

Karakteristik Performansi Alat Pengering Indirect Passive Solar Drayer untuk Pembuatan Simplisia Biofarmaka

Fakhrina Fahma^{*1)}, Ilham Priyaditama²⁾, dan Fatma Fitriana Sakina¹⁾

¹⁾Laboratorium Sistem Kualitas, Jurusan Teknik Industri, Universitas Sebelas Maret
Jl. Ir. Sutami 36A, Surakarta 57126, Indonesia

²⁾Laboratorium Perancangan & Pengembangan Produk, Jurusan Teknik Industri FT UNS
Jl. Ir. Sutami 36A, Surakarta 57126, Indonesia

Abstract

The experiment has a purpose to observe performance of indirect passive solar dryer, so that it can raise the effectivity of drying process without decreasing the nutrition of biopharmaca rhizome. This observation using a fresh turmeric rhizome as an experiment matter. Each process using 2 kg turmeric rhizome. Turmeric rhizome cut alongside for about 3-5 mm. The design of this experiment using a factorial design with two influential factors which is can be control, that is the size of inlet hole and exhaust. Response of this experiment show by moisturising level from turmeric rhizome. The measuring of moisturizing level in each treatment are doing every 8 hours. The sample of turmeric rhizome are take for 3 sample. The trial result show that the temperature of dryer equipment is reached for 53.5 celcius. Moreover, the rate air flow for about 1,02 m/s in inlet hole and 0,43 m/s in exhaust hole. There are significant difference between inlet and exhaust level, moreover there is an interaction between inlet and exhaust hole to decline moisturizing level of simplisia turmeric. The optimal setting of this dryer equipment can be obtain with some action of closing the inlet hole for about $\frac{3}{4}$ and exhaust hole for about $\frac{1}{2}$ from its part. The position of the rack didn't influence the rate of decrease water content.

Keywords: Solar dryer, Biopharmaca, Annova.

1. Pendahuluan

Biofarmaka merupakan sediaan dari bahan alam (nabati maupun hewani) yang mempunyai efek farmakologis, untuk makanan atau minuman, suplemen makanan, kosmetik, maupun obat. Produk biofarmaka semakin populer dan luas digunakan karena menawarkan banyak alternatif dan lebih terjangkau dibandingkan obat-obat sintesis atau farmasi.

Jawa Tengah merupakan wilayah penghasil biofarmaka terbesar di Indonesia dengan menyuplai 50% kebutuhan nasional. Dari sejumlah wilayah di Jawa Tengah, kabupaten Karanganyar merupakan sentra produksi biofarmaka terbesar. Luas areal penanaman biofarmakanya mencapai ± 270 hektar berada di daerah lereng gunung Lawu yang sangat subur. Terdapat 10 kelompok tani biofarmaka yang menghimpun 400 petani dengan jumlah produksi mencapai 1.390.700 kg per tahun (Balitbang Propinsi Jateng, 2010). Di tingkat petani, produk biofarmaka dijual dalam bentuk rimpang, simplisia, dan serbuk. Harga rimpang biofarmaka tetap pada kisaran yang sangat rendah (terlebih pada saat panen), sehingga menjual hasil panen dalam bentuk rimpang menjadi tidak menguntungkan. Selain masalah klasik ini, bentuk rimpang memiliki risiko degradasi mutu akibat penyimpanan yang akan semakin menurunkan nilai jualnya. Untuk meningkatkan nilai tambahnya, petani biofarmaka di Kabupaten Karanganyar mencoba mengolah rimpang menjadi simplisia karena harga jual simplisia relatif lebih baik.

*Correspondance : fakhrina09@gmail.com

Pengolahan simplisia oleh petani biofarmaka di Karanganyar masih dilakukan dengan teknologi yang sangat sederhana. Proses pengeringan masih dilakukan dengan cara konvensional yaitu dengan menjemur rimpang yang telah dipotong tipis dibawah matahari secara langsung. Sinar matahari merupakan sumber energi yang paling diminati oleh petani karena tersedia melimpah dan biaya rendah. Sejak tahun 2011, petani biofarmaka melalui klaster biofarmaka telah mendapatkan bantuan peralatan dari pemerintah, berupa oven pengering (*dehydrator*). Namun alat tersebut tidak digunakan karena terkendala oleh biaya. Alat pengering tersebut didesain berkemampuan tinggi dengan menggunakan energi listrik yang besar, bahkan melebihi daya maksimal meskipun telah digunakan unit pembangkit daya tersendiri (Fahma dkk, 2013)

