

KAJIAN PERILAKU PENGERINGAN SARI BUAH DENGAN PENGERING SEMPROT SEARAH

(STUDY ON THE BEHAVIOR OF FRUIT JUICE DRYING WITH CONCURRENT SPRAY DRYER)

Ansar¹ Suhargo² and Budi Rahardjo²

ABSTRACT

This study aimed to examine the behavior of concurrent spray drying of fruit juice on various inlet temperature of the drying air and atomization air pressure. The temperature of inlet drying air ranged approximately from 115 °C and 135 °C. The atomization air pressures were varied from 1,8593; 1,8746; and 1,9245 Pa.

The data of this study consist of predicted and observed data. Observed data obtained from laboratory experiment which included the distribution of drying air temperature as along the axial distances and the average moisture content of final product. Predicted data obtained to simulate models based on three mathematical models consists of mass, momentum, and energy balance equation. The mathematical models were employed to predict the temperature of drying air distribution and the average of moisture content of final product.

The results of the study showed that the mathematical models represent of the behavior of fruit juice drying using concurrent spray dryer. On the same material bait; number, size, and droplet distribution were changed on the change of atomization air pressures and air temperature drying. The higher was the atomization air pressure and the air temperature which were used, the greater was the droplet which were product.

Key words : Drying, Fruit Juice, Spray Dryer

PENDAHULUAN

Di Indonesia, terdapat dua daerah yang cukup dikenal sebagai sentra produksi markisa yaitu Sulawesi Selatan dan Sumatera Utara. Daerah penghasil markisa di Sulawesi Selatan meliputi kabupaten Gowa, Sinjai, Tanah Toraja, Enrekang, dan Polmas dengan total produksi sebesar 36.824 ton pada tahun 1995. (Dinas Pertanian Tanaman Pangan Sulawesi Selatan 1997).

Sabahannur (1999) berpendapat bahwa buah markisa digemari masyarakat oleh karena memiliki aroma yang khas yaitu rasa asam kemanis-manisan. Buah markisa telah diolah menjadi berbagai macam produk seperti sirup, konsentrat dan selai. Hal ini kemungkinan masih dapat dibuat menjadi produk dalam bentuk bubuk. Keuntungan bentuk bubuk adalah lebih awet, ringan dan volumenya lebih kecil, sehingga dapat mempermudah pengemasan dan pengangkutan.

Menurut Van Arsdel dan Copley (1993) sari buah dapat dikeringkan dengan menggunakan alat pengering semprot (*spray dryer*). Suyitno, dkk., (1989) berpendapat bahwa pengeringan sari buah dengan menggunakan *spray dryer* mempunyai beberapa keuntungan diantaranya: proses pengeringannya dapat berjalan secara kontinu, operasi alat dapat berjalan secara otomatis, cocok untuk mengeringkan bahan baik yang sensitif terhadap panas maupun bahan yang tahan panas, dan biaya operasional alat cukup ekonomis.

Masalah yang sering dijumpai pada pembuatan bubuk buah dengan pengering semprot khususnya buah yang kandungan gula dan asamnya tinggi adalah terjadinya

pelekatan bubuk baik pada dinding ruang pengering maupun pada *cyclon*. Hal tersebut diperkirakan dapat diatasi dengan pengaturan suhu pengering, tekanan udara pengabutan, pengenceran sari buah untuk mengurangi kadar gula dan asamnya, serta penggunaan bahan pengisi (*filler*). Berdasarkan latar belakang tersebut di atas, maka perlu dilakukan penelitian untuk mengkaji perilaku pengeringan sari buah dengan *spray dryer* yang dapat menghasilkan produk akhir seperti bubuk dengan kadar air tertentu.

METODE PENELITIAN

Bahan dan Alat Penelitian

Bahan yang digunakan adalah sari buah markisa. Pembuatan sari buah markisa dilakukan dengan cara ekstraksi. Sari buah markisa yang akan dikeringkan dicampur air dengan perbandingan 2 :1, kemudian ditambahkan gum Arab 6 %.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah pengering semprot bentuk silinder model SD-04, termokopel beserta digital aplikator, pipa kapiler, viscometer, exicator, picnometer, saringan, oven, timbangan analitis, pulfing Silver, dan aerometer.

