

# **PENINGKATAN KUALITAS PRODUK DAN EFISIENSI ENERGI PADA ALAT PENGERINGAN DAUN SELEDRI BERBASIS KONTROL SUHU DAN *HUMIDITY* UDARA**

---

Ulfah Mediaty Arief, Agus Suryanto, Saptriana Suryanto

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas. Teknik, Universitas Negeri Semarang  
Email:ulfaharief@yahoo.com, agusku@yahoo.com

Abstrak. Seledri (*Celery Apium gravoelens*, Linn) adalah tumbuhan herbal yang banyak dihasilkan dari perkebunan rakyat. Permasalahan utama yang dihadapi oleh petani seledri adalah pada saat panen yang melimpah terjadi penurunan nilai jual dari sayuran seledri, sehingga diperlukan teknologi pengeringan yang berguna untuk menjaga kestabilan produk seledri sampai siap untuk dikonsumsi. Teknologi pengeringan suhu rendah adalah teknik pengeringan yang paling sesuai untuk sayuran seledri, karena dapat menjaga kandungan nutrisi (vitamin, protein, mineral dll) serta dapat menghemat penggunaan energi. Untuk itu diperlukan rancang bangun mesin pengering suhu rendah yang dilengkapi dengan sistem kontrol suhu dan humidity. Suhu dan humidity yang berfluktuasi akan menyebabkan rendahnya kualitas produk yang dihasilkan pada proses pengeringan seledri. Beberapa model modifikasi pengering mampu mengurangi tingkat kecoklatan produk (*browning*) Tujuan penelitian pada tahap ke 2 ini adalah untuk mengetahui pengaruh suhu dan humidity terhadap kualitas produk seledri hasil pengeringan. Variabel yang dipilih pada percobaan adalah berat 50 gr dan 100 gr jenis bahan (daun dan batang seledri) serta suhu operasi pengeringan (40, 50, 60, 70 °C). Hasil menunjukkan bahwa aplikasi pengeringan yang menggunakan kontrol suhu dan humidity efisiensi energi listriknya untuk suhu 70°C selama 60 menit 90.7%. Kadar air mula – mula 80% (wet basis) menjadi 10% untuk daun dan 20% untuk batang pada percobaan 50 gr. Untuk percobaan 100 gr didapatkan kadar air akhir menjadi 15% untuk daun dan 30% untuk batang. Efisiensi energi pada sistem pengering sebagai fraksi panas yang disuplai pada batang dan daun yang digunakan untuk proses pengeringan 15-90 menit adalah 70% untuk daun, 60% untuk batang. Sistem pengeringan yang hemat energi dan menghasilkan daun seledri kering, dengan kualitas yang memenuhi standart pengguna terutama dari kandungan air merupakan kebutuhan yang mendesak bagi industri dan UKM.

Kata Kunci :pengeringan,kontrol suhu, seledri, *tray drier*

## PENDAHULUAN

Seledri adalah salah satu tumbuhan herbal yang banyak dihasilkan dari perkebunan rakyat, dengan nama ilmiah *Celery Apium graveolens*, Linn. Seledri tumbuh dengan tangkai dan daun yang tebal. Tanaman seledri memiliki tinggi 25-100 cm. Batang bersegi dan beralur membujur dan memiliki bunga yang banyak dengan ukuran yang kecil. Bunga-bunga tersebut berwarna putih kehijauan. Seledri digolongkan sebagai tumbuhan sayur-mayur. Setiap 100 gr seledri memiliki: kalori sebanyak 20 kkal, protein 1 gram, lemak 0,1 gram, hidrat arang 4,6 gram, kalsium 50 mg, fosfor 40 mg, besi 1 mg, vitamin A 130 S1, vitamin B1 0,03 mg, dan vitamin C 11 mg. Tingginya kadar sodium dalam seledri sangat berguna untuk menjaga vitalitas tubuh. Seledri juga diyakini bisa menyembuhkan berbagai penyakit seperti, diare, diabetes, epilepsi, migran, buang air kecil yang mengandung darah, mencegah stroke, memperbaiki fungsi hormon, serta membersihkan darah. Jus seledri dari seledri berdaun besar bisa meningkatkan kecerdasan, mengatasi herpes, dan gondok. Permasalahan yang dihadapi oleh petani adalah daun seledri pada saat panen raya harganya hanya Rp 500,-/kg (Biasanya harga seledri mencapai Rp 7000/kg).