Pada tahun 2013 melalui kegiatan pengabdian pada masyarakat, telah berhasil diinisiasi pembuatan prototype teknologi tepat guna bagi petani biofarmaka berupa alat pengering *indirect passive solar dryer*. Alat tersebut dirancang menggunakan sinar matahari yang memiliki efektivitas pengeringan tinggi dan masih bekerja baik di cuaca berawan. Desain alat ini adalah sebuah box tertutup berteknologi rumah kaca (*green house technology*) yang akan mengijinkan radiasi sinar matahari masuk ke dalam tetapi tidak membiarkannya lepas kembali begitu saja. Bagian atas yang menghadap sinar matahari terbuat dari bahan transparan, di bawahnya terdapat material dengan tingkat emisivitas rendah yang akan menahan energi radiasi dengan meminimasi pantulan cahaya. Box sendiri terbuat dari bahan yang bersifat insulatif sehingga dapat menahan panas untuk tidak keluar dari box. Modus pemanasan yang dominan pada pengeringan simplisia adalah melalui konveksi dan konduksi karena radiasi sinar matahari langsung akan merusak nutrisi dalam simplisia. Aliran udara panas akan masuk melalui lubang inlet. Simplisia akan diletakkan di atas penyangga (rak berjumlah 4) dari bahan kasa stainless yang bersih sehingga tidak menimbulkan kontaminasi. Sebagai saluran keluar bagi uap air (exhaust) dirancang sistem ventilasi yang dapat diatur lebar bukaannya. Lubang inlet dan exhaust dapat diatur sedemikian rupa sehingga dapat menghasilkan kondisi optimal dalam pengeringan simplisia (Fahma dkk, 2013). Alat pengering *indirect passive solar dryer* disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Alat Pengering *Indirect Pasive Solar drayer*

Alat pengering yang dirancang harus memenuhi persyaratan sebagai alat pengering bahan pangan agar tidak merusak nutrisi yang terkandung didalamnya. Suhu alat pengering harus kurang dari 80°C agar nutrisi tidak rusak. Namun demikian pemanasan harus berjalan efektif dan efisien. Dalam teknologi pasive solar dryer, terdapat dua faktor yang mempengaruhi

pengeringan yaitu faktor eksternal (intensitas sinar matahari, kecepatan angin, temperatur, kelembaban lingkungan) dan faktor internal (lubang inlet dan exhaust) (Sharma, et al, 1995). Dari kedua faktor tersebut yang dapat dikendalikan adalah faktor internal. Sehingga faktor ini yang kemudian digunakan sebagai variabel penelitian.

Bertitik tolak dari hal-hal tersebut diatas maka diperlukan pengujian alat untuk mengetahui performansi alat pengering *indirect passive solar dryer*, sehingga dapat meningkatkan efektifitas pengeringan tanpa merusak kandungan nutrisi/farmakologi rimpang biofarmaka. Secara umum pengujian performansi alat meliputi : (1). Bagaimana pola peningkatan suhu selama alat beroperasi, (2). Bagaimana setting optimal lubang inlet & exhaust agar proses pengeringan memberikan hasil penurunan kadar air yang maksimal (3). Bagaimana karakteristik proses pengeringan jika *indirect passive solar dryer* pada setting optimal ?

2. Metodologi Penelitian

2.1 Pengujian Alat untuk menentukan pola peningkatan suhu alat pengering.

Pengujian dilakukan untuk mengetahui temperatur maksimal yang dihasilkan oleh alat pengering. Uji coba alat dilakukan mulai pada jam 07.00 – 15.00. Pada setiap jam dilakukan pengukuran temperatur, kelembaban dan laju aliran udara. Pengukuran pertama dilakukan setelah satu jam alat di running.