Cara penelitian

Cara kerja dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Menyiapkan sari buah markisa sebanyak 20 liter, 5 liter digunakan untuk analisis sifat termis dan fisik. Sisanya dibekukan pada lemari pendingin bersuhu -20 ° C supaya tidak mengalami kerusakan selama menunggu proses selanjutnya.
- Menyiapkan alat pengering (*spray dryer*) sesuai dengan kondisi penelitian pendahuluan yang meliputi: a) variasi suhu udara pengering (°C), b) variasi tekanan udara pengabutan (Pa), c) laju pengumpanan bahan (kg/s), dan d) laju udara pengering (kg/s).
- Melakukan pengeringan sari buah markisa yang diambil dari lemari pendingin dengan mencairkan terlebih dahulu pada air yang mengalir sampai suhu kamar, kemudian ditambahkan gum arab 6 %, agar sari buah markisa tidak melekat pada silikon pengering. Untuk mendapatkan suhu awal yang seragam, sari buah markisa dipanaskan pada air panas sampai mencapai suhu 30°C, selanjutnya dikeringkan dengan melakukan variasi suhu awal udara pengering yaitu 115, 125, dan 135 °C. dan tekanan udara pengabutan 1.8593 E5; 1.8746 E5; dan 1.9245 E5 Pa.
- Melakukan pengamatan suhu udara pengering pada setiap jarak 10 cm dengan selang pengamatan 10 menit selama pegeringan dan masing-masing diulang 5 kali.
- Melakukan pengukuran rata-rata kadar air akhir pada setiap variasi perlakuan.
- Melakukan pengukuran vitamin C bubuk markisa hasil pengeringan dan uji organoleptik serta pengukuran absorbansi warna dengan alat kromameter.

¹⁾ Staf Pengajar Fakultas Pertanian UNRAM Mataram

²⁾ Staf Pengajar Fakultas Teknologi Pertanian UGM Yogyakarta

Pengumpulan Data

Data penelitian terdiri dari data observasi dan data prediksi. Data observasi diperoleh dengan melakukan pengamatan di laboratorium yang meliputi:

1. Kadar air awal sari buah dan bubuk markisa
2. Suhu udara pengering

3. Densitas sari buah markisa
4. Viskositas sari buah markisa
5. Kapasitas panas sari buah markisa
6. Tegangan permukaan sari buah markisa
7. Nilai difusifitas efektif uap air dalam udara

Sedangkan data prediksi diperoleh dari model matematik sebagai berikut :

$$1. \text{ Suhu Partikel: } T_{p(i,j)} = T_{ref} + \frac{E_{ak(i,j)}}{c_{ps} + W_{p(i,j)}c_{pw}} \dots\dots\dots (1)$$

$$2. \text{ Densitas Partikel : } \rho_{p(i,j)} = \rho_{p(i-1,j)} - \frac{6\dot{m}_{v(j)}\Delta h}{u_{p(i,j)}d_{p(i-1,j)}} \dots\dots\dots (2)$$

$$3. \text{ Diameter Partikel : } d_{p(i,j)} = d_{p0} \left(\frac{\rho_p - \rho_w}{\rho_{p(i,j)} - \rho_w} \right)^{1/3} \dots\dots\dots (3)$$

$$4. \text{ Kecepatan Partikel : } u_{p(i,j)} = u_{p(i-1,j)} + g \frac{(\rho_{p(i-1,j)} - \rho_a)\Delta l}{\rho_{p(i-1,j)}u_{p(i-1,j)}} - \frac{3}{4} \frac{C_d \rho_a \Delta l}{d_{p(i-1,j)}\rho_{p(i-1,j)}u_{i-1,j}} (u_a - u_{p(i-1,j)})^2 \dots\dots\dots (4)$$

$$5. \text{ Suhu Udara Pengering : } T_{a(i)} = \frac{h_{a(i)} - H_{ref(i)}X_{b(i)} + c_{pu}T_{ref}X_{b(i)}}{c_{pa} + c_{pu}X_{b(i)}} \dots\dots\dots (5)$$

$$6. \text{ Kadar Air Rata-rata : } \bar{W}_p = \frac{\sum_{j=1}^k W_{p(j)}n_{(j)}}{N} \dots\dots\dots (8)$$

Keterangan:

