

Analisis Perpindahan Panas pada Alat Pengering Daun Kelor Sistem Rotary

Heat Transfer Analysis in Rotary Moringa Leaves Dryer

Andi Mata Taga^{1*}, Ben V. Tarigan¹, Gusnawati¹

¹Universitas Nusa Cendana, Kupang

*Corresponding author : anditagaengineer@gmail.com

Abstrak

Kelor adalah tanaman yang sangat bermanfaat bagi manusia terutama bagi kesehatan dan dipercaya memiliki khasiat untuk mencegah berbagai penyakit seperti kanker dan penyakit lainnya. Seluruh bagian tanaman ini juga dapat dimanfaatkan untuk berbagai keperluan seperti bahan baku untuk pembuatan kosmetik dan berbagai makanan. Menyadari pentingnya daun kelor untuk berbagai keperluan, maka perlu melakukan tindakan pengawetan. Pengeringan adalah tindakan pengawetan terhadap daun kelor dengan cara menghilangkan kadar air daun sehingga bisa disimpan dalam waktu yang lama dan tindakan itu juga bertujuan menghambat pertumbuhan mikroba, bakteri, jamur dan lain-lain. Kajian terhadap literatur-literatur terdahulu dilakukan dan disimpulkan bahwa metode kuantitatif adalah metode yang tepat guna menganalisis kalor, menganalisis data-data hasil penelitian seperti data suhu dan kelembaban dalam ruang pengering. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, diperoleh data bahwa suhu dalam ruang pengering bervolume 0,3419 m³ mengalami peningkatan dan penurunan sebanding dengan kecepatan alat pengering mengeluarkan kadar air daun kelor. Sensor temperatur yang ditempatkan diseluruh bagian ruang pengering mencatat pola suhu yang sama, ini berarti bahwa kalor yang dihasilkan lampu pemanas dialirkan secara merata keseluruh bagian ruang pengering sehingga dengan daya lampu 750 watt dapat mengeringkan daun kelor yang pada awalnya berkadar air 80 % menjadi 20 % dalam waktu 8 jam.

Kata Kunci : kelor, kalor, sensor temperatur, kadar air

Abstract

Moringa is a plant that is very beneficial for humans, especially for health and is believed to have properties to prevent various diseases such as cancer and other diseases. All parts of this plant can also be used for various purposes such as raw materials for making cosmetics and various foods. Realizing the importance of Moringa leaves for various purposes, it is necessary to take preservation measures. Drying is the action of preserving Moringa leaves by removing the moisture content of the leaves so that they can be stored for a long time and this action also aims to inhibit the growth of microbes, bacteria, fungi and others. A review of the previous literature was carried out and concluded that the quantitative method is the right method for analyzing heat, analyzing research data such as temperature and humidity data in the drying chamber. Based on the results of the research conducted, it was obtained data that the temperature in the drying chamber with a volume of 0.3419 m³ had increased and decreased in proportion to the speed of the dryer removing the moisture content of Moringa leaves. Temperature sensors that are placed in all parts of the drying room record the same temperature pattern, this means that the heat produced by the heating lamp is distributed evenly throughout the drying room so that with 750 watts of lamp power it can dry Moringa leaves which initially contain 80% moisture to 20% in time 8 hours.

Keywords: Moringa, heat, temperature sensor, moisture content

PENDAHULUAN

Kelor atau yang juga dikenal dengan marungga (*Moringa oleifera*) adalah tumbuhan yang sangat bermanfaat bagi manusia karena seluruh bagian dari tanaman perdu ini dapat dimanfaatkan baik itu daun, bunga, akar, batang, buah, dan bijinya. Kelor umumnya dapat tumbuh di daerah

dengan ketinggian 300-400 meter diatas permukaan laut. Di Indonesia khususnya di Nusa Tenggara Timur, kelor menjadi salah satu tanaman yang sangat mudah dijumpai seperti di pekarangan rumah warga ataupun yang sengaja ditanam di kebun-kebun. Masyarakat menggunakan tanaman kelor sebagai tanaman penambah efek hijau di pekarangan karena daun kelor akan tetap tampak hijau bahkan saat musim kemarau sekalipun. Tanaman kelor dapat tumbuh dengan cepat, berumur panjang, berbunga sepanjang tahun, dan tahan kondisi panas ekstrim. Bunga kelor berkhasiat melindungi kulit dari radikal bebas, mengurangi kerutan pada wajah, menghilangkan bekas luka, melembapkan serta menghaluskan kulit. Sedangkan biji kelor dapat dimanfaatkan sebagai makanan penurun kadar gula darah dan tekanan darah tinggi.