2.2 Pengujian Alat untuk menentukan Setting Optimal

Penelitian ini menggunakan rimpang kunyit segar sebagai bahan eksperimen. Setiap perlakuan menggunakan 2 kg rimpang kunyit, untuk setiap rak masing-masing diisi setengah kilogram. Rimpang kunyit dipotong membujur dengan ketebalan 3-5 mm. Pelaksanaan eksperimen ini menggunakan dua faktor berpengaruh yang dapat dikontrol yaitu besar lubang inlet dan exhaust. Eksperimen dilakukan dengan 16 perlakuan dari dua faktor, dengan masing-masing faktor memiliki empat level. Level-level untuk faktor besar lubang inlet sama dengan level-level dari faktor besar lubang exhaust. Level-level tersebut antara lain level 1 untuk perlakuan lubang inlet tidak ditutup, level 2 untuk perlakuan $\frac{1}{4}$ bagian penutupan lubang inlet, level 2 untuk perlakuan $\frac{1}{2}$ bagian penutupan lubang inlet, level 2 untuk perlakuan $\frac{3}{4}$ bagian penutupan lubang inlet. Lubang inlet dan exhaust yang diatur bukaannya (level) disajikan pada Gambar 2. Respon eksperimen ini adalah kadar air rimpang kunyit. Pengukuran kadar air di setiap treatment dilakukan setiap jam selama 8 jam. Sampel rimpang kunyit yang diambil sebanyak tiga sampel. Selain itu juga dilakukan pengukuran kondisi pengeringan, antara lain temperatur setiap rak, kelembaban dalam chamber, kecepatan angin yang masuk melalui inlet, dan temperatur luar alat pengering (temperatur lingkungan).

Pengujian ANOVA menggunakan software SPSS 20 dilakukan terhadap penurunan kadar air untuk mengetahui apakah faktor besar lubang inlet dan exhaust berpengaruh signifikan terhadap variabel respon tersebut. Menurut Montgomery (2001), model matematik untuk variabel respon pada desain faktorial ini adalah :

$$Y_{ijk} = \mu + I_i + E_j + IE_{ij} + \varepsilon_{k(ij)} \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan :

Y_{ijk} = variabel respon

I_i = faktor besar lubang *inlet*

E_j = faktor besar lubang *exhaust*

IE_{ij} = interaksi faktor I dan faktor E

$\varepsilon_k(ij)$ = error

i = jumlah faktor besar lubang *inlet* (I), $i = 1, 2, 3, 4$

j = jumlah faktor besar lubang *exhaust* (E), $j = 1, 2, 3, 4$

k = jumlah replikasi $k = 1, 2, 3$

Selanjutnya pengujian ANOVA juga dilakukan terhadap penurunan kadar air untuk mengetahui apakah faktor posisi rak berpengaruh signifikan terhadap variabel respon.



Gambar 2. Lubang inlet dan Exhaust

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Hasil Pengujian Awal

Pengujian awal prototipe alat pengering dilakukan untuk mengetahui temperatur, kelembaban dan laju aliran udara yang akan digunakan sebagai data awal untuk melakukan uji eksperimen. Masing-masing dilakukan dengan tiga kali replikasi. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 1. Dari hasil pengujian pada Tabel 1 dapat diketahui rata-rata temperatur alat pengering mencapai 53.5 derajat celsius. Hal ini sesuai dengan standar Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat (BALITRO) dimana pengeringan harus dilakukan dibawah suhu 80°C untuk menghindari rusaknya kandungan nutrisi. Sedangkan laju aliran udara pengujian diatas memiliki rata – rata sebesar 1,02 m/s pada lubang inlet dan 0.43 m/s pada lubang exhaust.

3.2 Penentuan Setting Optimal *Indirect Pasif Solar Drayer*

Hipotesis umum yang diajukan pada pengujian ini adalah terdapat perbedaan yang signifikan antar faktor maupun level dalam setiap faktor yang diteliti. Hipotesis umum ini disebut sebagai hipotesis satu (H1). Dengan hipotesis sebagai berikut :

H01 : $\sigma_I^2 = 0$ (Perbedaan besar lubang inlet tidak menimbulkan pengaruh yang signifikan terhadap kecepatan pengeringan simplisia).

H02 : $\sigma_E^2 = 0$ (Perbedaan besar lubang exhaust tidak menimbulkan pengaruh yang signifikan terhadap kecepatan pengeringan simplisia).

