

OPTIMASI PROSES PENGERINGAN CABE MERAH MENGUNAKAN ZEOLIT ALAM

Didi Dwi Anggoro

Abstract

*Natural zeolite is easy to find at several place in Indonesia. Mostly natural zeolite used for poultry and smallest industry. The natural zeolite utilize for adsorben in drying process is the new thing. This is because natural zeolite have porosity structure, hence natural zeolite can adsorb small molecule, same like water. The purpose of this research is to set up the drying equipment, to study the performance of natural zeolite for drying process and to estimate the optimum condition of this process. The sample (*Capsium Annum L.*) take on tray in drying box. The air through out adsorben column, which natural zeolite present. Before used, natural zeolite is activated by H_2SO_4 with room temperature. The dry air from adsorben column will be adsorb water molecule from sampel. The result indicated that natural zeolite is potential adsorben for drying process, which the lost of water molecule from sample is 50%. This result is better than drying result by conventional drying (sun). By software Statistica 2002, the optimum condition and empirical model are obtained.*

Key Words: *Optimization, drying, natural zeolite*

Pendahuluan

Zeolit alam (*Natural Zeolite*) banyak di jumpai di beberapa propinsi di Indonesia, antara lain : Lampung, Jawa Barat, Jawa Tengah dan Jogjakarta. Zeolit alam tersebut sampai saat ini baru digunakan untuk makan ternak dan sebagian kecil untuk industri. Pengeringan dengan menggunakan zeolit merupakan cara yang baru dimana cabe merah (*Capsium Annum L.*) dapat di keringkan pada suhu rendah (Bussmann, 2000).

Cabe merah termasuk sayuran buah dengan kandungan air sekitar 80-90 persen, sedang kadar protein dan lemaknya lebih rendah dibandingkan dengan biji-bijian (Budi, 1996). Dengan kandungan air yang tinggi sehingga cabe merah segar hanya mampu disimpan selama 1 – 2 minggu saja, sebab sifatnya yang mudah rusak. Kerusakan juga dapat terjadi akibat penanganannya kurang baik. Penyebab utama kerusakan tersebut adalah tingginya kandungan air bahan setelah dipanen yaitu 90 persen (Budi, 1996).

Oleh karena itu, perlu adanya usaha untuk mengurangi kadar airnya, sehingga dapat diharapkan lebih lama masa simpannya. Salah satu cara untuk mengurangi kadar airnya adalah dengan pengeringan. Pengeringan selama ini umumnya dilakukan dengan memanfaatkan tenaga surya, namun pengeringan dengan metode seperti ini dapat menurunkan kualitas dari bahan yang telah dikeringkan, seperti perubahan warna, perubahan aroma makanan, serta hilangnya karakteristik dari produk yang dikeringkan. Metode lain yang akan dicoba untuk pengeringan dalam penelitian ini adalah dengan menggunakan zeolit alam.

Zeolit mempunyai beberapa sifat, diantaranya dehidrasi, adsorpsi, penukar ion, katalisator, dan separasi. Hal ini dikarenakan zeolit alam memiliki struktur rangka, mengandung ruang kosong yang ditempati oleh kation dan molekul air yang bebas sehingga memungkinkan pertukaran ion atau *chemisorption* (Siti, 2003). Zeolit alam yang telah diaktivasi dengan pemanasan bertujuan untuk menguapkan air yang terperangkap dalam pori – pori kristal zeolit, sehingga luas permukaan pori-pori bertambah (Sutarti, 1994). Dari hasil penelitian diketahui bahwa mineral zeolit mampu menyerap gas-gas CO₂, H₂S dan H₂O sebanyak 25 % (Sutarti, 1994).

Adsorben yang paling baik digunakan dalam proses adsorpsi adalah zeolit (Perry,1997). Dalam keadaan normal ruang hampa, zeolit berisi molekul air bebas yang berada disekitar kation. Bila kristal zeolit dipanaskan maka air tersebut akan menguap dan zeolit dapat difungsikan sebagai penyerap cairan/gas. Karakteristik lain dari zeolit , mempunyai surface area yang besar, molecular sieve, dan mempunyai kapasitas yang besar serta harga zeolit relatif murah.

Dengan bantuan program *Statistica 2002* maka data yang didapatkan dari hasil penelitian dapat dianalisa. Analisa tersebut akan menghasilkan suatu persamaan empiris dan kondisi optimumnya. *Experimental design* di rancang dengan dua tujuan utama yaitu untuk mengetahui hubungan antara nilai respon / hasil pengamatan variabel dengan faktor – faktor yang dianggap memiliki pengaruh terhadap respon serta untuk menemukan nilai dari faktor yang memberikan nilai terbaik.