- c_{pv} : panas jenis uap (J/kg.K)
- D_{eff} : koefisien difusi (m²/s)
- d_p : diameter rata-rata pipa penyemprot (m)
- E_a : Energi aktivasi (kal/mol)
- G_a : Laju udara pengering (kg/s)
- h : koefisien perpindahan panas (J/m²s K)
- h_D : koefisien perpindahan massa (kg/m²s)
- k_a : konduktifitas udara (J/mKs)
- m_s : massa padatan kering dalam droplet (kg)
- m_v : laju penguapan droplet (kg uap/m²s)
- n_j : jumlah partikel bin ke j
- P_{at} : tekanan udara pengabut (Pa)
- Q_{dp} : laju perpindahan panas ke droplet (J/s)
- r : jari-jari partikel (m)
- T_a : suhu udara pengering (K)
- T_p : suhu droplet (K)
- T_{ref} : suhu referensi (K)
- u_{at} : kecepatan udara pengabut (m/s)
- u_p : kecepatan partikel (m/s)
- X_b : kelembaban mutlak udara (kg air/kg udara kering)
- W_p : kadar air droplet (kg air/kg padatan kering)
- ρ_s : densitas permukaan droplet (kg/m³)
- ρ_w : densitas air (kg/m³)

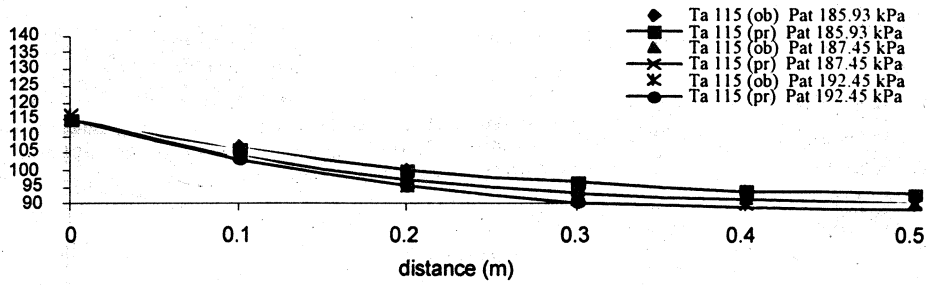
Analisis Data

Data observasi dianalisis dengan menggunakan analisis grafik untuk mengetahui hubungan antara kondisi udara pengeringan dengan rata-rata kadar air akhir bubuk markisa. Data distribusi suhu udara ke arah aksial dan rata-rata kadar air akhir diprediksi dengan menggunakan analisis numerik. Data prediksi yang diperoleh selanjutnya diuji validitasnya dengan menggunakan analisis grafis dan analisis statistik.

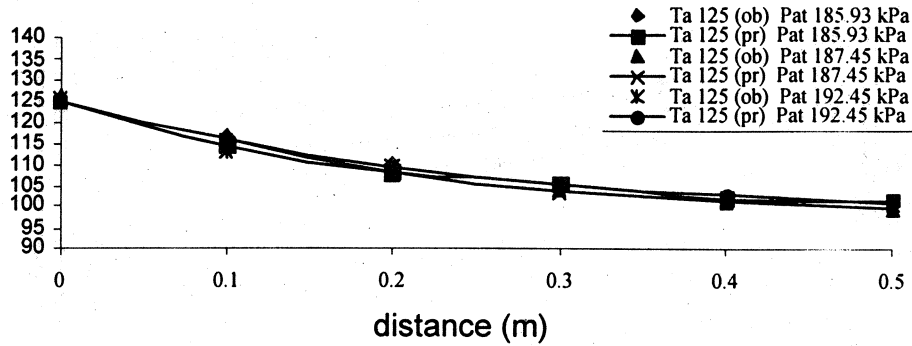
HASIL DAN PEMBAHASAN

Distribusi suhu udara

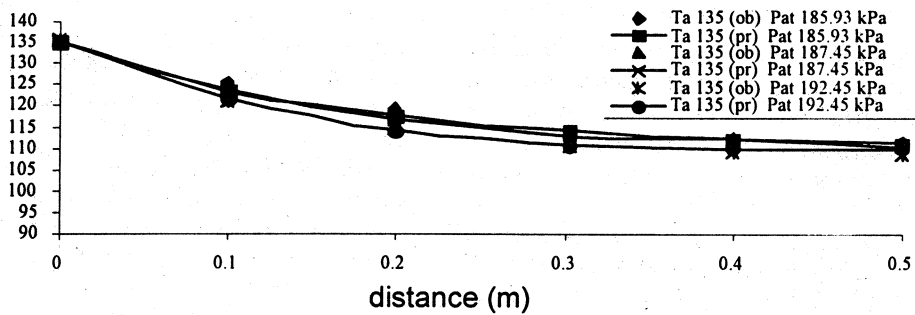
Pada gambar (1.a) sampai dengan (1.c) menggambarkan hubungan antara distribusi suhu udara pengeringan hasil observasi dengan hasil prediksi pada berbagai perlakuan suhu awal udara pengering dengan variasi tekanan udara pengabutan. Pada gambar tersebut, dapat dilihat bahwa suhu udara antara prediksi dan observasi hampir berimpitan pada jarak awal dari pipa pengabut dan terjadi penyimpangan sedikit membesar pada suhu udara keluar.



