

RANCANG BANGUN MESIN PENGERINGAN BUNGA ROSELLA DENGAN METODE PREKONDENSASI UDARA

Zainudin, Safei, Tri Widagdo^{*)}

^{*)} Staf Pengajar Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Sriwijaya
Jl. Sriwijaya Negara Bukit Besar Palembang 30139 Telp: 0711-353414 Fax: 0711-453211
E-mail: polisriwijaya.co.id

Abstrak

Motivasi dari penelitian ini adalah untuk memberikan informasi kepada masyarakat akan pentingnya mengkonsumsi makanan obat tradisional yang bermanfaat untuk menjaga kesehatan, dengan dampak negatif yang rendah. Obyek penelitian adalah bunga Rosella (*Hibiscus Sabdariffa*, Sp). Berasal dari tumbuhan perdu yang banyak tumbuh di sebagian besar wilayah Indonesia. Tujuan penelitian adalah untuk menentukan korelasi dari variabel-variabel yang berkaitan dengan proses pengeringan bunga Rosella. Metode yang diterapkan adalah kaji eksperimen terhadap sebuah mesin pengering. Kegiatan dimulai dengan rancang bangun mesin, dilanjutkan dengan pengujian kinerja. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium M&R Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Sriwijaya. Variabel utama penelitian adalah Prosentase kekeringan (ϕ , %), temperatur UDARA pengeringan (T) serta waktu pengeringan (t)

- Pada $T = 500C$, menghasilkan $t = 10$ jam, prosentase kekeringan, $\phi = 10,2\%$
- Pada $T = 600C$, menghasilkan $t = 9$ jam, prosentase kekeringan, $\phi = 9,8\%$
- Pada $T = 700C$, menghasilkan $t = 6$ jam, prosentase kekeringan, $\phi = 9,6\%$

Adapun data yang dipakai sebagai pebanding adalah pada proses pengeringan konvensional melalui penjemuran, antara lain.

- Lama pengeringan 3 hari, jika cuaca cerah
- Prosentase kekeringan bunga Rosella minimum 12 %

Kata kunci: Obat tradisional, anti oksidan, prekondensasi udara

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Rosella (*Hibiscus Sabdariffa*) adalah tumbuhan perdu yang memiliki habitat daerah tropis dengan kondisi tanah yang lembab. Dari hasil pemeriksaan laboratorium, kelopak bunga Rosella memiliki banyak kandungan zat-zat bermanfaat. Zat-zat tersebut dikelompokkan sebagai anti oksidan serta beberapa zat lain yang bermanfaat untuk memperlancar proses metabolisme tubuh manusia. Pohon bunga Rosella memiliki usia produktif antara 5 bulan sampai 2 tahun setelah itu bunga akan mati. Sistem regenerasi pohon Rosella melalui penyebaran biji. Rosella dikonsumsi pada bagian kelopak (mahkota) bunga yang berwarna merah. Pada kelopak bunga Rosella tersebut memiliki beberapa zat anti oksidan (Hutagalung A, 1997) yang berfungsi untuk mengobati beberapa penyakit pada manusia, seperti: tumor, kanker, diabetes, penurunan fungsi hati serta untuk mengatur tekanan darah.



Gambar 1 : Pohon Rosella

Di beberapa daerah di Indonesia, bunga Rosella sudah sejak lama dikenal dengan nama yang berbeda dari satu daerah ke daerah lainnya. Secara tradisional, dari rasanya yang asam, bunga Rosella di konsumsi sebagai campuran sayuran serta lalapan. Untuk tujuan pengawetan, hingga saat ini kelopak bunga

Rosella di jemur pada terik matahari. Hasilnya adalah kelopak bunga Rosella kering dikonsumsi dalam bentuk teh. Secara komersial teh dari bunga Rosella dapat dijumpai dalam bentuk teh seduh serta teh celup.