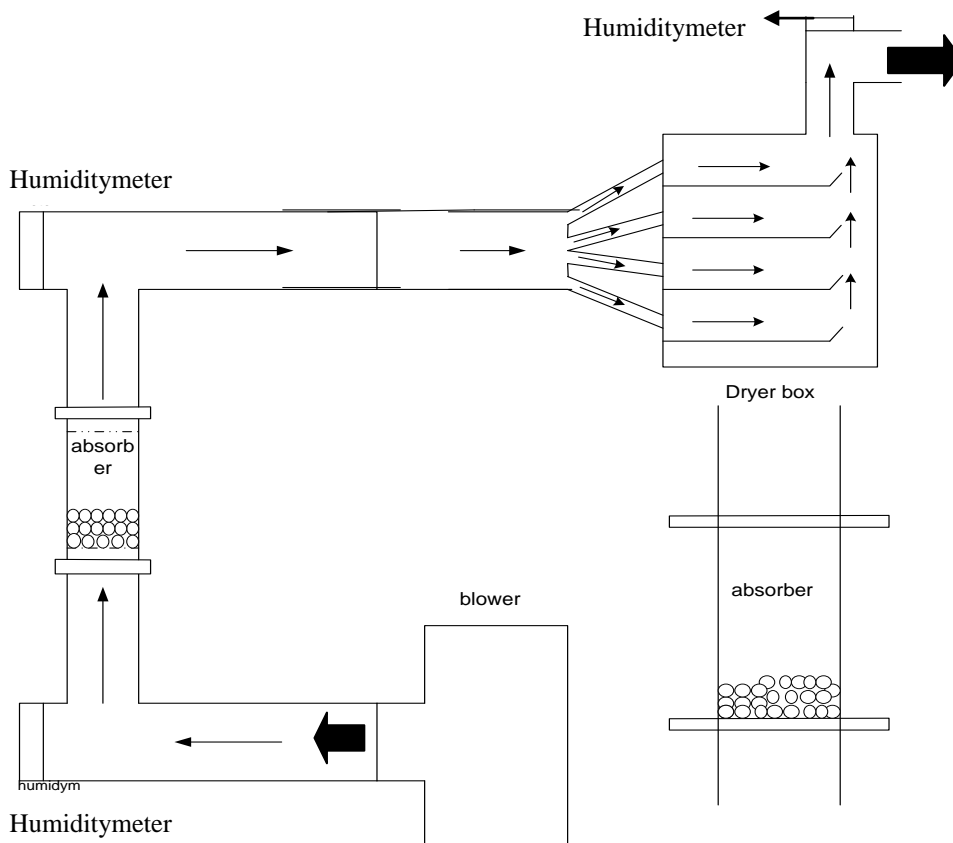
Response surface methodology (RSM) adalah sebuah metode untuk menemukan nilai terbaik dari respon serta dapat menentukan pemodelan dari respon sebagai fungsi dari variable bebas dalam proses. Dengan menggunakan metode ini, maka dapat di ketahui kondisi optimum dari sebuah proses. Dengan menggunakan persamaan matematika atau model polynomial, hubungan antara nilai dari respon dengan kombinasi dari faktor dan banyaknya faktor yang berpengaruh dapat ditampilkan. Untuk menganalisa hasil, metode efisien yang umum digunakan adalah ANOVA. Dua dasar yang digunakan adalah dengan pemisahan sum of square (*partition sum of square*) dan menghitung varian dari populasi dengan metode yang berbeda dan membandingkannya dengan hasil perhitungan.

Penelitian ini bertujuan merancang alat pengeringan cabe merah, mengetahui pengaruh zeolit alam sebagai adsorber air, mengetahui kondisi optimum dan model empiris pada proses pengeringan. Penelitian ini dilakukan dengan mengamati penurunan persentase humidity udara.

Metode Penelitian

Sebelum penelitian utama dilakukan, zeolit alam yang digunakan di *screening* dengan menggunakan mesh. Kemudian zeolit alam tersebut di oven pada suhu 350 °C. Setelah dingin, zeolit alam dimasukkan ke dalam adsorber sesuai dengan variabelnya. Blower dihidupkan selama proses *drying* dilakukan. Diperoleh *humidity* sebelum masuk dan setelah keluar adsorber serta penurunan berat dari cabe merah yang dikeringkan. Setelah mencapai waktu jenuh, berat zeolit ditimbang sehingga dapat diketahui berat air yang terkandung didalam udara yang dapat diserap oleh zeolit alam. Peralatan yang digunakan pada penelitian ini ditampilkan pada Gambar 1. Data yang diperoleh dianalisa dengan menggunakan software Statistica 6.0.