(a)



(b)

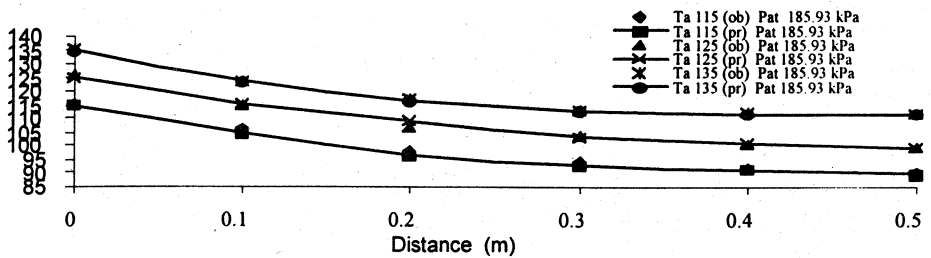


(c)

Figure 1. Distributions of draying air temperatures at inlet temperatures (Ta) (a) 115; (b) 125; (c) 135 °C with various the atomization air pressures (Pat) 185.93, 187.45, and 192.45 kPa.

Gambar (2.a) sampai dengan (2.c) mengilustrasikan hubungan antara distribusi suhu udara hasil observasi dengan hasil prediksi pada berbagai perlakuan tekanan udara pengabutan dengan variasi suhu awal udara pengering. Dalam gambar tersebut, memperlihatkan pula

bahwa suhu udara antara observasi dan prediksi hampir berimpitan pada jarak awal dari pipa pengabutan dan terjadi penyimpangan semakin besar pada suhu udara keluar. Besarnya nilai penyimpangan yaitu antara $-2,6^{\circ}\text{C}$ sampai $2,5^{\circ}\text{C}$.



(a)

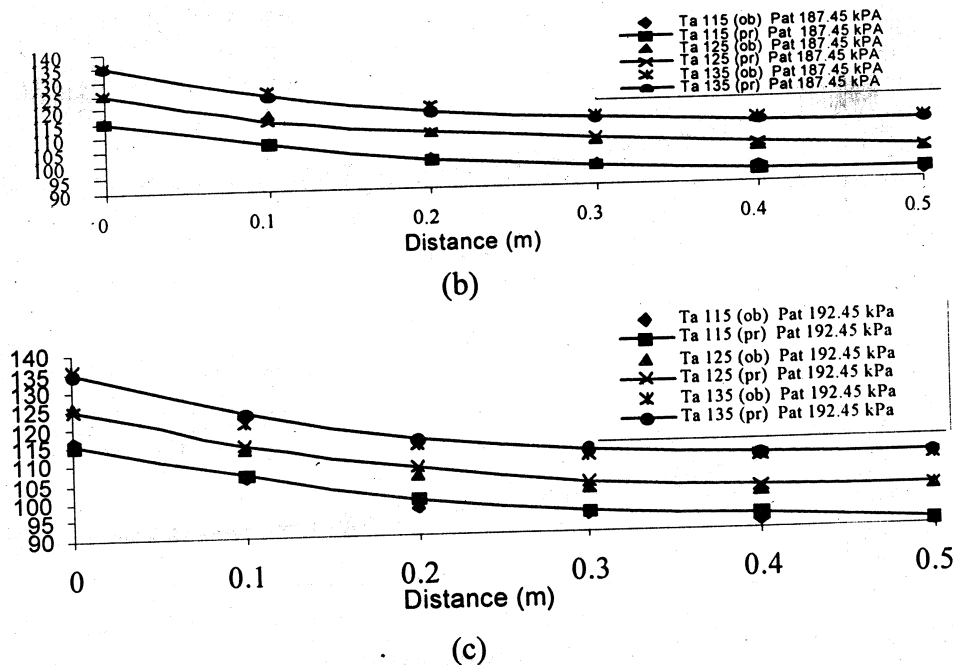


Figure 2. Distributions of draying air temperatures at the atomization air pressures (a) 185.93 kPa, (b) 187.45 kPa, and (c) 192.45 kPa with various inlet temperatures (T_a) 115, 125, and 135 °C.