Kelemahan sayuran seledri adalah mudah layu dalam waktu yang cukup singkat (8-12) jam sesudah dipetik. Diperlukan teknologi pengeringan yang berguna untuk menjaga kestabilan produk seledri sampai siap untuk dikonsumsi. Teknologi pengeringan suhu rendah adalah teknik pengeringan yang paling sesuai untuk sayuran seledri, karena dapat menjaga kandungan nutrisi (vitamin, protein, mineral dll) serta dapat menghemat penggunaan energi. Untuk itu diperlukan rancang bangun mesin pengering suhu rendah untuk pengeringan seledri yang sistem perancangannya disesuaikan kebutuhan serta konsumsi energi yang tersedia.

Sistem pengeringan yang hemat energi dan menghasilkan daun seledri dengan kualitas yang memenuhi standar pengguna terutama dari warna, tekstur dan kandungan air merupakan kebutuhan yang mendesak bagi industri dan UKM. Pengeringan pada prinsipnya merupakan proses penguapan air dari bahan basah, yang bertujuan untuk mendapatkan produk dengan kadar air tertentu (untuk daun seledri kering maksimum 16% berat basah). Manfaat dari adanya pengurangan kadar air dalam daun seledri adalah untuk menjaga keawetan selama disimpan terutama dari aktifitas jamur dan bakteri, mengurangi biaya transportasi, serta untuk memenuhi standar kualitas produk daun seledri yang diperlukan di industri (mie instan, roti, obat-obatan, dll). Sebagai proses akhir dari rangkaian produksi, pengeringan daun seledri sangat menentukan karakteristik akhir dari produk. Hal ini disebabkan proses pengeringan memiliki tingkat kesulitan dan resiko yang tinggi. Sebagai contoh apabila suhu dalam proses pengeringan melebihi 70°C, maka akan terjadi kecoklatan *browning* akibat terdestruksi atau terdegradasinya kandungan dextrose. Aplikasi sistem kontrol suhu dan humidity udara yang masuk menjadi faktor yang penting bagi keberhasilan proses pengeringan karena teknologi pengeringan produk yang

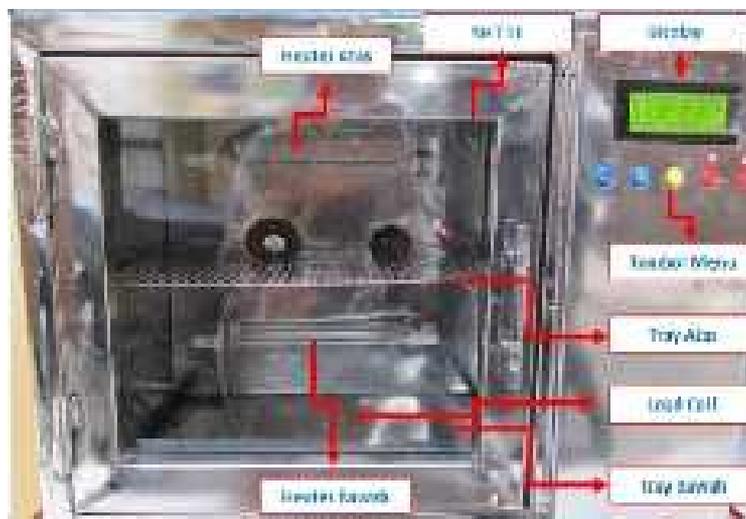
sensitif terhadap panas. Selama beroperasi, suatu peralatan pengering harus memenuhi beberapa kebutuhan yang ditentukan, antara lain kondisi teknik dan ekonomi terutama dengan adanya pengaruh-pengaruh gangguan dari luar.