H03 : $\sigma_{IE}^2 = 0$ (Perbedaan interaksi besar lubang inlet dan besar lubang exhaust tidak menimbulkan pengaruh yang signifikan terhadap kecepatan pengeringan simplisia).

Tabel 1. Hasil Pengujian Alat Pengering *Indirect Pasive Solar Drayer*

No	Jam	Temperatur (°C)			Kelembaban (%)		
		1	2	3	1	2	3
1	08.00	33	35	36	55	55	55
2	09.00	35	47	47	47	50	51
3	10.00	54	56	56	41	41	43
4	11.00	62	59	58	37	31	35
5	12.00	64	61	62	28	32	32
6	13.00	61	62	63	30	31	29
7.	14.00	55	57	57	33	33	32
8.	15.00	53	56	55	35	35	35
Rata-rata		53.5			38.6		

Pengujian variansi menggunakan selang kepercayaan 95%. Pengolahan data menggunakan software SPSS 20 menggunakan metode *two way anova*, yang menghasilkan nilai *df*, Sum of Square (SS), Mean Square (MS), dan F hitung yang disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. ANOVA kadar air

Sumber	df	SS	MS	Fhitung	Ftabel	Kesimpulan
Inlet (A)	3	4190.324	1396.775	4.854	2.6116	Tolak H ₀ : Ada perbedaan
Exhaust (B)	3	19302.425	6434.142	22.361	2.6116	Tolak H ₀ : Ada perbedaan
Inlet*Exhaust (AB)	9	20169.114	2241.013	7.788	1.88692	Tolak H ₀ : Ada perbedaan
Eror	1328	382116.869	287.739			
Total	1344	878209				

Sementara, F tabel diperoleh dari tabel distribusi F dengan $df_1 = 3$ untuk A dan B, $df_2 = 1328$ dan $\alpha = 0,05$, menggunakan fungsi pada Ms. Excel. Jika $f_{hitung} > f_{tabel}$, maka H₀ ditolak yang berarti terdapat perbedaan yang signifikan diantara level-level pada faktor tersebut. Dari Tabel 2, dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan diantara level-level pada faktor inlet dan exhaust serta interaksi inlet dan exhaust. Uji Student Newman-Keuls (SNK) terhadap faktor besar lubang inlet, dilakukan untuk menunjukkan bahwa pengaruh besar lubang inlet terhadap penurunan kadar air simplisia kunyit berbeda secara signifikan untuk setiap level yang diuji. Pengolahan data menggunakan software SPSS 20. Hasil perhitungan ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Uji SNK Inlet

Inlet	N	Subset	
		1	2
Student-	1.00	336	15.458
Newman-	2.00	336	18.586
Keuls ^{a,b}	3.00	336	19.146
	4.00	336	20.199
Sig.		1.000	0.434

Dari Tabel 3 menunjukkan bahwa level 1 yaitu lubang tidak ditutup dari faktor besar lubang inlet berbeda secara signifikan dengan level 2 (lubang ditutup $\frac{1}{4}$), level 3 (lubang ditutup $\frac{1}{2}$), dan level 4 (lubang ditutup $\frac{3}{4}$). Sedangkan level 2, level 3 dan level 4 tidak berbeda secara

signifikan. Level terbaik yaitu level yang mempunyai penurunan kadar air paling tinggi yaitu level 4 dengan perlakuan penutupan lubang sebesar $\frac{3}{4}$ bagian.

Uji Student Newman-Keuls (SNK) terhadap faktor besar lubang exhaust, dilakukan untuk menunjukkan bahwa pengaruh besar lubang exhaust terhadap penurunan kadar air simplisia kunyit berbeda secara signifikan untuk setiap level yang diuji. Pengolahan data menggunakan software SPSS 20. Hasil perhitungan ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Uji SNK Exhaust

Exhaust	N	Subset		
		1	2	3
Student- Newman-Keuls ^{a,b}	4.00	336	13.476	
	1.00	336	17.866	
	2.00	336	17.929	
	3.00	336		24.119
	Sig.		1.000	0.962
				1.000