Dari gambar tersebut terlihat bahwa pada jarak 10 cm pertama dari pipa pengabutan terjadi penurunan suhu udara dengan cepat dan pada jarak 10 cm berikutnya penurunan suhu udara semakin lambat. Suhu udara keluar (*outlet*) pada perlakuan ini mempunyai variasi yang tidak terlalu besar.

Suhu udara keluar pada perlakuan suhu awal (*inlet*) 115 °C dengan variasi tekanan udara pengabutan 1,850 E9; 2,850 E9 dan 3,850 E9 Pa antara 90,6 – 93,0 °C, hal ini menunjukkan bahwa besarnya energi yang digunakan untuk proses pengeringan hampir sama walaupun terjadi perbedaan tekanan udara pengabutan. Begitu pula pada perlakuan suhu awal udara pengering sebesar 125 dan 135 °C dengan variasi tekanan udara pengabutan 1,850 E9; 2,850 E9 dan 3,850 E9 Pa berturut-turut mempunyai variasi udara keluar sebesar 99,7 – 100,8 °C dan 111,2 – 111,8 °C.

Distribusi suhu udara pada perlakuan tekanan udara pengabutan 1,850 E9; 2,850 E9 dan 3,850 E9 Pa dengan variasi suhu udara pengering 115, 125 dan 135 °C dilukiskan pada gambar (1.a), (1.b), dan (1.c). Dari gambar tersebut dapat dilihat bahwa pada jarak 10 cm pertama dari

pipa penyemprot terjadi penurunan suhu udara dengan cepat dan pada jarak 10 cm berikutnya penurunan suhu udara semakin lambat serta adanya kecenderungan semakin besar suhu awal udara penering semakin besar pula suhu udara keluar dari ruang pengering. Hal ini menunjukkan bahwa energi panas yang diperlukan untuk pengeringan telah dipenuhi oleh tingkat suhu awal udara pengering yang lebih rendah.

Rata-rata kadar air akhir

Data prediksi rata-rata kadar air akhir selama proses pengeringan pada berbagai perlakuan suhu awal udara pengering dan tekanan udara pengabutan diilustrasikan pada gambar 3. Dari gambar tersebut terlihat bahwa rata-rata kadar air akhir antara data observasi dan prediksi mempunyai kecenderungan yang sama. Penyimpangan terbesar terjadi pada kombinasi perlakuan suhu awal rendah dengan tekanan udara pengabutan kecil. Besarnya nilai penyimpangan antara hasil data observasi dan prediksi rata-rata kadar air akhir antara 0,0004 sampai 0,0012 db.

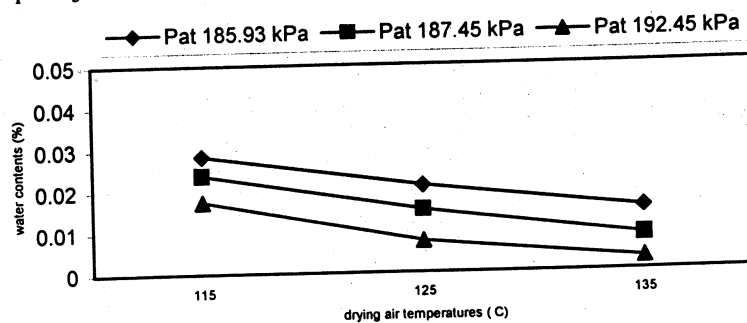


Figure 3. Average the final water contents at inlet temperatures (T_a) 115, 125, and 135 °C with various the atomization air pressures (P_{at}) 185.93, 187.45, and 192.45 kPa.

Kadar air bubuk dari proses pengeringan diukur dengan mengambil rata-rata kadar air akhir dari semua ukuran partikel karena adanya kesulitan untuk mengukur kadar air akhir sesuai dengan rentang diameter partikelnya.

