antara tekanan evaporasi dan kenaikan titik didih.

Perlakuan variasi tekanan vakum sebanyak 5 kali pengukuran, berat sari jahe sebanyak 40 gram dilarutkan dengan air hingga 300 ml, Larutan tersebut dievaporasi hingga titik didih larutan tetap yaitu 40 °C diatas suhu titik didih air murni pada tekanan vakum tertentu, selama 45 menit. Hasil pengamatan diperoleh kenaikan titik didih larutan, yang disajikan pada Tabel 1.

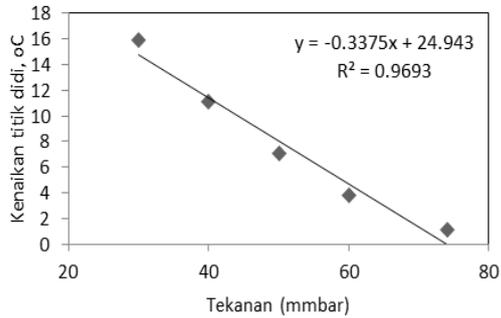
Tabel 1. Hubungan antara tekanan dan kenaikan titik didih larutan Sari Jahe.

No	Tekanan (mbar)	Suhu air murni	Suhu larutan, °C	Kenaikan titik didih, °C
1	74	39,02	40	0,98
2	60	36,18	40	3,82
3	50	32,90	40	7,10
4	40	28,98	40	11,08
5	30	24,10	40	15,90

Hasil analisa regresi linier disajikan dalam Gambar 2.

Berdasarkan hasil pengamatan dengan sebanyak lima variasi tekanan vakum evaporasi larutan sari jahe

hingga suhu dipertahankan sampai 40 °C, terlihat kenaikan titik didih larutan berbalik dibanding dengan tekanan.



Gambar 2. Hubungan tekanan terhadap kenaikan titik didih larutan

Perlakuan evaporasi larutan sari jahe tekanan 74 mmbar, jika dilihat dari steam table menunjukkan titik didih air murni sebesar 39,02 °C, sehingga jika larutan dipanaskan dan mendidih pada 40 °C menunjukkan kenaikan titik didih sebesar 0,98 °C. Jika tekanan selanjutnya diperkecil menunjukkan titik didih air murni juga semakin kecil, sehingga apabila larutan sari jahe dipertahankan mendidih pada 40 °C, menunjukkan kenaikan titik didih larutan sari jahe semakin tinggi. Hasil regresi linier dan kesalahan (R^2), menunjukkan persamaan sbb:

$$Y = -0,3375 X + 24,943$$

$$R^2 = 0,9693$$

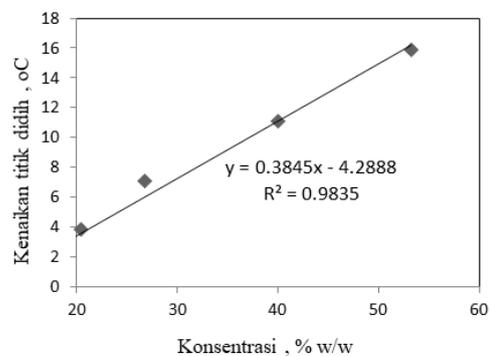
2. Hubungan antara kenaikan titik didih terhadap konsentrasi larutan Sari Jahe

Disamping diamati kenaikan titik didih seperti data diatas, juga diamati volume larutan pada saat suhu larutan mencapai 40 °C pada tekanan vakum tertentu, sehingga diperoleh konsentrasi larutan, seperti disajikan pada Tabel 2

Tabel 2. Hubungan antara kenaikan titik terhadap konsentrasi larutan

No	Tekanan (mmbar)	Berat sari jahe (gram)	Berat larutan (gram)	Konsentrasi larutan (% w/w)	Kenaikan titik didih (°C)
1	74	40	242,42	16,50	0,98
2	60	40	195,31	20,48	3,82
3	50	40	149,25	26,80	7,10
4	40	40	99,88	40,05	11,08
5	30	40	75,05	53,30	15,09