## METODE

Penelitian ini dilaksanakan beberapa tahap yaitu: identifikasi daun seledri dengan memisahkan antara daun dan batang sebanyak 50 gr untuk daun dan 50 gr untuk batang kemudian 100 gr untuk daun dan 100 gr untuk batang, tahapan berikutnya perancangan dan membuat sistem pengeringan dengan ukuran panjang 60 cm, lebar 50 cm, dan tinggi 40 cm. Tahapan selanjutnya merancang dan membuat sistem kontrol suhu dan humidity yang dilakukan di laboratorium Teknik Elektro, Selanjutnya melakukan uji karakteristik alat, untuk mendapatkan efisiensi energy listrik dengan variable yang digunakan yaitu suhu (40, 50, 60, 70 °C), dan waktu (0', 15', 30', 45', 60'), kemudian analisa data untuk uji produk seledri dengan variable yang sama sehingga didapatkan antara lain kadar air akhir (basis basah), Moisture (gr water/gr dry product), dan laju pengeringan dengan variabel suhu dan waktu diatas.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini menghasilkan alat pengering *tray dryer* suhu rendah dengan aplikasi sistem kontrol suhu udara dan humidity yang dapat dilihat gambar dibawah ini.



**Gambar 1.** Alat pengering tray dryer

Kebutuhan daya dan energi pada saat sistem pengeringan diaktifkan (on), dan efisiensi energi listrik pengeringan setiap variable suhu dan waktu dapat dilihat pada table dibawah ini.

**Tabel 1.** Kebutuhan Energi dan Effsiensinya Energi Listrik Selama 60 Menit

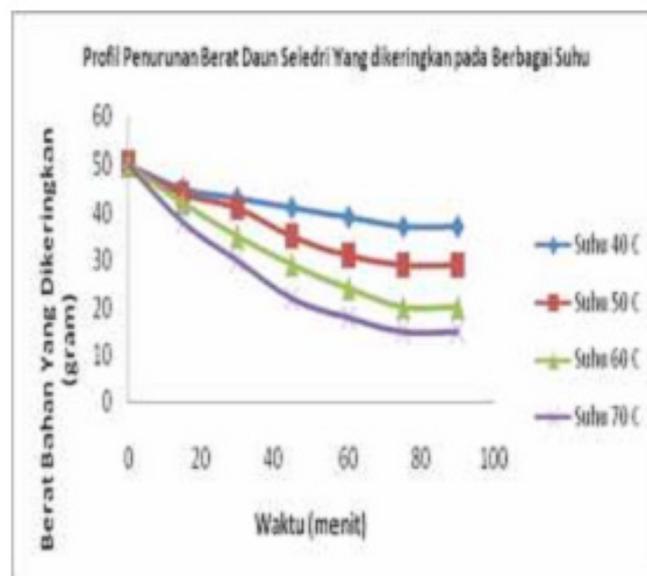
Suhu (°C)	P (Watt)	W (Joule)	Efisiensi (%)
40	123.7	445.320	51.1
50	162.8	586.080	67.3
60	199.5	718.200	82.4
70	219.5	790.200	90.7

### Pengaruh temperatur pengeringan terhadap kadar air produk

Pengeringan seledri dengan *tray dryer* termasuk dalam metode pengeringan secara mekanik. Pada metoda pengeringan secara mekanik faktor-faktor yang berpengaruh seperti suhu, kelembaban udara dan aliran udara dapat mempengaruhi proses pengeringan yang sedang berlangsung. Faktor-faktor tersebut diduga yang menyebabkan terjadinya perbedaan kadar air. Pada penelitian ini dikeringkan seledri untuk bagian daun dan batang. Lama waktu pengeringan adalah 60 menit, suhu pengeringan 40,50,60,70, 80, 90 ° C. Setiap 15 menit massa bahan ditimbang, dan diperoleh data sebagai berikut (lihat tabel 1).

**Tabel 2.** Massa (gr) daun seledri sesudah pengeringan pada berbagai suhu

Waktu (Time)	Berat bahan (gram)			
	40°C	50°C	60°C	70°C
0	50	50	50	50
15	45	44	42	38
30	43	41	35	30
45	41	35	29	22
60	39	31	24	18
75	37	29	20	15
90	37	29	20	15