Dari hasil penelitian yang dipublikasikan dalam jurnal *Oncology Letters*, salah satu manfaat daun kelor bagi kesehatan adalah mengobati kanker. Daun kelor yang sudah diekstrak, yang telah larut dalam air bisa mengobati kanker secara alami. Adapun kanker yang bisa diobati dengan daun kelor mulai dari kanker payudara, kanker paru, hingga kanker kulit. Manfaat lain dari daun kelor adalah untuk ibu menyusui karena membutuhkan gizi yang cukup agar kesehatan bayi tetap terjaga. Kandungan zat besi daun kelor sangat tinggi sehingga dapat membantu memulihkan gejala kurang darah. Daun kelor dapat dimanfaatkan untuk sayuran, olahan serta tepung. Tepung merupakan salah satu produk setengah jadi yang dianjurkan karena lebih tahan disimpan, mudah dicampur, diperkaya zat gizi, dibentuk, dan lebih cepat dimasak sesuai tuntutan kehidupan modern yang serba praktis. Tepung daun kelor dapat disimpan beberapa bulan tanpa pendinginan.

Untuk menyediakan daun kelor kering demi tercukupinya kebutuhan pabrik obat dan makanan berbahan dasar daun kelor. Daun kelor yang diperuntukkan bagi industri makanan harus memenuhi standar higienis yang baik. Dalam jurnal penelitian Emmanuel O.A. dkk yang berjudul “*Design, Construction, And Testing Of A Moringa Oliefera Mixed Mode Cabinet Solar Dryer*”, dipaparkan bahwa kadar air dari makanan dan sayuran yang dikeringkan dengan benar bervariasi dari 5-25 % tergantung pada jenis makanannya. Ilmuan pangan juga telah menemukan bahwa dengan mengurangi kadar air suatu bahan makanan menjadi 10-20 %, otomatis bakteri, ragi, jamur dan mikroba lainnya dapat dihambat pertumbuhannya. Hal tersebut berlaku juga bagi pengeringan daun kelor dengan metode apapun.

Oleh karena kelemahan metode pengeringan dibawah sinar matahari langsung terletak pada tidak terjaminnya kebersihan dan tingkat kekeringan daun yang tidak bisa dikontrol maka diperlukan untuk merekayasa sebuah alat pengering berpemanas buatan. Pemanas buatan dimaksud bisa dihasilkan dari pemanas jenis kompor atau bisa juga dari lampu pijar pemanas. Pemanas-pemanas tersebut dinilai mampu menghasilkan daun kelor dengan tingkat kekeringan yang baik dan mampu mengeringkan daun kelor dalam jumlah banyak sekali pengeringan. Alat pengering yang dirancang harus efisien. Sebuah alat pengering daun kelor dikatakan efisien apabila dapat secara maksimal memanfaatkan kalor yang dihasilkan untuk mengeringkan daun kelor. Kalor yang mengalir didalam alat pengering harus dapat dimanfaatkan secara maksimal dalam proses pengeringan daun kelor. Kalor yang dibangkitkan oleh lampu pemanas ini yang menjadi variabel utama penelitian.

Menyadari akan manfaat dan pentingnya mengetahui dan memaksimalkan kalor yang dihasilkan oleh alat pengering maka dilakukan penelitian yang berjudul “*Analisis Perpindahan Panas Pada Alat Pengering Daun Kelor Sistem Rotary*”. Sasaran utama lainnya dari penelitian ini adalah agar membantu masyarakat dalam hal ini Usaha Mikro Kecil Menengah (UMKM) untuk dapat memperoleh alat pengering daun kelor yang portabel, efisien, hemat listrik dan harga terjangkau. Tujuan dilakukannya penelitian ini ialah untuk menghitung volume ruang yang akan

diberi perlakuan panas, jumlah kalor dan perpindahan panas secara konveksi untuk mengetahui laju pengeringan. Dan menghitung jumlah kadar air awal, jumlah air yang diuapkan dan kadar air akhir pada daun kelor untuk mengetahui nilai kelembaban dalam pengering.

METODE

Adapun metode penelitian yang digunakan adalah :

1. Metode Kuantitatif

Pada tahap penelitian menggunakan metode kuantitatif yakni analisis data meliputi : data temperatur, data kelembaban dalam pengering, dan data perbandingan massa daun sebelum dan sesudah dikeringkan.