Gambar 2 : Produk komersial bunga Rosella

1.2 Perumusan Masalah

Dari observasi di lapangan serta diskusi dengan pemilik usaha yang bergerak pada pembudidayaan bunga Rosella, penulis berkesimpulan bahwa permasalahan yang mendesak untuk dipecahkan adalah berkaitan dengan proses produksi, dimana mekanisme pengeringan bunga Rosella dilakukan secara manual atau melalui penjemuran di lahan terbuka. Proses tersebut dilakukan oleh seorang pekerja. Beberapa kendala yang dihadapi antara lain:

- Masalah cuaca. Jika kondisi cuaca kurang baik, misalnya berawan atau hujan maka proses pengeringan tidak dapat dilaksanakan. Sedangkan waktu penyimpanan maksimum yang diizinkan adalah 3 hari.
- Penggunaan udara terbuka sebagai media pengeringan dipandang kurang baik, karena udara sering mengandung debu atau kotor.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Pengeringan didefinisikan sebagai proses penurunan kandungan air dari produk yang dikeringkan, dalam hal ini bunga Rosella segar. Untuk proses pengeringan yang menggunakan udara, maka korelasi yang tepat untuk menganalisis fenomena ini adalah hukum Fick's sebagaimana terlihat pada gambar berikut. Penurunan kandungan air dari benda basah ditunjukkan oleh kenaikan

kandungan air dari udara pengeringan (Slaterry, 1990) yang diformulasikan :

$$d\rho = D \cdot dA (\rho_1 - \rho_2) \quad \dots\dots\dots (1)$$

dimana:

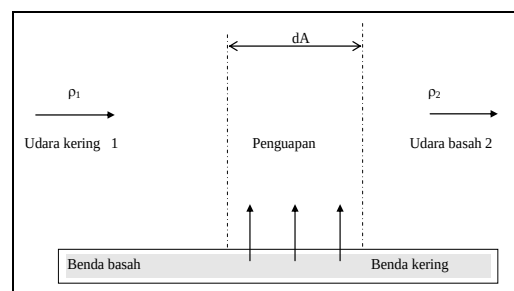
$d\rho$: perubahan konsentrasi air dalam udara (kg air/kg udara)

D : Konstanta proporsionalitas perpindahan massa

dA : Elemen luas penampang sebagai basis analisis

ρ_1 : Konsentrasi udara basah (kg air/kg udara)

ρ_2 : Konsentrasi udara kering (kg air/kg udara)



Gambar 3 : Mekanisme pengeringan dengan udara

Secara Psikrometrik proses tersebut terjadi secara alami dan mengacu pada proses pelembaban adiabatik (Stoecker C, 1998) sehingga kondisi udara tidak mengalami perubahan temperatur bola basah (*iso Wet-bulb Temperature*). Direncanakan pemanasan udara pengeringan menggunakan elemen nikelin dengan spesifikasi teknik JIS-40976 grade b3 yang diopersikan menggunakan sumber tegangan AC 220 V. Sedangkan blower yang digunakan dari jenis *Mix flow* standar P/T-1307 R dengan kapasitas 0,5 m³ udara per menit. Dengan asumsi suhu udara masuk Koil pemanas 29°C dan keluar koil pemanas 70°C, maka daya listrik total untuk proses pengeringan konstan sekitar 350 Watt (akan diperiksa kembali pada pengujian mesin). Untuk menjamin kualitas udara pengeringan maka dua variabel pengeringan, yaitu temperatur dan kecepatan akan dikendalikan menggunakan metode *Feed back Controller* (Widagdo T dan Rasid M, 2002). Pada penelitian ini kelembaban relatif udara pengeringan dihasilkan oleh dua proses, yaitu:

- Prekondensasi dengan tujuan untuk menurunkan kelembaban mutlak
- *Heating*, yaitu menaikkan suhu udara serta mensirkulasikan di dalam kabin mesin pengering.

Prosentase kekeringan bunga Rosella dinotasikan dengan huruf ϕ , diformulasikan sebagai:

$$\phi = \frac{m_i}{m_1} \times 100\%$$

(2)

Dimana,

m_i : massa akhir bunga Rosella setelah pengeringan

m_1 : massa awal bunga Rosella.