Dari tabel 4. menunjukkan bahwa level 4 yaitu lubang ditutup $\frac{3}{4}$ dari faktor besar lubang exhaust berbeda secara signifikan dengan level 2 (lubang ditutup $\frac{1}{4}$), level 3 (lubang ditutup $\frac{1}{2}$), dan level 1 (lubang tidak ditutup). Sedangkan level 1 dan level 2 tidak berbeda secara signifikan. Sedangkan level 4 berbeda secara signifikan dengan level 1 dan level 2. Level terbaik yaitu level yang mempunyai penurunan kadar air paling tinggi yaitu level 3 dengan perlakuan penutupan lubang sebesar $\frac{1}{2}$ bagian. Selanjutnya, pengujian ANOVA dilakukan terhadap penurunan kadar air untuk mengetahui apakah faktor posisi rak berpengaruh signifikan terhadap variabel respon tersebut. Hipotesis umum yang diajukan adalah ada perbedaan yang signifikan antar faktor maupun level dalam setiap faktor yang diteliti. Hipotesis umum ini disebut sebagai hipotesis satu (H1). Dengan hipotesis sebagai berikut:

H02 : $\sigma_{\tau}^2 = 0$ (Perbedaan posisi rak tidak menimbulkan pengaruh yang signifikan terhadap kecepatan pengeringan simplisia).

Pengujian variansi pada data menggunakan selang kepercayaan 95%. Pengolahan data menggunakan software SPSS 20 menggunakan metode two way anova, yang menghasilkan nilai df, Sum of Square (SS), Mean Square (MS), dan F hitung yang disajikan pada tabel 5. Dari perhitungan setiap treatment hanya ada 6 treatment yang menunjukkan adanya perbedaan kecepatan penurunan kadar air pada setiap rak. Sedangkan 10 treatment lainnya menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan laju penurunan kadar air pada setiap rak. Sehingga kesimpulannya posisi rak tidak mempengaruhi perbedaan laju penurunan kadar air.

3.2. Performansi Alat Pengering pada kondisi setting Optimal

Hasil eksperimen menunjukkan dengan setting optimum dan kapasitas penuh dapat mengeringkan rimpang kunyit dengan standar pengeringan mencapai maksimal 10 % selama 4 hari. Rata-rata penurunan kadar air per hari yaitu 17,2 %. Grafik penurunan kadar air untuk rata-rata setiap rak ditunjukkan pada Gambar 3.

Tabel 5. Anova posisi rak

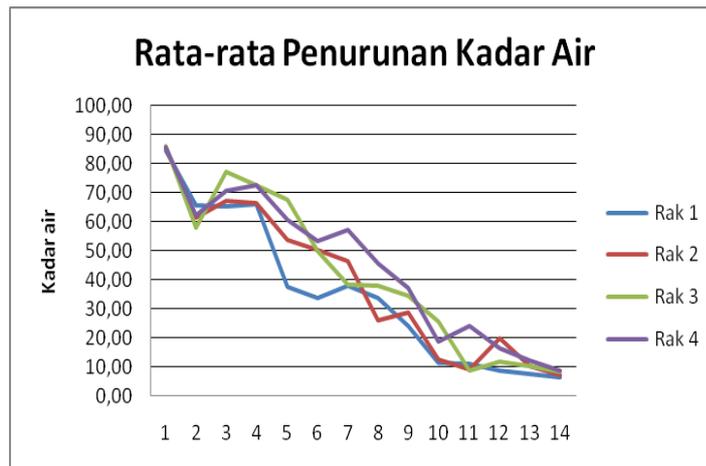
No	Treatment		df	SS	df error	SS error	MS error	MS	Fhit	Ftab	Kesimpulan
	Inlet	Exhaust									
1	0	0	3	1304	80	12264	153.30	434.68	2.84	2.72	Tolak H0 : Ada perbedaan
2	1/4	0	3	1774.95	80	21607	270.09	591.65	2.19	2.72	Terima H0
3	1/2	0	3	247	80	19688	246.10	82.17	0.33	2.72	Terima H0
4	3/4	0	3	247	80	31740	396.75	82.17	0.21	2.72	Terima H0
5	0	1/4	3	1931.81	80	11723	146.53	643.94	4.39	2.72	Tolak H0 : Ada perbedaan
6	1/4	1/4	3	2605	80	18452	230.65	868.33	3.76	2.72	Tolak H0 : Ada perbedaan
7	1/2	1/4	3	280	80	25940	324.25	93.44	0.29	2.72	Terima H0
8	3/4	1/4	3	1570.32	80	26009.43	325.12	523.44	1.61	2.72	Terima H0
9	0	1/2	3	2431.90	80	24873.90	310.92	810.63	2.61	2.72	Terima H0
10	1/4	1/2	3	280.32	80	25940.38	324.25	93.44	0.29	2.72	Terima H0
11	1/2	1/2	3	313.29	80	23094.95	288.69	104.43	0.36	2.72	Terima H0
12	3/4	1/2	3	572.51	80	31338.48	391.73	190.84	0.49	2.72	Terima H0
13	0	3/4	3	1450.702	80	34343.048	429.29	483.57	1.13	2.72	Terima H0
14	1/4	3/4	3	3197.190	80	19796.762	247.46	1065.73	4.31	2.72	Tolak H0 : Ada perbedaan
15	1/2	3/4	3	3593.381	80	22792.286	284.90	1197.79	4.20	2.72	Tolak H0 : Ada perbedaan
16	3/4	3/4	3	1658.988	80	8442.000	105.53	553.00	5.24	2.72	Tolak H0 : Ada perbedaan