Hasil output dari RSM seperti grafik surface 3D menampilkan kondisi optimum dan variable yang paling berpengaruh bagi waktu jenuh, adsorpsi, dan desorpsi. Berdasarkan *central composite design*, jumlah dari kombinasi *eksperimen* adalah $2^k + 2k + n_0$, dimana k adalah jumlah dari variable bebas dan n_0 adalah jumlah percobaan yang diulang, dalam penelitian ini $n_0 = 2$. Pada penelitian ini variabel bebas (k) adalah 2, sehingga jumlah percobaannya adalah 10.



Gambar 1. Skematik Peralatan Pengeringan Menggunakan Zeolit Alam

Hasil Percobaan

1. Menentukan Persamaan Empiris

Data waktu jenuh zeolit alam dari tiap-tiap variabel berubah yang diperoleh dari hasil percobaan ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Fractional Factorial Central Design 2 variabel dengan mengamati waktu jenuh

Run	X1	X2	Yo	Yp	Yo – Yp
1	4.75	1	120	116.4887	3.5113
2	4.75	1.5	130	133.0780	-3.0780
3	6	1	140	129.3809	10.6191
4	6	1.5	165	159.5582	5.4418
5	5.3	1.25	150	151.3735	-1.3735
6	4.42	1.25	105	103.9135	1.0865
7	6.18	1.25	130	141.4183	-11.4183
8	5.3	0.9	120	128.4101	-8.4101
9	5.3	1.6	160	160.0054	-0.0054
10	5.3	1.25	155	151.3735	3.6265

Dimana : X_1 : diameter zeolit alam; X_2 :berat zeolit alam ;
 Y_o : waktu jenuh hasil pengamatan ; Y_p : waktu jenuh yang diperkirakan

Persamaan empiris antara waktu jenuh dengan variabel berubah dapat ditampilkan dengan persamaan (1).

$$Y_p = -1006,6733 + 387,0839X_1 - 37,0708 X_1^2 + 76,1504 X_2 - 58,4962 X_2^2 + 21,7408 X_1X_2 \tag{1}$$

Dari hasil penelitian, diperoleh data kandungan air dari udara yang diserap zeolit alam (desorpsi dari udara) pada tiap–tiap variabel berubah. Data-data tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.

Table 2. Fractional Factorial Central Design 2 variabel dengan mengamati desorpsi

Run	X1	X2	Yo	Yp	Yo – Yp
1	4.75	1	80	51.7227	28.2773
2	4.75	1.5	50	53.0495	-3.0495
3	6	1	50	34.2733	15.7267
4	6	1.5	40	48.8872	-8.8872
5	5.3	1.25	70	75.7621	-5.7621
6	4.42	1.25	20	32.2546	-12.2546
7	6.18	1.25	30	31.9278	-1.9278
8	5.3	0.9	30	58.1593	-28.1593
9	5.3	1.6	80	68.2016	11.984
10	5.3	1.25	80	75.7621	4.2379

Dimana : X₁ : diameter zeolit alam; X₂ : berat zeolit alam ;
 Yo : desorpsi hasil pengamatan ; Yp : desorpsi yang diperkirakan

Persamaan empiris antara desorpsi dari udara dengan variabel berubah dapat ditampilkan dengan persamaan (2).

$$Y_p = - 1544,9078 + 571,0080X_1 - 56,3932X_1^2 + 158,4389X_2^2 - 102,7070X_2^2 + 21,2594X_1X_2 \quad (2)$$

Sedangkan data kandungan air dari cabe merah yang diserap udara kering (adsorpsi oleh udara kering) pada tiap-tiap variabel berubah ditabulasikan pada Tabel 3.