3. TUJUAN DAN MANFAAT

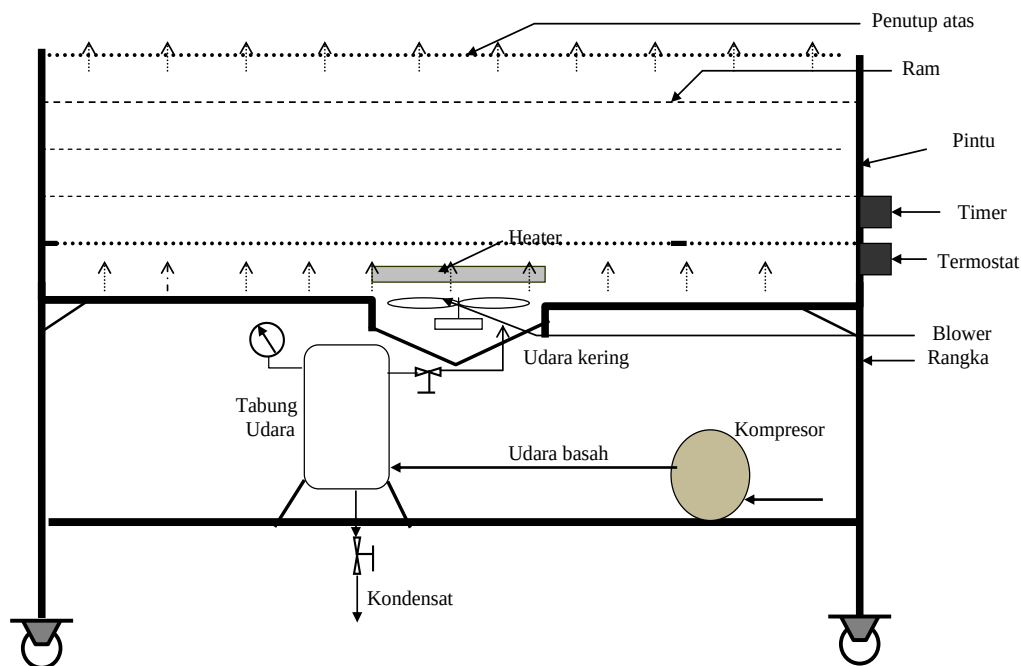
3.1 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan model mesin pengering bunga Rosella skala laboratorium. Selanjutnya mesin akan diuji dengan tujuan untuk mendapatkan korelasi matematik (formula

Empirik) yang melibatkan variabel-variabel yang terlibat dalam proses pengeringan. Variabel-variabel yang ditetapkan pada penelitian ini antara lain:

- Kecepatan aliran udara
- Temperatur udara pengeringan
- Massa bunga Rosella yang dikeringkan
- Waktu (durasi) pengeringan
- Daya listrik yang diperlukan

Kualitas hasil pengujian akan diperiksa dengan metode perbandingan. Artinya kualitas pengeringan buatan dibandingkan dengan pengeringan konvensional dengan sistem penjemuran. Gambar berikut menyajikan skema model mesin pengering bunga Rosella yang diusulkan dengan kapasitas produksi pengeringan maksimum 5 kg bunga Rosella basah



Gambar 4 : Konstruksi mesin pengering yang dirancang

3.2 Manfaat Penelitian

Hasil rancang bangun perangkat kompor hemat energi pada kegiatan penelitian ini akan banyak memberikan manfaat dalam bentuk kontribusi bagi masyarakat. Mesin bersifat *portable* (mudah dipindahkan dalam waktu yang cepat), *lockdown* (mudah dibongkar pasang) serta dilengkapi sistem keamanan baik bagi operator maupun komponen-komponen mesin yang terlibat.

Kontribusi hasil penelitian dalam dunia pendidikan adalah untuk mengembangkan ilmu yang berkaitan dengan penghematan pemakaian energi,

baik bagi mahasiswa maupun kalangan akademisi yang *concern* pada kelestarian lingkungan. Mesin hasil rancang bangun ini juga dapat diaktifkan sebagai paket praktikum pada Jurusan Mesin untuk Mata Kuliah Mesin Konversi Energi yang sudah diajarkan di Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Sriwijaya.