Dari Gambar 3 tersebut diketahui penurunan kadar air rata-rata fluktuatif. Hal ini terjadi karena pengambilan simplisia hasil pengeringan dilakukan secara acak, sehingga terjadi perbedaan penurunan pengeringan antara simplisia yang satu dengan yang lainnya. Grafik tersebut juga menunjukkan pengeringan paling cepat terjadi pada rak 1, yaitu rak paling bawah. Sedangkan pengeringan paling lambat terjadi pada rak 4, yaitu rak paling atas. Namun perbedaannya tidak signifikan.

4. Kesimpulan dan Saran

4.1 Kesimpulan

1. Rata-rata temperatur alat pengering mencapai 53.5 derajat celcius. Sedangkan laju aliran udara pengujian diatas memiliki rata – rata sebesar 1,02 m/s pada lubang inlet dan 0.43 m/s pada lubang exhaust.
2. Terdapat perbedaan yang signifikan diantara level-level pada faktor inlet dan exhaust serta interaksi inlet dan exhaust terhadap penurunan kadar air simplisia. Setting optimal diperoleh dengan perlakuan penutupan lubang inlet sebesar $\frac{3}{4}$ bagian dan lubang exhaust sebesar $\frac{1}{2}$ bagian.
3. Posisi rak tidak mempengaruhi laju penurunan kadar air simplisia biofarmaka.



Gambar 3. Grafik Tren kadar air pada proses pengeringan simplisia kunyit

4.2 Saran

Dari sisi operasional alat pengering *indirect passive solar dryer* perlu dilakukan perbaikan alat terutama untuk mengakomodasi modifikasi lubang inlet dan exhaust sehingga dapat diatur buka-tutup sesuai dengan setting yang diinginkan. Sedangkan dari sisi metodologi perlu kajian yang lebih mendalam terkait dengan interaksi antar faktor yaitu lubang inlet dan exhaust pengaruhnya terhadap penurunan kadar air simplisia.

Daftar Pustaka

- Badan Penelitian dan Pengembangan Propinsi Jawa Tengah. 2010. Laporan Kajian Strategis Identifikasi Potensi dan Prospek Pengembangan Klaster Biofarmaka.
- Fahma, F., Dwi Astuti, R. dan Priyaditama, I. 2013. IbM bagi Kelompok Tani Biofarmaka Sumber Rejeki I dan Ngudi Makmur I di desa Sambirejo Kabupaten Karanganyar. Laporan Akhir Program Iptek bagi Masyarakat dibiayai oleh : DP2M Dikti Kemendikbud Sesuai dengan Surat Perjanjian Pelaksanaan Penugasan Program Pengabdian kepada Masyarakat Nomor : 025/SP2H/KPM/DIT.LITABMAS/V/2013.
- Montgomery, Douglas C. 2001. Design and Analysis of Experiments-Fifth Edition. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Sharma, V.K., Colengelo, A. And Spagna, G. 1995. Experimental Investigation of Different Solar Dryer, Suitable for Fruit and vegetable Dryeing. Journal Renewable Energy. Vol 6