Rata-rata kadar air akhir diilustrasikan sebagai hubungan antara rata-rata kadar air akhir pada perlakuan tekanan udara pengabutan (P_a) dengan perlakuan suhu awal udara pengering. Gambar 3 memperlihatkan rata-rata kadar air akhir sebagai akibat perlakuan suhu awal udara pengering dengan variasi perlakuan tekanan udara pengabut. Dari hubungan ini dapat dijelaskan bahwa jika tekanan udara pengabutan tetap, maka rata kadar air yang dihasilkan semakin kecil dengan semakin besarnya suhu awal udara pengering. Hal ini menunjukkan bahwa semakin besar suhu awal udara pengering semakin besar proses perpindahan panas dari medium udara pengering ke permukaan droplet, sehingga proses perpindahan massa melalui penguapan juga semakin besar. Dari gambar 3 tersebut di atas dapat pula dilihat bahwa rata-rata kadar air akhir pada perlakuan suhu awal udara pengering tetap dengan variasi tekanan udara pengabutan yang semakin besar, dihasilkan rata-rata kadar air akhir semakin kecil. Hal ini dapat dijelaskan bahwa semakin besar tekanan udara pengabutan, maka diameter partikel yang dihasilkan semakin kecil, sehingga akan mempercepat proses perpindahan panas dari medium udara pengering ke droplet, yang selanjutnya akan mempercepat proses perpindahan massa melalui penguapan air dari droplet.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, maka dapat disimpulkan:

1. Model simulasi yang dikembangkan dengan menggunakan persamaan keseimbangan massa, persamaan keseimbangan momentum dan persamaan keseimbangan energi dapat menjelaskan distribusi suhu udara pengering ke arah aksial dan rata-rata kadar air akhir bahan.
2. Pada laju pengumpanan bahan yang sama, jumlah, ukuran, dan distribusi droplet berubah pada perubahan tekanan udara pengabut dan suhu udara pengering. Semakin tinggi tekanan udara pengabut dan suhu udara yang digunakan akan dihasilkan jumlah droplet yang semakin banyak.

SARAN

Pengeringan sari buah dengan menggunakan pengering semprot akan menghasilkan produk akhir berupa bubuk yang sangat mudah menggumpal karena terjadinya peningkatan kadar air. Oleh karena itu, perlu dikembangkan suatu penelitian lebih lanjut tentang pengemasan yang kedap air dan udara untuk mencegah peningkatan kadar air pada bubuk buah hasil pengeringan.

DAFTAR PUSTAKA

- Bakker-Arkema, F.W., 1992. *Heat and Mass Transfer and Modeling. A Critical Evaluation*. Michigan State University, East Lansing Mi., USA.
- Crowe, C.T., 1980. *Modeling Spray Air Contact in Spray Drying System, Advance in Drying*, Vol. 1, p: 64-96.
- Dean, R. D. and W. R. Marshall Jr., 1968. *The Rates of Evaporation of Spray*. Aichi Journal Vol. 14 No. 4 p: 541-552.
- Esmay, M., 1973. *Grain in Drying, Handling and Storage in the tropic*. Michigan State University. East Lansing Mi., USA.
- Francis, EJB. And N. Donbrowski, 1966. *Entertainment of Air into Liquid Spray*, Aichi Journal Vol. 12 No. 4 p: 708-717.
- Gavin, W.H. and S. Katta, 1975. *Some Fundamental Aspect of Spray Drying*. Aichi Journal Vol. 21 No. 1 p: 143-152.
- Kim, K.Y. and W.R. Marshall, J.R., 1971. *Drop Size Distribution form Pneumatic Atomizer*. Aichi Journal Vol. 17 No. 3 p: 575-584.
- Lazar, MEAH. Brown, G.S. Smith, F.F. Wong, and F.E. Lindquist, 1956. *Experimental Production of Tomato Powder by Spray Drying*. Food Technology No. 10 p: 129.
- Liang, B. and W.R. King, 1991. *Factors Influencing Flow Pattern Temperature Field and Consequent Drying Rates in Spray Drying*. Drying Technology, Vol. 9 No. 1 p: 1-15.
- Meyer, F.W., 1955. *Factors Affecting Particle Size in Seventh Food Spray Dryer*. Chemical Engineering Process. Vol. 51 No. 11 p: 528-530.
- Negiz, ASL. Ericand Cinar, 1995. *Mathematical Models of Concurrent Spray Drying*. Ind. End. Chen. Res., Vol 34, p: 3289-3302.
- Paul R.E., 1982. *Postharvest Variation in Composition of Sours. (AL) Fruit Relation to Respires and Ethylene Production*, Ind. Am. Hort. SCI. 107 p: 582-585.
- Sabahannur, S.M., 1999. *Pengaruh Kombinasi Jenis dan Konsentrasi terhadap Kualitas Bubuk Sari Buah Markisa Siuh*. Tesis Program Pascasarjana Universitas Brawijaya Malang.
- Van Arsdel W.B. and J.C. Michael, 1964. *Food Dehydration*. The AVI Pub. Co. Westport, C.T.