2. Studi Literatur

Studi literatur dilakukan untuk mempelajari teori-teori yang berkaitan dengan judul Tugas Akhir ini serta mendukung tujuan untuk mengetahui perpindahan panas pada alat pengering daun kelor sistem *rotary*. Sumber literatur diperoleh dari beberapa jurnal penelitian dan buku perpindahan panas.

HASIL DAN PEMBAHASAN

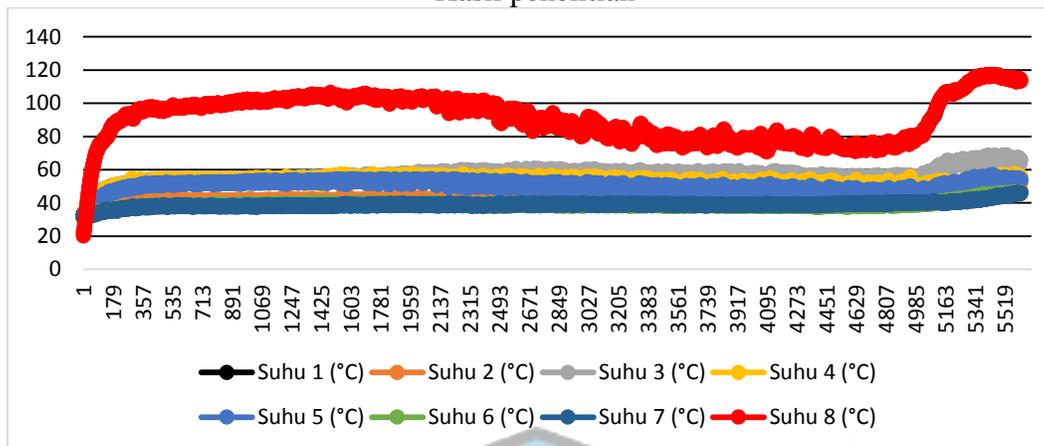
1. Hasil Pengujian

Dari pengujian yang dilakukan, diperoleh data suhu dalam ruang pengering sebanyak \pm 5600 data/sensor. Oleh karena ada 8 titik pengukuran maka terdapat $5600 \times 8 = 44.800$ data yang berhasil dicatat. Data hasil pengujian tersebut tidak seluruhnya diambil untuk jadi data olahan, tetapi hanya diambil tiap 10 menit karena menyesuaikan dengan data kelembaban yang diukur tiap 10 menit selama 8 jam pengujian. Adapun data yang disajikan dibawah adalah data di 10 menit awal (data 1 & 2), pertengahan (data 3 & 4), dan data diakhir waktu penelitian yakni data 5 & 6.

Tabel 1.
Perbandingan waktu, suhu, dan kelembaban

No.	Waktu (menit)	Suhu (°C)								Kelemb. (%)
		1	2	3	4	5	6	7	8	
1.	0	32,7	31,7	31	30,2	31,7	31,5	31,5	22,7	80
2.	10	36,5	36,7	47,7	45,2	44	35,2	34,7	76,3	52
3.	260	40,7	42,5	60	55	51,7	38,7	39,2	89,5	31
4.	270	40,2	43	55,7	52,2	49,7	39,2	38,7	87,8	31
5.	520	47	51,5	64	55,7	54	46,2	45,2	114	21
6.	530	40	38,7	47,2	35	39,2	39,7	39	63,7	20

Grafik 1:
Hasil penelitian



2. Hasil Analisa / Perhitungan

a. Menghitung Dimensi

Gambar 1:
Pengering sistem rotary



Sumber : Dokumentasi pribadi

1) Menghitung Luas Permukaan Silinder / Tabung

$$A = 2 \times \pi \times r \times (t + r)$$

Keterangan :

A = Luas Silinder (m²)

r = Jari-Jari Silinder (m)

t = Panjang Silinder (m)

$$A = 2 \times 3,14 \times 33 \text{ cm} \times (100 \text{ cm} + 33 \text{ cm})$$