4. METODE PENELITIAN

4.1 Prosedur Penelitian

Kegiatan Penelitian ini merupakan kelanjutan dari penelitian sebelumnya yang

pernah penulis lakukan (Widagdo T dan Rasid M, 1997) yang berjudul Karakterisasi Udara untuk Tujuan Proses Pengeringan yang didanai dari DP2M melalui program Penelitian BBI. Untuk mendapatkan hasil yang maksimal, penulis telah melakukan dua kajian ilmiah, yaitu:

- a. Observasi lapangan. diperoleh data meliputi bentuk geometri mesin, ukuran mesin, sistem kerja serta portabilitas yang disepakati. Konfigurasi bunga Rosella disusun secara kaskade ke atas yang terdiri dari 15 lapisan. Mesin diletakkan pada posisi sedekat mungkin dari proses produksi berikutnya, akan tetapi ada kemungkinan dipindahkan jika terjadi kenaikan kapasitas produksi.
- b. Kajian Akademik. Kegiatan ini berkaitan dengan rancang bangun mesin pengering bunga Rosella yang didukung dengan ilmu-ilmu dasar seperti: Termodinamika Teknik, Tata Udara, Elemen Mesin, Manajemen Produksi serta K3 (Keselamatan dan Kesehatan Kerja)

Dari kedua kajian tersebut didapatkan kesimpulan, bahwa akan dilaksanakan rancang bangun satu unit mesin pengering bunga Rosella. Mesin dirancang untuk mampu memproduksi hingga kapasitas 5 kg bunga Rosella basah, dengan durasi pengeringan maksimum 8 jam.

Luaran penelitian berupa sebuah model mesin pengering yang dilengkapi dengan sistem kendali dan sistem keamanan yang memadai serta SOP (*Standars Operation Procedure*) mudah dipahami oleh operator mesin. Mesin diusahakan bersifat *Knockdown* (mudah dibongkar pasang, serta *portable* (mudah dipindah pindahkan). Untuk Mesin pengering bunga Rosella skala industri dapat mengadopsi model mesin ini untuk kapasitas yang lebih besar.

Kompetensi sumberdaya manusia yang terlibat pada kegiatan penelitian dianggap cukup untuk menyelesaikan kegiatan tepat waktu dengan hasil yang sesuai harapan. Masing masing anggota memiliki pengalaman dan kegiatan sejenis yang sudah berhasil dilaksanakan. Diagram alir dlitian yang telah dan akan dilaksanakan dapat dilihat pada gambar berikut.

4.2 Pengambilan data Penelitian

Kegiatan dimulai dengan pengujian awal serta kalibrasi alat ukur yang akan dipakai pada pengujian. Dilanjutkan dengan pengujian awal (*Comossioning*) dengan tujuan untuk melihat respon obyek penelitian

(bunga Rosella) terhadap perlakuan yang diberikan. Ketika respon menunjukkan kecenderungan membaik maka dilanjutkan dengan pengujian..

Secara garis besar prosedur pengujian adalah sebagai berikut:

- 1) Data udara luar yang akan dipakai sebagai media pengering diukur untuk mengetahui sifat-sifatnya, antara lain temperatur (suhu) serta kelembaban relatifnya.
- 2) Bunga Rosella basah ditimbang untuk mengetahui massa awalnya.
- 3) Bunga Rosella dimasukan ke dalam mesin pengering dengan susunan merta di atas ram yang sudah disediakan
- 4) Kompresor udara dihidupkan, udara mengalir ke dalam tabung. Proses di akhiri ketika tekanan udara di dalam tabung sudah mencapai 20 bar yang berarti sudah mulai terjadi kondensasi udara di dalam tabung. Kondensat yang terbentuk di dalam tabung dikeluarkan.
- 5) Udara kering dari tabung dinaikkan suhunya menggunakan *heater*, selanjutnya dialirkan ke permukaan bunga Rosella dengan mekanisme siklus tertutup dan 3 variasi kecepatan..
- 6) Setelah 1 jam proses pengeringan, bunga Rosella dikeluarkan dari mesin dan ditimbang untuk mengetahui massa akhir.
- 7) Proses 3 sampai dengan 6 dilakukan hingga bunga Rosella tidak lagi mengalami penurunan massa.