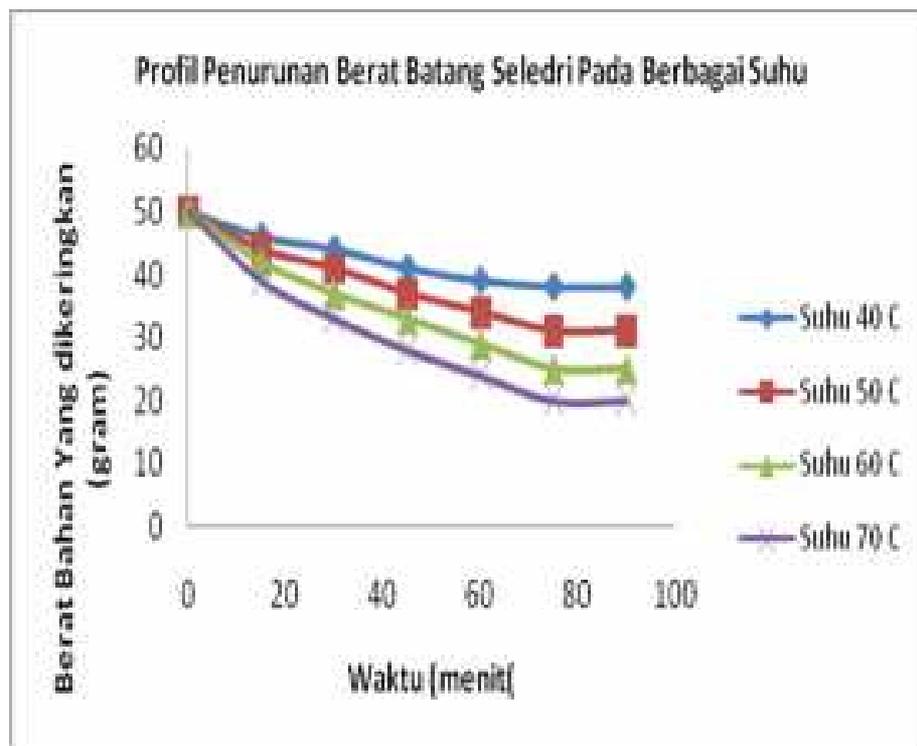


**Gambar2.** Profil Penurunan Berat Daun Seledri setelah dikeringkan

**Tabel 3.** Massa (Gr) Batang Seledri Sesudah Pengeringan pada Berbagai Suhu

Waktu (Time)	Berat bahan (gram)			
	40°C	50°C	60°C	70°C
0	50	50	50	50
15	46	44	42	39
30	44	41	37	33
45	41	37	33	28
60	39	34	29	24
75	38	31	25	20
90	38	31	25	20

mekanik faktor-faktor yang berpengaruh seperti suhu, kelembaban udara dan aliran udara dapat mempengaruhi proses pengeringan yang sedang berlangsung. Faktor-faktor tersebut diduga yang menyebabkan terjadinya perbedaan kadar air (Kudra, 2002). Pada penelitian ini dikeringkan seledri untuk bagian daun dan batang. Lama waktu pengeringan adalah 60 menit, suhu pengeringan 40,50,60,70, 80, 90 °C. Setiap 15 menit massa bahan ditimbang, dan diperoleh data sebagai berikut (lihat Tabel 1)



**Gambar 3.** Profil berat batang seledri setelah dikeringkan

Dari data diatas selanjutnya dihitung kadar air pada bahan untuk setiap waktu dengan rumus perhitungan sebagai berikut :

$$X_{\text{wet}} = \frac{(W_t) - (W_c)}{(W_0)} \dots\dots\dots(\text{persamaan 1})$$

Keterangan :

- X wet = kadar air bahan (%) (basis basah)
- W<sub>0</sub> = berat bahan mula-mula
- W<sub>c</sub> = berat bahan yg konstan pada kondisi kesetimbangan
- W<sub>t</sub> = berat bahan saat pengeringan waktu tertentu

Untuk penelitian ini digunakan asumsi bahwa di dalam bahan baku seledri terkandung air mula – mula sebanyak 80%. Untuk mendapatkan berat bahan yang konstan pada kondisi kesetimbangan digunakan perhitungan sebagai berikut:

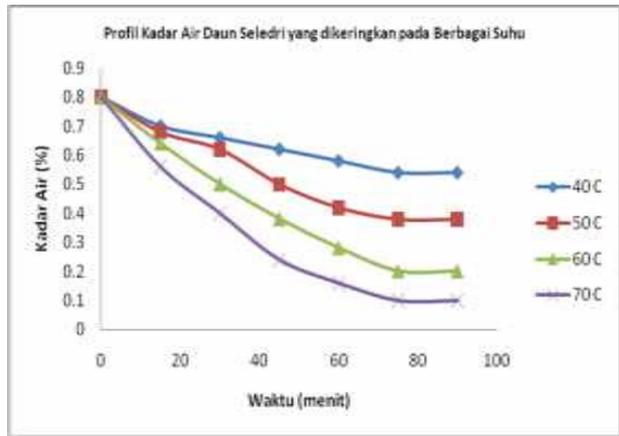
$$0,8 (\%) = \frac{(W_0) - (W_c)}{(W_0)} \dots\dots\dots (\text{persamaan 2})$$

Keterangan :

W<sub>c</sub> = berat bahan yg konstan pada kondisi kesetimbangan.