Table 3. Fractional Factorial Central Design 2 variabel dengan mengamati adsorpsi

Run	X1	X2	Yo	Yp	Yo – Yp
1	4.75	1	0.7000	0.8696	-0.1696
2	4.75	1.5	0.8000	2.2544	-1.4544
3	6	1	2.3000	2.1343	-0.1657
4	6	1.5	1.9000	2.7438	-0.8438
5	5.3	1.25	1.7000	2.2179	-0.5179
6	4.42	1.25	1.2000	0.4305	0.7695

7	6.18	1.25	2.3000	2.0061	0.2939
8	5.3	0.9	1.7000	1.9321	-0.2321
9	5.3	1.6	4.8000	3.3933	1.4067
10	5.3	1.25	2.8000	2.2179	0.5821

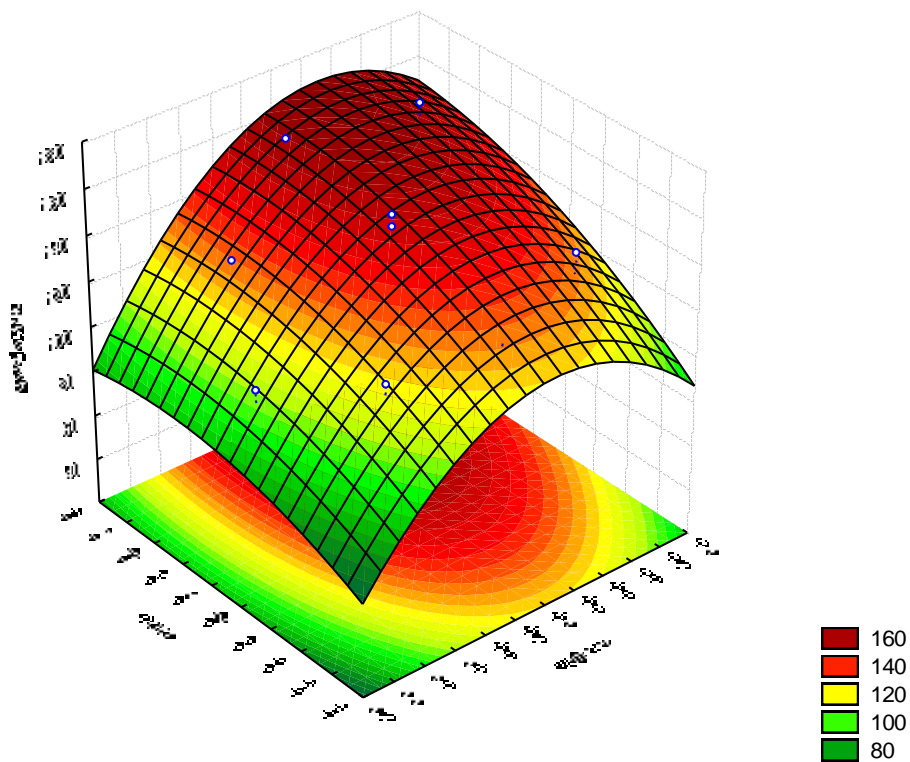
Dimana : X_1 : diameter zeolit alam; X_2 : berat zeolit alam ;
 Y_o : adsorpsi hasil pengamatan ; Y_p : adsorpsi yang diperkirakan

Persamaan empiris antara adsorpsi oleh udara kering dengan variabel berubah dapat ditampilkan dengan persamaan (3).

$$Y_p = - 43,9415 + 16,1291X_1 - 1,2909X_1^2 - 0,4155X_2 + 3,6310X_2^2 - 1,2405X_1X_2 \quad (3)$$