4.3 Analisis Data Penelitian

Untuk setiap perlakuan akan diambil sebanyak 5 data, selanjutnya validitas data dari populasi yang sama akan diuji keseragamannya menggunakan uji Statistik *Chi*. Jika data-data pengujian dianggap belum valid, maka akan dilakukan pengujian ulang .Selanjutnya akan dibuat kurva(grafik) dengan absis massa bunga Rosella (kg) dan ordinat dirasi pengeringan (jam). Kurva-kurva tersebut akan dibuat untuk berbagai variasi suhu serta kecepatan aliran udara. Fungsi kecenderungan serta Koefisien korelasi masing masing data akan dihitung menggunakan program komputer Excel.

Bunga Rosella dikatakan kering sempurna jika tidak ada lagi penurunan massa sejalan dengan penambahan waktu pengeringan. Selanjutnya prosentase kekeringan bunga Rosella dihitung menggunakan persamaan (2) . Sebagai data pembending akan dilakukan survey untuk mengetahui prosentase kekeringan

untuk proses pengeringan dengan matahari (penjemuran).

5. HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Hasil Penelitian

5.1.1 Realisasi Kegiatan Pengujian

Kegiatan pengujian sudah dilaksanakan di Laboratorium M&R Jurusan Teknik Mesin Polstri dengan melibatkan seluruh anggota penelitian. Beberapa hal penting sebelum melakukan pengujian, antara lain:

1. Kalibrasi alat ukur, bertujuan untuk memastikan bahwa pembacaan data akurat.
2. Pemeriksaan instalasi pengujian, meliputi: blower, kompresor, pemanas listrik dan peralatan pendukung. Kegiatan bertujuan untuk memastikan bahwa perangkat pengujian akan dapat bekerja dengan aman.
3. *Comissioning*, yaitu melakukan pengujian awal terhadap perangkat uji dengan beban lebih, dengan tujuan untuk memastikan bahwa perangkat uji akan aman ketika dilakukan pengujian pada beban normal.

Variabel-variabel yang diperhitungkan antara lain:

- Waktu pengeringan bunga Rosella, t (jam)
- Massa bunga Rosella setiap i jam pengeringan, m_i (kg), $i = 1\text{jam}, 2\text{ jam}, 3\text{ jam}, 4\text{ jam}..$

Variabel yang ditetapkan adalah:

- Temperatur udara pengeringan. Masing-masing : $T = 50^\circ\text{C}, 60^\circ\text{C}, 70^\circ\text{C}$
- Massa awal bunga Rosella. Dengan pertimbangan kapasitas ruang yang tersedia maka massa awal bunga Rosella ditetapkan sebesar, $m_1 = 5\text{ kg}$
- Kecepatan aliran udara pengering. Dengan pertimbangan faktor distribusi dan kestabilan, serta dari *comissioning*. Udara pengeringan mengalir menggunakan blower pada tingkat kecepatan 2 (medium)
- Tekanan udara kompresor ditetapkan pada harga 20 bar

Variabel yang diabaikan adalah:

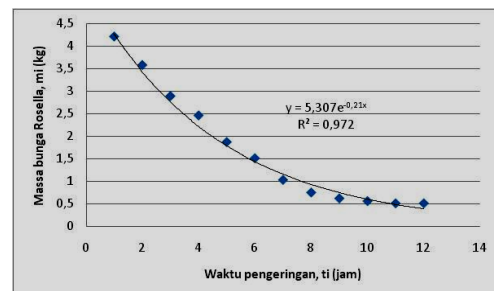
- Pengaruh Suhu udara lingkungan terhadap ruang kabin.
- Fluktuasi tekanan udara pengeringan
- Pengotor, baik pada udara pengeringan maupun bunga Rosell

Adapun prosedur Eksperimen yang sudah dilaksanakan, secara runtut adalah sebagai berikut:

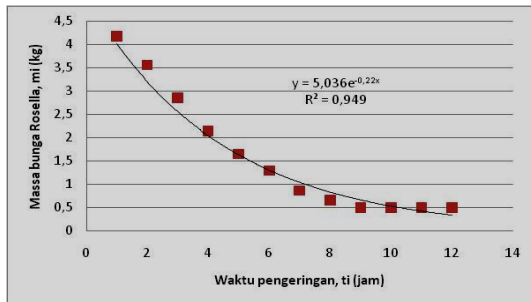
- a. Bunga Rosella ditimbang untuk massa awal, $m_1 = 5\text{ kg}$
- b. Bunga Rosella ditempatkan pada 8 tingkat rak pengering, disusun sedemikian rupa untuk memberikan distribusi udara pengering mengalir secara merata.
- c. Katup udara ditutup, kompresor dihidupkan hingga manometer menunjukkan nilai tekanan 20 bar, lalu kompresor dimatikan.
- d. Setelah sekitar 5 menit katup kondensat dibuka untuk mengeluarkan air. Setelah air habis katup kondensat ditutup kembali.
- e. Katup udara kompresor dibuka sedikit hingga seluruh udara kering masuk ke ruang pengering.
- f. Blower dihidupkan pada tingkat kecepatan medium, *heater* dihidupkan untuk temperatur rendah ($T_1 = 50^\circ\text{C}$).
- g. Waktu awal pengeringan dimulai setelah target temperatur tercapai
- h. Setelah 1 jam pengeringan blower dan *heater* dimatikan
- i. Bunga Rosella dikeluarkan dari kabin, selanjutnya ditimbang untuk mengetahui massanya.
- j. Proses b sampai i diulangi setiap 1 jam berikutnya.
- k. Akhir dari proses pengeringan dicapai jika tidak ada lagi perubahan massa bunga Rosella.
- l. Proses a sampai k dilakukan untuk variasi temperatur 60°C dan 70°C .

5.1.2 Data Hasil Pengujian

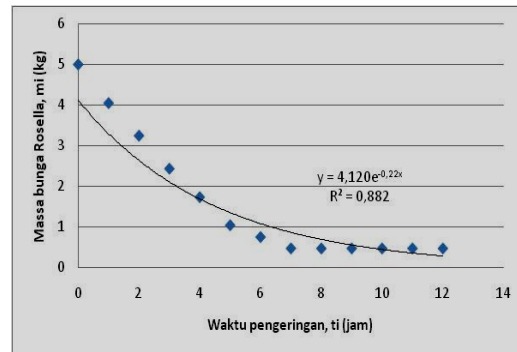
Pengujian dilakukan untuk obyek pengujian berupa bunga Rosella yang diperoleh dari perkebunan di kota Palembang. Dengan mempertimbangan kapasitas kabin pengering, maka massa awal bunga Rosella (m_1) ditetapkan sebesar 5 kg sedangkan periode penimbangan adalah setiap 1 jam. Tabel 1. berikut menyajikan data hasil pengujian yang secara statistik sudah diuji variansi dan distribusinya.



Gambar 5. Grafik pengeringan untuk $T_1 = 50^\circ\text{C}$



Gambar 6. Grafik pengeringan untuk $T_2 = 60^\circ\text{C}$



Gambar 7. Grafik pengeringan untuk $T_3 = 70^\circ\text{C}$

Pada pengeringan dengan temperatur 70°C memberikan indikasi adanya penurunan kualitas, yang ditunjukkan oleh perubahan warna bunga Rosella yang signifikan.

Tabel 1. Data pengurangan massa bunga Rosella

Temp. Udara Pengeringan, T ($^\circ\text{C}$)	Massa bunga Rosella setiap 1jam pengeringan (kg)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
50	4,21	3,58	2,89	2,46	1,87	1,51	1,03	0,75	0,62	0,56	0,51	0,51
60	4,19	3,57	2,86	2,14	1,65	1,29	0,86	0,65	0,49	0,49	0,49	0,49
70	4,05	3,25	2,44	1,74	1,05	0,76	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48

Tabel 2 . Waktu dan prosentase kekeringan bunga Rosella

Temp udara Pengeringan, T ($^\circ\text{C}$)	Durasi pengeringan, t_i (jam)	Massa akhir bunga Rosella, m_i (kg)	Prosentase kekeringan, ϕ (%)
50	10	0,51	10,2
60	9	0,49	9,8
70	6	0,48	9,6

5.2 Pembahasan

Dari tabel 2 diperoleh informasi bahwa proses pengeringan dengan metode yang dikembangkan berjalan sesuai dengan yang dikendaki. Perubahan massa bunga Rosella, signifikan dipengaruhi oleh: waktu dan temperatur udara pengeringan.