**Tabel 4.** Data Kadar Air Untuk Pengeringan Daun Seledri

Kadar air pada bahan (%)				
Waktu (Time)	40°C	50°C	60°C	70°C
0	0.8	0.8	0.8	0.8
15	0.7	0.68	0.64	0.56
30	0.66	0.62	0.5	0.4
45	0.62	0.5	0.38	0.24
60	0.58	0.42	0.28	0.16
75	0.54	0.38	0.2	0.1
90	0.54	0.38	0.2	0.1

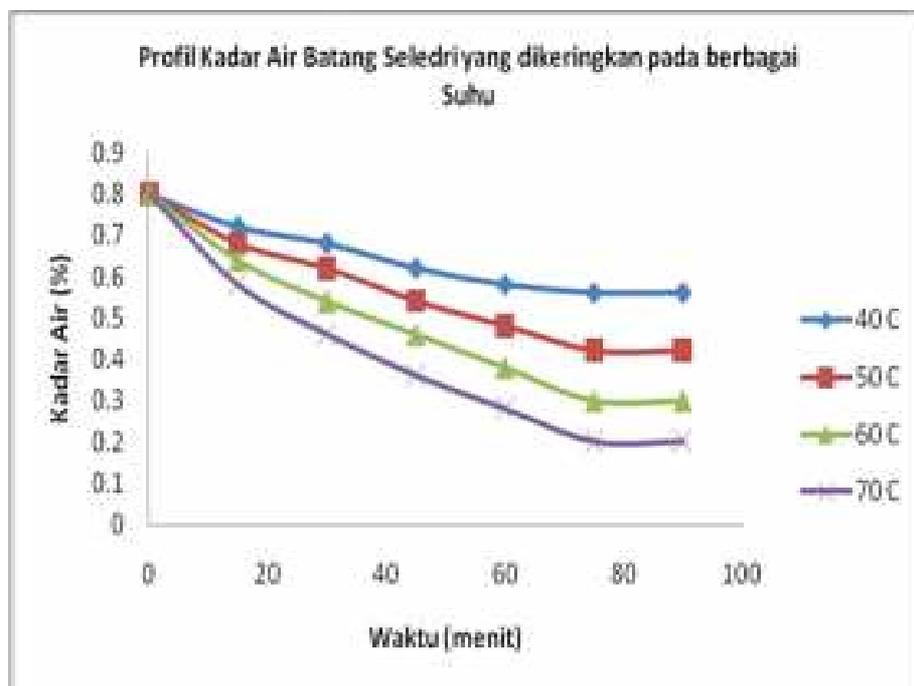


**Gambar 4.** Profil Kadar Air Daun Seledri yang dikeringkan pada Berbagai Suhu

Hasil penelitian untuk uji coba berat awal 50 gr daun dan 50 gr batang seledri seperti dan 100 gr batang dihasilkan kadar air setelah pengeringan adalah 15% (wet basis) untuk daun dan 30 % (wet basis) pada batang. Hal ini dapat dijelaskan, karena distribusi molekul air yang diuapkan pada daun seledri lebih mudah daripada batang karena pori pori dan kandungan air bebas yang terdapat di dalam daun lebih besar dibanding pada batang (20% wet basis), untuk suhu pengeringan 70° C dan waktu pengeringan selama 75 menit. Percobaan untuk berat awal 100 gr daun dan 100 gr batang dihasilkan kadar air setelah pengeringan adalah 15% (wet basis) untuk daun dan 30 % (wet basis) pada batang. Hal ini dapat dijelaskan, karena distribusi molekul air yang diuapkan pada daun seledri lebih mudah daripada batang karena pori pori dan kandungan air bebas yang terdapat di dalam daun lebih besar dibanding pada batang.