Perlakuan evaporasi larutan sari jahe dari berbagai variasi juga menghasilkan konsentrasi larutan dan kenaikan titik didih larutan tertentu. jika dilihat dari steam table pada tekanan 74 mmbar, menunjukkan titik didih air murni sebesar 39,02°C, sehingga jika larutan dipanaskan dan mendidih pada 40 °C menunjukkan kenaikan titik didih sebesar 0,98°C. ternyata meng hasilkan konsentrasi larutan sebesar 16,5 %. Demikian jika tekanan selanjutnya diperkecil, titik didih air murni akan semakin besar dan konsentrasi larutan juga semakin tinggi pula. Hasil regresi linier disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Hubungan antara Kenaikan titik didih terhadap konsentrasi

3. Kondisi Operasi Optimum

Penentuan kondisi dengan cara melanjutkan penelitian dengan pengambilan data hasil analisa Anova dengan rancangan 2 variabel bebas yaitu Tekanan (X_1) dan kenaikan Titik didih (X_2) dan variabel terikat yaitu konsentrasi (Y). Rancangan *Response*

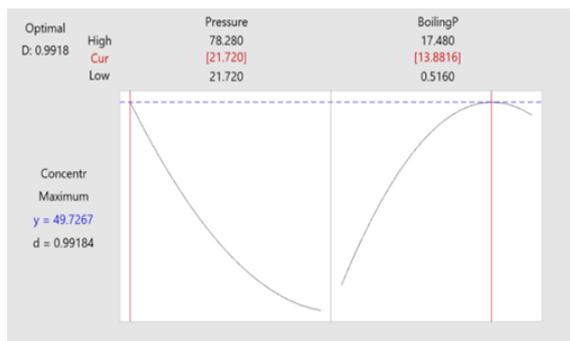
Surface Method (RSM). Rancangan respon dilakukan melalui program minitab dengan hasil disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Rancangan 2 variabel.

x1	x2	Tekanan	deltaTd	konsentrasi
-1	-1	70	3	16.5
-1	1	70	15	18.5
1	-1	30	3	20.4
1	1	30	15	40
0	0	50	9	28.2
0	0	50	9	28.2
0	0	50	9	28.2
0	0	50	9	28.2
0	0	50	9	28.2
1.414	0	21.72	9	50
-1.414	0	78.28	9	24
0	1.414	50	17.48	20
0	-1.414	50	0.516	18

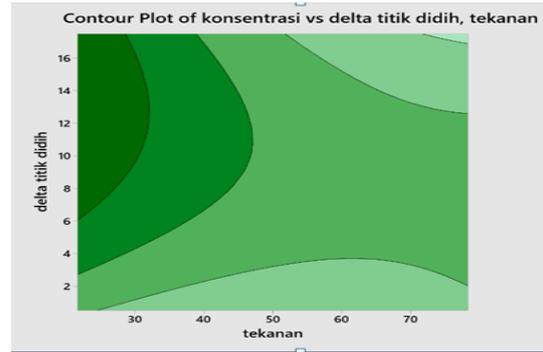
Dan diperoleh persamaan Korelasi:
 $Y = 34,9 - 0.9 X_1 + 5.16 X_2 + 0.00841 X_1^2 - 0.1567 X_2^2 - 0.0367 X_1 X_2$
 $R^2 = 91.15\%$

Hasil respon Optimasi adalah seperti pada Gambar 4. Menunjukkan nilai optimasi sebagai berikut: Konsentrasi optimum pada 49,7267 %, tekanan optimum pada 21,720 mmbar dan kenaikan titik didih optimum pada 13,8816 °C