2. Menentukan Optimasi menggunakan Respons Surface Methods (RSM)

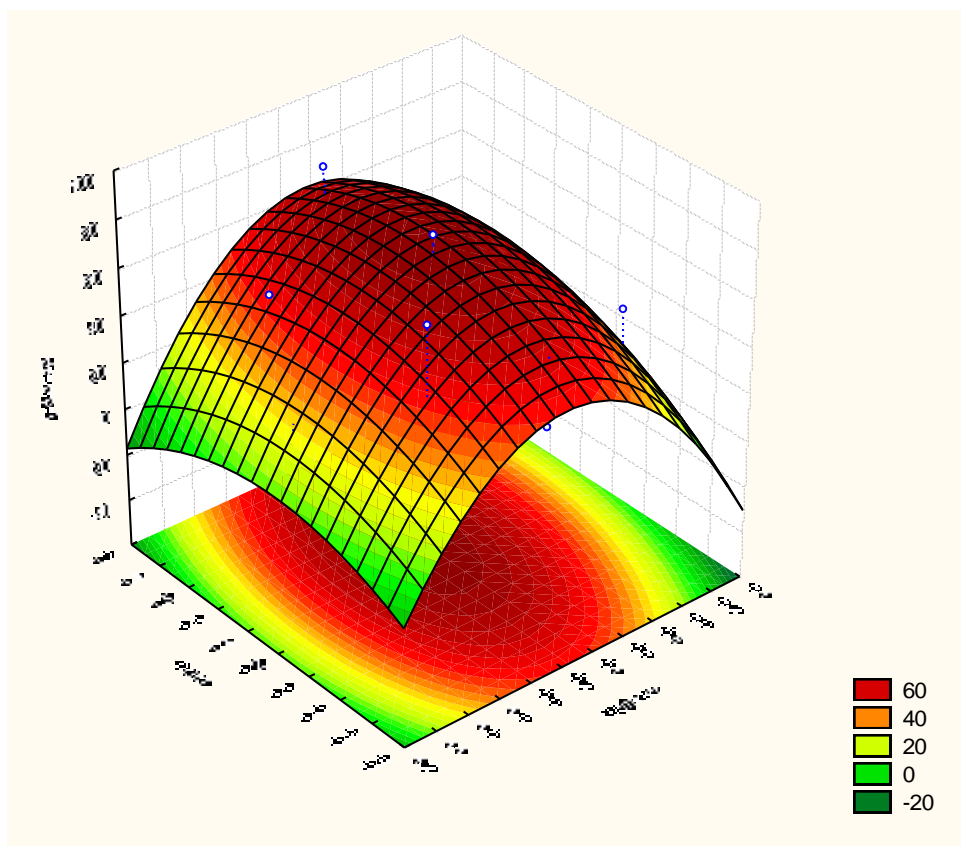
A. Optimasi waktu jenuh dapat diprediksi dengan menggunakan grafik surface 3 Dimensi



Gambar 2. Grafik surface 3D untuk optimasi waktu jenuh dengan diameter dan berat

Berdasarkan gambar 2 dapat dilihat bahwa kondisi optimum waktu jenuh diprediksikan pada diameter 5,724 mm dengan berat 1,715 kg sehingga waktu jenuh yang optimal adalah 166,371 menit. Dengan diameter yang besar dan berat zeolit yang besar pula maka waktu jenuh yang dicapai akan lebih lama. Hal ini dikarenakan kecilnya luas permukaan yang kontak dengan air yang terkandung di dalam udara oleh zeolit alam sehingga untuk mencapai kondisi jenuh, zeolit membutuhkan waktu yang lama.

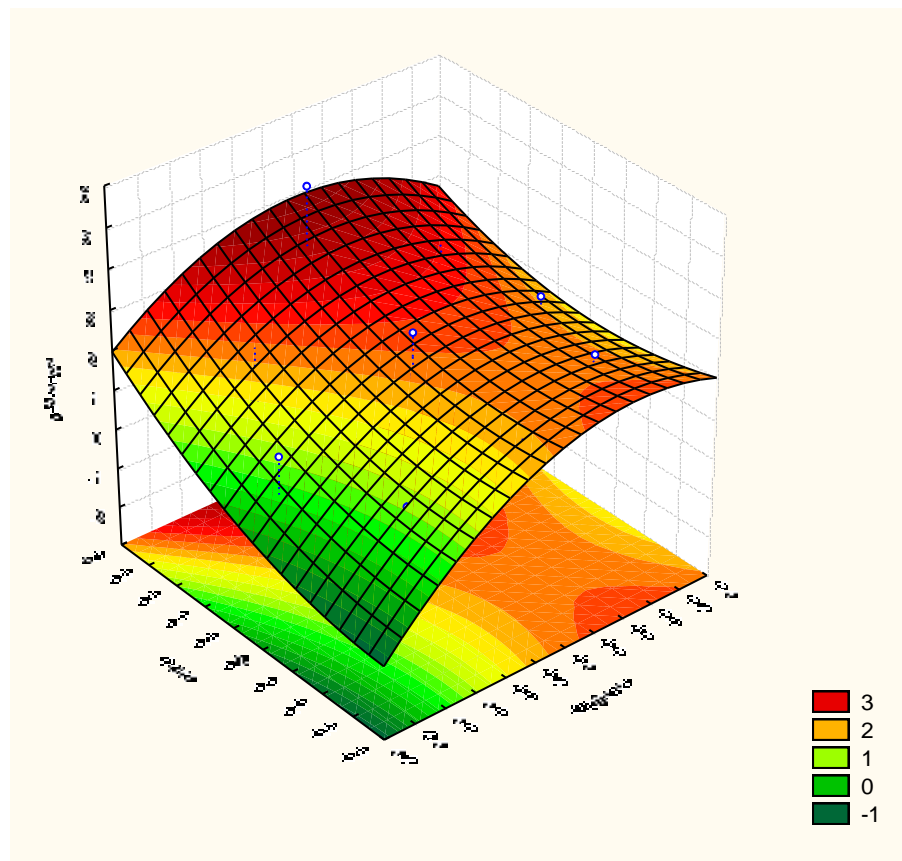
B. Optimasi desorpsi zeolit alam dapat diprediksi dengan menggunakan grafik surface 3D