**Tabel 5.** Data Kadar Air Untuk Pengeringan Batang Seledri

Waktu (Time)	40°C	50°C	60°C	70°C
0	0.8	0.8	0.8	0.8
15	0.72	0.68	0.64	0.58
30	0.68	0.62	0.54	0.46
45	0.62	0.54	0.46	0.36
60	0.58	0.48	0.38	0.28
75	0.56	0.42	0.3	0.2
90	0.56	0.42	0.3	0.2



**Gambar 5.** Profil Kadar Air Batang Seledri yang dikeringkan pada Berbagai Suhu

## Profil Laju Pengeringan Pada Berbagai Suhu Pengeringan

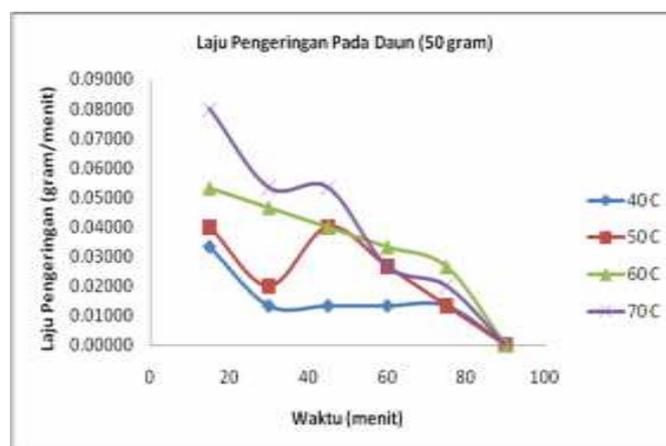
**Tabel 6.** Moisture Daun

Moisture Daun (gr water/gr dry product)				
Waktu (Time)	40°C	50°C	60°C	70°C
0	4.00	4.00	4.00	4.00
15	3.50	3.40	3.20	2.80
30	3.30	3.10	2.50	2.00
45	3.10	2.50	1.90	1.20
60	2.90	2.10	1.40	0.80
75	2.70	1.90	1.00	0.50
90	2.70	1.90	1.00	0.50

Kecepatan udara pengering merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi pengeringan secara mekanik. Kecepatan udara pengering berpengaruh terhadap kecepatan difusi panas dari udara kedalam molekul bahan sehingga meningkatkan temperatur molekul di dalam bahan. Pada penelitian ini kecepatan udara pengering berkisar pada laju 4,3 s/d 12,9 m / detik. Peningkatan temperatur didalam molekul air menyebabkan tekanan uap air didalam molekul bertambah sehingga air yang berada dalam bahan semakin mudah keluar dari molekul. Selanjutnya dibuat perhitungan laju pengeringan (dryng rate) pengeringan Daun dan Batang untuk berat 50 gram, yaitu berat bahan yang diuapkan per satuan waktu (gr/menit). Hasil perhitungan ditunjukkan pada tabel berikut (Tabel 6 & 7).

**Tabel 7.** Laju Pengeringan Daun (gr/menit)

Waktu (Time)	Daun			
	40°C	50°C	60°C	70°C
0				
15	0.03333	0.04000	0.05333	0.308000
30	0.01333	0.02000	0.04667	0.05333
45	0.01333	0.04000	0.04000	0.05333
60	0.01333	0.02667	0.03333	0.02667
75	0.01333	0.01333	0.02667	0.02000
90	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000