$$= 2 \times 3,14 \times 33 \text{ cm} \times 133 \text{ cm}^2$$

$$= 6,28 \times 4.389 \text{ cm}^2$$

$$= 27.562,92 \text{ cm}^2$$

$$= 2,756 \text{ m}^2$$

- 2) Menghitung Volume Silinder / Tabung dan Kotak Lampu
- a) Menghitung Volume Tabung = $\pi \times r^2 \times t$
 $V = \pi \times r^2 \times t$
 $V = 3,14 \times 33\text{cm}^2 \times 100 \text{ cm}$
 $V = 341.946 \text{ cm}^3$
 $V = 0,3419 \text{ m}^3$
- b) Menghitung Volume Silinder Dalam = $\pi \times r^2 \times t$
 $V = 3,14 \times 28 \text{ cm}^2 \times 90 \text{ cm}$
 $V = 221.558,4 \text{ cm}^3$
 $V = 0,2215 \text{ m}^3$
- c) Menghitung Volume Kotak Lampu = $P \times l \times t$
 $V = 100 \text{ cm} \times 15 \text{ cm} \times 15 \text{ cm}$
 $V = 22.500 \text{ cm}^3$
 $V = 0,0225 \text{ m}^3$
- d) Menghitung Volume Total = $V \text{ Tabung} + V \text{ Kotak Lampu}$
 $V \text{ Total} = 0,3419 \text{ m}^3 + 0,0225 \text{ m}^3$
 $V \text{ Total} = 0,3664 \text{ m}^3 \text{ atau } 364.400 \text{ cm}^3$

Adapun perhitungan luas dan volume dari tabung dan kotak lampu adalah sebagai acuan untuk menghitung besar kalor (karena ada faktor luas alat yang harus diketahui). Selain itu untuk menghitung ρ (massa jenis), perlu untuk mengetahui volume ruangan yang akan ditempati benda ($\frac{\text{massa}}{\text{volume}}$).

b. Menghitung laju Perpindahan Panas Secara Konveksi di Dalam Ruang Pengering

Asumsi adanya perpindahan kalor secara konveksi dalam ruang pengering ini karena adanya silinder jaring yang berputar sehingga menghasilkan hempasan udara yang membawa partikel panas dari area keluaran (kotak lampu) ke seluruh ruang pengering.

$$Q_{\text{Conv}} = h \cdot A \cdot (T_{\text{hi}} - T_{\text{ho}})$$

Keterangan :

Q_{Conv} = Laju perpindahan Konveksi (W)

h = Koefisien Perpindahan Panas Konveksi ($\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$)

A = Luas Silinder (m^2)

T_{hi} = Temperatur *Heat* Masuk Alat (K)

T_{ho} = Temperatur *Heat* Keluar Alat (K)

A = $2,756 \text{ m}^2$

T_{hi} = $89,7 \text{ }^\circ\text{C}$ (Rata-rata suhu pada sensor 8) = $362,85 \text{ K}$

T_{ho} = $50 \text{ }^\circ\text{C}$ (Temperatur keluaran *fan*).

Untuk mendapatkan nilai koefisien perpindahan panas secara konveksi, wajib untuk mencari dahulu berapa nilai bilangan *Reynold*.

1) Persamaan Menghitung Bilangan *Reynold* pada silinder berputar adalah :

$$\text{Re} = \frac{D^2 \times \omega}{2v}$$

$$Re = \frac{66^2 \text{ cm} \times 0,2 \text{ rad/s}}{2 \times (22,07 \text{ hasil interpolasi})}$$

(Hasil interpolasi dari tabel A-5 *saturated water*)

$$Re = \frac{871,2}{44,14}$$

$Re = 19,737$ (Angka tersebut menunjukkan bahwa aliran fluida yang terjadi adalah aliran laminer karena nilai $Re < 2000$ dan jika $Re > 4000$ disebut aliran turbulen sedangkan nilai diantara keduanya adalah aliran transisi).

2) Menghitung Nilai Koefisien Perpindahan Panas

$$h = 0,664 \times \frac{k}{L} Re^{0,5} \times Pr^{0,333}$$

$$h = \frac{0,664 (29,66 \times 10^{-3}) (19,737^{0,5}) (0,696^{0,333})}{\frac{1 \text{ m}}{0,664 \times 0,02966 \times 4,4426 \times 0,88631}}$$

$$= 0,0775 \text{ W/m}^2\text{C}$$

3) Jadi, Nilai Q_{Conv} adalah :

$$Q_{Conv} = 0,0775 \text{ W/m}^2\text{C} \times 2,756 \text{ m}^2 (89,7^\circ\text{C} - 50^\circ\text{C})$$

$$= 0,0775 \text{ W/m}^2\text{C} \times 2,756 \text{ m}^2 \times 39,7^\circ\text{C}$$

$$= 8,4795 \text{ W}$$

c. Laju Penguapan Air

$$\dot{m}_a = \frac{\Delta m_s}{t}$$

Keterangan :

\dot{m}_a : Laju Penguapan Air (kg/s)