Gambar 3. Grafik surface 3D untuk optimasi desorpsi dengan diameter dan berat

Dari gambar 3, kondisi optimal dari desorpsi zeolit alam dapat ditentukan pada kondisi diameter 5,312 mm dengan berat 1,321 kg. Peristiwa desorpsi berkaitan dengan waktu jenuh dari zeolit alam. Desorpsi pada penelitian ini merupakan peristiwa terserapnya air yang terdapat didalam udara oleh zeolit alam (air keluar dari udara).

C. Optimasi adsorpsi zeolit alam dapat diprediksi dengan menggunakan grafik surface 3D



Gambar 4. Grafik surface 3D untuk optimasi adsorpsi dengan diameter dan berat

Pada gambar 4, pada grafik surface 3D untuk adsorpsi versus diameter dan berat zeolit alam tidak diperoleh kondisi optimal tetapi didapatkan kondisi *saddle point* pada diameter 5.748 mm dengan berat 1.039 kg. Peristiwa adsorpsi dalam penelitian ini adalah peristiwa penyerapan air dari cabe merah yang dikeringkan oleh udara yang keluar dari adsorber (udara kering).

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa :

1. Zeolit alam berpotensi untuk adsorber dalam proses pengeringan tanpa pemanasan.
2. Faktor yang berpengaruh dalam menentukan waktu jenuh adalah berat dan diameter. Sedangkan pada desorpsi zeolit alam factor yang paling berpengaruh adalah diameter. Pada adsorpsi zeolit alam dipengaruhi oleh semua variabel berubah.

3. Kondisi optimum yang didapatkan dengan menggunakan grafik surface 3D adalah pada diameter 5.724 mm ,berat 1.715 kg dengan kondisi optimum waktu jenuh 166.371 menit.Untuk kondisi optimum desorpsi dicapai pada diameter 5.312 mm dan berat 1.321 kg yaitu sebesar 76,271 gram.Adsorpsi zeolit alam tidak dapat mencapai kondisi optimum ,tetapi didapatkan kondisi saddle point pada diameter 5.748 mm dan berat 1,039 kg

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada TPSDP yang telah memberikan dana melalui *Research Grant* sehingga penelitian ini bisa selesai dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

1. Amin,N.A.S and Anggoro, D.D. (2004).*Optimization of direct conversion of methane to liquid fuels over Cu loaded W/ZSM-5 catalyst*. FUEL, 83, (4-5), 487-494.
2. Didi Dwi Anggoro, (2003).Ph.D Dessertation, University of Technology Malaysia.
3. Bussmann. (2000). *Drying of Food and Food ingredients with zeolite*. TNO Environment,Energy and Process Inovation.
4. Budi, Jatmiko. (1996). *Pengawetan Lombok Merah dengan penambahan natrium bisulfit dan pengeringan dengan cabinet drier*. Laporan Penelitian TK UNDIP.
5. Foust, AS,Wenzel LA,Maus,L,Andersen,LB (1960). *Principles of Unit Operations*. Mc Graw Hill,USA.
6. Istiqomah, Siti. (2003). *Zeolit Sebagai Zat Penjerap Logam Berat*. Laporan Penelitian TK UNDIP.
7. Ketaren, S. (1986). *Minyak dan Lemak Pangan*. UI-Press, Indonesia
8. Kirk,R,E dan Othmer,D.F. (1979). *Encyclopedia Of Chemical Technology*.,2nd ed vol 5. Mc Graw Hill, USA.
9. Perry, RH and Green, DW. (1997). *Chemical' Engineers' HandBook*. Mc Graw Hill, USA.
10. Pramudono, B. (1988). *Humidifikasi dan Pengeringan*, Diktat kuliah Jurusan Teknik Kimia UNDIP.
11. Sutarti, M, Rachmawati, M. (1994). *Zeolit Tinjauan Literatur*. Pusat Dokumentasi dan Informasi Ilmiah.Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Jakarta.
12. Treyball. (1982). *Mass Transfer Operation*. Mc Graw Hill, USA.