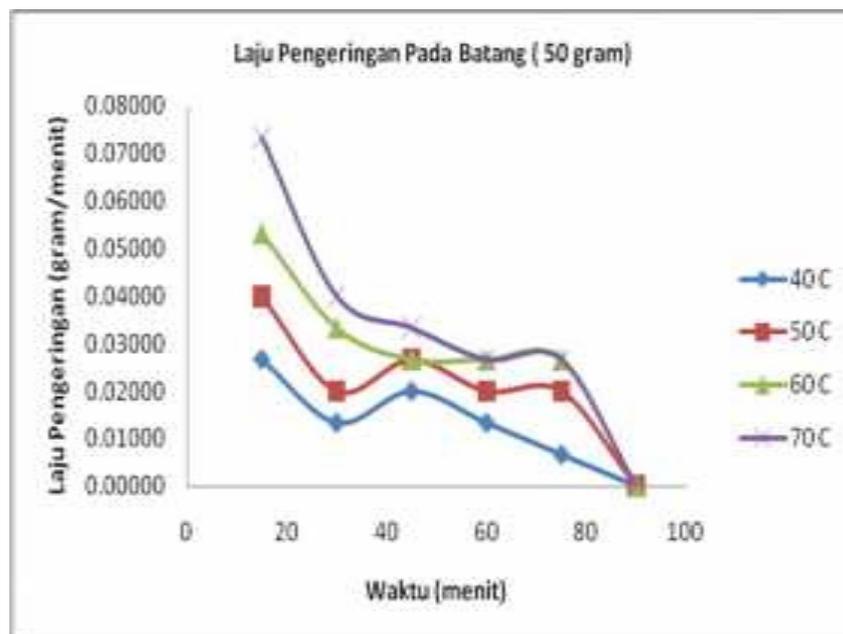
**Gambar 6.** Profil laju pengeringan daun seledri pada berbagai suhu

**Tabel 8.** Moisture Batang

Moisture Batang (gr water/gr dry product)				
Waktu (Time)	40°C	50°C	60°C	70°C
0	4.00	4.00	4.00	4.00
15	3.60	3.40	3.20	2.90
30	3.40	3.10	2.70	2.30
45	3.10	2.70	2.30	1.80
60	2.90	2.40	1.90	1.40
75	2.80	2.10	1.50	1.00
90	2.80	2.10	1.50	1.00

**Tabel 9.** Laju Pengeringan Batang (gr/menit)

Waktu (Time)	Batang			
	40°C	50°C	60°C	70°C
0				
15	0.02667	0.04000	0.05333	0.0733
30	0.01333	0.02000	0.03333	0.0400
45	0.02000	0.02667	0.02667	0.0333
60	0.01333	0.02000	0.02667	0.0267
75	0.00667	0.02000	0.02667	0.0267
90	0.00000	0.00000	0.00000	0.0000



**Gambar 7.** Profil laju pengeringan Batang seledri pada berbagai suhu

Pada suhu yang lebih tinggi (70 °C) laju pengeringan akan semakin meningkat. Hal ini dapat dilihat pada gambar yaitu pada 15 menit pengeringan awal, laju kecepatan pengeringan sebesar 0,08 gr/menit (pada daun (gb. 6)) dan 0,07 gr/menit (pada batang (grafik 7)). Pada pengeringan batang seledri profil laju pengeringan lebih cepat dari pada pengeringan pada batang. Secara umum, semakin lama waktu pengeringan kadar air didalam bahan semakin menurun, sehingga laju pengeringan juga semakin menurun. Pada pengeringan terjadi proses transfer panas dan

massa antara udara pengering, dimana semakin tinggi suhu, maka kecepatan laju penguapan air juga semakin tinggi.

### Efisiensi panas

Efisiensi panas pada sistem pengering didefinisikan sebagai fraksi panas yang disuplai pada batang dan daun yang digunakan untuk proses pengeringan, dengan rumus sebagai berikut :

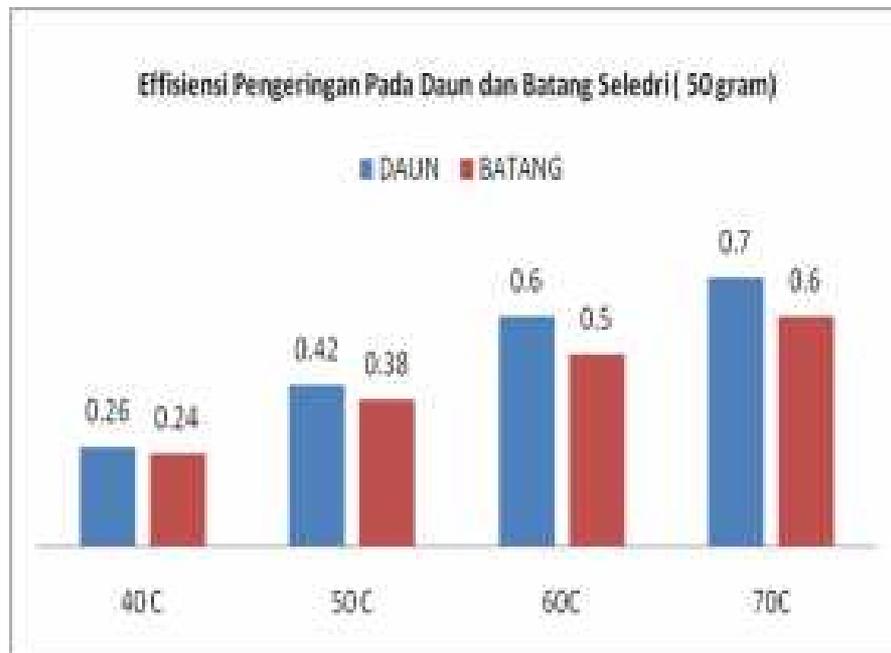
$$\eta = \frac{W_{T0} - W_{T1}}{W_{T0}} \times 100\% \quad \text{(persamaan 3)}$$