Dari grafik pengeringan. Penurunan kandungan air bunga Rosella bersifat Asimptotik. Dengan pendekatan statistik diperoleh korelasi matematik dalam bentuk fungsi eksponen yang melibatkan variabel waktu dan massa.

Dari tabel 3 disajikan data-data utama karakter mesin pengering yang diperuntukkan bagi bunga Rosella. Sebagai data pembandingan, dari hasil survey di beberapa industri rumah tangga yang memproduksi teh Rosella diperoleh data-data:

- Prosentase kekeringan rata-rata: 12 %

- Waktu pengeringan, untuk kondisi cuaca cerah dan penjemuran selama 7 jam per hari, rata-rata adalah 3 hari

6. KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Luaran penelitian telah sesuai dengan yang diharapkan. Penelitian ini bersifat Induktif, yaitu melakukan eksperimen terhadap obyek penelitian, baik dalam bentuk Kuantitatif. Kegiatan dimulai dengan studi lapangan untuk mengkonsumsi makanan obat tradisional. Kegiatan dilanjutkan dengan rancang bangun perangkat mesin pengering bunga Rosella. Data-data pendukung dari literatur sangat membantu untuk mengatasi masalah dan kendala yang dijumpai. Data-data eksperimen serta korelasi dari variabel-variabel penelitian dapat dijadikan rujukan

(referensi) kepada pihak terkait jika tertarik menggunakan teknologi yang dikembangkan pada penelitian ini.

Mesin pengering yang dibuat dapat beroperasi, tanpa dipengaruhi kondisi cuaca. Data-data utama yang dihasilkan dari proses eksperimen terhadap mesin pengering yang dikembangkan, dengan obyek penekitian 10 kg bunga Rosella segar adalah :

- Pada temperatur udara pengeringan 500C, waktu pengeringan 10 jam, prosentase kekeringan 10,2%
- Pada temperatur udara pengeringan 600C, waktu pengeringan 9 jam, prosentase kekeringan 9,8 %
- Pada temperatur udara pengeringan 700C, waktu pengeringan 6 jam, prosentase kekeringan 9,6 %

Adapun data yang dipakai sebagai pebending adalah pada proses pengeringan konvensional melalui penjemuran, antara lain.

- Lama pengeringan 3 hari, jika cuaca cerah
- Prosentase kekriangan bunga Rosella minimum 12 %

6.2 Saran

Berkaitan dengan luaran kegiatan penelitian yang sudah dihasilkan, maka penulis memberikan saran kepada pihak-pihak, antara lain:

- a. Para peneliti. Jika hendak meningkatkan kapasitas produksi, dapat mengembangkannya sendiri untuk ukuran dan daya mesin yang lebih besar.
- b. Prototipe mesin pengering dapat diadopsi oleh masyarakat atupun industri rumah tangga.

DAFTAR PUSTAKA

1. Bird F, 1980., Transport Phenomena, 3th edition, Mc Graw-Hill book Co.
2. Fox, G,(1987), Fundamenthal Fluid Mechanics, 4th edition, Mc Graw-Hill Book Company, Toronto.
3. Kent's, 1998, Mechanical Engineers' Handbokk, Design and Production Volume, John Willey & Sons, Inc
4. Niemenms G., 2000, Machine Element, 4 th Edition, Mc Graw-Hill book Co.
5. Reynold C and Perkins alih bahasa Harahap P., 1992, Termodinamika Teknik., Edisi 4, Pradnya Pramita, Jakarta
6. Stoecker P and Lowrey S., 1996, Refrigeration and Air Condintioning, 5th edition, John Willey and Son's Publisher
7. Widagdo T dan Rasid M., 1997, 'Karakterisasi Udara untuk Tujuan Optimasi pada Proses Pengeringan', Majalah TEKNIKA, Penerbit UPPM Polsri

DOKUMENTASI PENELITIAN



Foto Mesin Pengering Bunga Rosella