Δm_s : Pengurangan Massa Daun Kelor (kg)

t : Waktu (s)

$$\Delta m_s = 4,2 \text{ kg}$$

$$t = 28.800 \text{ sekon}$$

$$\dot{m}_a = \frac{4,2 \text{ kg}}{28.800 \text{ s}}$$

$$\dot{m}_a = 0,000145 \text{ kg/s}$$

Hasil bagi antara jumlah pengurangan massa daun kelor dengan waktu pengeringan 28.800 detik (8 jam) mendapatkan \dot{m}_a sebesar 0,000145 kg/s, artinya terjadi penguapan air oleh perlakuan panas terhadap daun kelor sebesar 0,000145 kg per detik.

d. Menghitung Efisiensi Pengeringan Kandungan Air

Dalam menghitung efisiensi pengeringan kandungan air dalam daun kelor digunakan persamaan :

$$Q_c = (m_b - m_k) \times h_{fg}$$

Keterangan :

m_b = Massa Daun Kelor Yang Akan Dikeringkan (kg)

m_k = Massa Daun Kelor Yang Sudah Dikeringkan (kg)

h_{fg} = Entalpi Penguapan Pada Temperatur Rata-Rata (kJ/kg)

h_{fg} = ΔH

- 1) Persamaan menghitung perubahan entalpi adalah :

$$\Delta H = m \times c \times \Delta T$$

Keterangan :

ΔH = Perubahan Entalpi (kJ/kg)

m = Massa Reaktan (kg)

c = Kalor Jenis Benda (j/kg°C)

ΔT = Perubahan Suhu (°C)

ΔH = 5 kg x 0,028 J/kg°C x (66,8 – 31 °C)

ΔH = 5 kg x 0,028 J/kg°C x 35,8 °C

ΔH atau hfg = 5,012 kJ/kg

- 2) $Q_c = (m_b - m_k) \times h_{fg}$

$Q_c = (5 \text{ kg} - 0,8 \text{ kg}) \times 5,012 \text{ kJ/kg}$

$Q_c = 4,2 \text{ kg} \times 5,012 \text{ kJ/kg}$

$Q_c = 21,0504 \%$

Nilai Q_c sebesar 21,0504 % adalah efisiensi yang dicapai alat pengering sistem *rotary* ini dalam mengeringkan daun kelor.

KESIMPULAN

1. Volume ruang pengering adalah sebesar 0,3419 m³ dan kalor sensibel sebesar 1 joule digunakan untuk menaikkan temperatur 36 °C/kg, maka untuk menaikkan temperatur 1 °C dari 5 kg daun kelor dibutuhkan Q sebesar 5,04 joule. Adapun efisiensi pengeringan adalah 21,0504 %
2. Kadar air awal pada daun kelor adalah sebesar 80 %, setelah diberikan perlakuan panas maka kadar air berkurang menjadi 20 % secara keseluruhan

DAFTAR PUSTAKA

W. Wicaksono, "Fakultas Teknik Program Studi Diploma Iii Teknik Mesin Semarang September 2012," hlm. 21.

N. Hanarisetya, "Pengaruh Cara Pengeringan Dan Perebusan Terhadap Aktivitas Antioksidan Dan Mutu," hlm. 128, 2019.

M. Efendi, "Perancangan Alat Pengering Biji Kakao Tipe Rotari Sederhana Pada Usaha Mandiri Di Desa Wiyono, Kabupaten Pesawaran," hlm. 56.

F. Widowati, "Program Studi Diploma Iii Teknik Kimia Program Diploma Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Semarang," hlm. 10.

N. Tumbel, "Rekayasa Alat Pengering Jagung Sistem Rotary," vol. 8, no. 2, hlm. 10, 2016.

"√ Khasiat daun kelor untuk kesehatan (LENGKAP) ..." <https://saintif.com/khasiat-daun-kelor/> (diakses Jun 05, 2020).

brilio.net, “10 Manfaat daun kelor untuk wajah dan cara penggunaannya,” *brilio.net*, Okt 23, 2019. <https://www.brilio.net/kesehatan/10-manfaat-daun-kelor-untuk-wajah-dan-cara-penggunaannya-191022f.html> (diakses Jun 05, 2020).

“Alasan Daun Kelor Baik untuk Mata dan Perangi Kanker - Cantik Tempo.co.” <https://cantik.tempo.co/read/1229652/alasan-daun-kelor-baik-untuk-mata-dan-perangi-kanker> (diakses Jun 05, 2020).

“Daun kelor bisa atasi kekerdilan? Ini penjelasannya - ANTARA Jateng.” <https://jateng.antaranews.com/berita/252334/daun-kelor-bisa-atasi-kekerdilan-ini-penjasannya> (diakses Jun 05, 2020).