Keterangan :

$W_{T0}$  = Berat pada suhu udara awal ke dalam drier (pengering)

$W_{T1}$  = Berat pada suhu setelah proses pengeringan

Untuk mengetahui efisiensi energi yang tertinggi digunakan variabel percobaan pada suhu (40, 50, 60, 70 °C). Data – data hasil percobaan ditunjukkan pada Gambar 9.



**Gambar 9.** Profil Efisiensi pengeringan pada daun dan batang seledri

Dalam Gambar 9 terlihat bahwa pada rentang waktu pengukuran 15-90 menit, dengan suhu udara pengering yang berbeda, efisiensi energi rata-rata tertinggi diperoleh pada suhu 70°C, dengan nilai 70% untuk daun dan 60 % untuk batang . Dari hasil tersebut terlihat bahwa suhu

udara sangat berpengaruh terhadap efisiensi proses. Hal ini disebabkan semakin tinggi suhu maka proses transfer panas semakin baik.

## **SIMPULAN DAN SARAN**

### **Simpulan**

Aplikasi pengeringan yang menggunakan kontrol suhu dan humidity memberikan dampak efisiensi energi pada proses pengeringan yaitu tingkat efisiensi energy listrik semakin tinggi apabila suhu semakin tinggi Untuk suhu 70°C selama 60 menit efisiensi energinya 90.7 % dan suhu 40°C selama 60 menit efisiensi energinya 51,1 %. Kadar air akhir pada produk seledri dipengaruhi oleh sistem kontrol suhu dan humidity udara pengering. Hasil pengeringan produk seledri untuk percobaan 50 gr, bagian daun menunjukkan kadar air 10 % (*wet basis*) dan kadar air pada batang 20% (*wet basis*), dan untuk percobaan 100 gr bagian daun menunjukkan kadar air 15 % (*wet basis*) dan kadar air pada batang 30% (*wet basis*) pada suhu pengeringan 70°C dan waktu pengeringan selama 75 menit. Profil laju pengeringan pada daun adalah seledri lebih cepat yaitu 0,08 gr/menit dari pada pengeringan pada batang seledri yaitu 0,07 , gr/menit untuk percobaan 50 gr, dan untuk percobaan 100 gr didapatkan laju pengeringan pada daun 0,06 gr/menit dan 0,04 gr/menit untuk batang dengan kondisi optimal proses pengeringan pada suhu 70°C. Efisiensi panas pada sistem pengering sebagai fraksi panas yang disuplai pada batang dan daun yang digunakan untuk proses pengeringan rentang waktu pengukuran 15-90 menit adalah 70% untuk daun dan 60 % untuk batang pada percobaan 50 gr berat awal. Untuk percobaan 100 gr berat awal diperoleh efisiensi pengeringan adalah 81,25% untuk daun dan 62,5% untuk batang.

### **Saran**

Untuk dapat menghasilkan pengeringan yang merata sebaiknya disesuaikan dengan kapasitasnya sehingga proses pengeringan terjadi dengan optimal.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Djaeni, M., 2008, "Energy Efficient Multistage Zeolite Drying for Heat Sensitive Products",  
*Doctoral Thesis, Wageningen University, The Netherlands*, ISBN:978-90-8585-209-4,
- Reginawati, 1999, Seledri (*Apium graveolens*L). <http://www.kpel.or.id//TTGP/komoditi/SELEDRI.htm>[25Februari 2006].