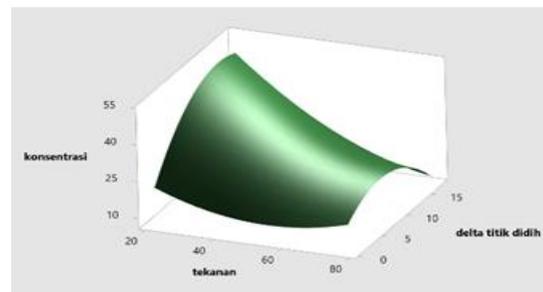


Gambar 4. Nilai Kondisi operasi

Sedangkan Gambar 5 dan 6, menunjukkan respon permukaan optimum yaitu titik stasioner dan nilai respon optimum berdasarkan surface plot dan contour plot



Gambar 5. Nilai respon optimum surface plot



Gambar 6. Nilai respon optimum contour

KESIMPULAN

Hasil Penelitian dapat disimpulkan sebagai berikut:

- 1) Terdapat hubungan linier negatif yang signifikan antara tekanan evaporasi dan kenaikan titik didih larutan sari jahe, semakin kecil tekanan evaporasi semakin besar kenaikan titik didih larutan sari jahe, ditunjukkan oleh persamaan linier
 $Y = - 0,3375 X + 24,943$
 $R^2 = 0,9693$
- 2) Terdapat hubungan linier positif yang signifikan antara kenaikan titik didih larutan sari jahe dan konsentrasi larutan sari jahe. Semakin besar kenaikan titik didih larutan sari jahe semakin besar pula konsentrasi larutan sari jahe, ditunjukkan oleh persamaan linier
 $Y = 0,3845 X - 4,2888$
 $R^2 = 0,9835$
- 3) Hasil optimasi kondisi operasi dengan dua variabel bebas yaitu tekanan dan kenaikan titik didih

terhadap konsentrasi larutan sari jahe sebagai variabel terikat, diperoleh persamaan korelasi yaitu:

$$Y = 34,9 - 0,9 X_1 + 5,16 X_2 + 0,00841 X_1^2 - 0,1567 X_2^2 - 0,0367 X_1 X_2$$
$$R^2 = 91,15\%$$

Dengan kondisi optimum terjadi yaitu tekanan optimum pada 21,720 mmbar dan kenaikan titik didih optimum 13,8816 °C, diperoleh konsentrasi optimum 49,7267 %.

DAFTAR PUSTAKA

- Deese. 1993-2001. Temperature Change Versus Heat Added: Water. Microsoft Encarta Encyclopedia 2002, Microsoft Corporation.
- Heldman, Dennis R. 2005. Handbook of Food Engineering. Marcel Dekker, Inc., New York
- Gaspersz, Vincent. 2005. *Production Planning and Inventory Control*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama
- Ginting, Rosnani. 2007. *Sistem Produksi*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Heizer, Jay dan Render, Barry. 2009. *Manajemen Operasi Buku 1 Edisi 9*. Jakarta: Salemba Empat
- Ruhul Ummiroh, Isnaini. 2013. *Analisa Penerapan Material Requirement Planning (MRP) pada Pennyellow Furniture*. Jember: Universitas Jember.
- Kencono, A. W., Adam, R., Baruna, E. S., & Ajiwihanto, N. 2014. Jakarta: Kementrian Energy dan Sumber Daya Mineral.
- Kern. 1978. Process Heat Transfer . 409-413. International Student Edition
- Khodri Joseph et all (2004), Building & environment Ltd 39, Elsevier, Science Direct
- Rifkowiati, E.E. dan Martanto. 2016 . Minuman fungsional serbuk instan jahe , Tek Pertanian Lampung, 315 – 324.
- Sitompul, T. 1999. Alat Penukar Kalor (Heat Exchanger). PT. Raja Grafindo Persada, Jakarta
- Toledo, R. T. 2000. Fundamentals of Food Process Engineering (Second Edition). Chapman&Hall, New York
- Wirakartakusumah, M. A. 2004. Prinsip-Prinsip Teknik Pangan. PAU Pangan dan Gizi IPB, Bogor.

Ucapan terimakasih

Terimakasih Kepada Pakarti FT-UMJ yang telah memberi dukungan secara finansial atas terlaksananya penelitian ini