



Artikel

Pengaruh Penggunaan Tray Dryer Pada Proses Pengeringan Daun Kelor Terhadap Karakteristik Kimianya: Kajian Suhu

Drying Characteristics of Moringa Oleifera Leaves Using a Tray Dryer Machine at Various Temperature Levels

Reti Meilita¹, Devi Tanggasari^{1*}

¹Program Studi Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Teknologi Pertanian, Sumbawa, Indonesia

INFORMASI ARTIKEL

Genesis artikel:

Diterima :
12-Juli-2023
Disetujui :
31-Juli- 2023

Keywords:

Drying
Moringa Oleifera
Temperature
Tray Dryer

Kata Kunci:

Daun Kelor
Pengeringan
Suhu
Tray Dryer

ABSTRACT

Moringa oleifera is a plant commonly found in tropical and subtropical regions such as Indonesia. Minimum utilization of Moringa leaves is one of the problems amid the abundant availability of Moringa leaves. Drying process using a tray-dryer (rack-type drier) is one suitable method for handling moringa leaves. This study aimed to determine the effect of using a tray dryer on the reseach parameters; moisture content, relative humidity, drying rate and moisture ratio. The method in this study, a one-factor completely randomized design (RAL) was used with 3 treatments (45°C, 50°C and 55°C)with a drying time of 1 hour. Research data were analyzed using SPSS. The results showed that the drying temperature had a significant effect on moisture content, relative humidity, drying rate, moisture ratio. The best treatment was at a drying temperature of 55°C which resulted in a moisture content value of 27,56%, a relative humidity of the drying chamber of 32,20%, a drying rate of 0,148 kg/s, and a moisture ratio of up to 0.

ABSTRAK

Kelor atau Moringa oleifera merupakan tanaman yang banyak ditemukan di daerah tropis maupun subtropis seperti Indonesia. Kurangnya pemanfaatan daun kelor menjadi salah satu masalah ditengah melimpahnya ketersediaan daun kelor. Pengeringan merupakan salah satu upaya untuk memperpanjang umur simpan dari daun kelor yang mudah rusak. Proses pengeringan menggunakan tray-dryer (pengering tipe rak) merupakan salah satu metode yang cocok untuk penanganan daun kelor. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penggunaan mesin pengering tray dryer terhadap parameter penelitian yaitu kadar air, kelembaban relatif, laju pengeringan dan moisture ratio. Pada penelitian ini menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) satu faktor dengan 3 perlakuan yaitu (45°C, 50°C dan 55°C) dan waktu pengeringan selama 1 jam. Adapun data hasil penelitian dianalisis menggunakan SPSS. Hasil penelitian menunjukkan bahwa suhu pengeringan memberikan pengaruh signifikan terhadap Kadar air, kelembaban relatif, laju pengeringan, moisture ratio. Perlakuan terbaik terdapat pada suhu pengeringan 55°C yang menghasilkan nilai kadar air sebesar 27,56%, kelembaban relatif ruang pengering sebesar 32,20%, laju pengeringan sebesar 0,148 kg/s, dan moisture ratio hingga mencapai 0.

1. PENDAHULUAN

*PenulisKorespondensi :

Email: devi.tanggasari@uts.ac.id
doi: 10.30812/jtmp.v2i1.3144

Hak Cipta © 2022 Penulis, Dipublikasi oleh Jurnal Teknologi dan MutuPangan

Ini adalah artikel akses terbuka di bawah lisensi CC BY-NC-SA (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>)

Cara Sitasi: Meilita, R., & Tanggasari, D. (2023). Pengaruh Penggunaan Tray Dryer Pada Proses Pengeringan Daun Kelor Terhadap Karakteristik Kimianya: Kajian Suhu. *Jurnal Teknologi Dan Mutu Pangan*, 2(1), 107-116.

<https://doi.org/https://doi.org/10.30812/jtmp.v2i1.3144>

Tanaman kelor merupakan tanaman yang dapat tumbuh dengan cepat, berumur panjang, berbunga sepanjang tahun, dan tahan kondisi panas ekstrim. Tanaman ini berasal dari daerah tropis dan subtropis di Asia Selatan. Hampir semua dari bagian tanaman kelor bermanfaat dalam kehidupan manusia dan berkhasiat sebagai obat. Daun kelor mengandung zat-zat yang berpotensi sebagai antioksidan seperti berbagai jenis vitamin, flavonoid, alkaloid dan tanin yang dapat dijadikan makanan untuk mengatasi gizi pada bayi, anak-anak, orang dewasa serta dijadikan suplemen dan obat-obatan (Hanarisetnya, 2019). Komponen utama tanaman kelor (*Moringa oleifera* L.) yang banyak digunakan di Indonesia adalah daun. Secara umum, daun kelor dimanfaatkan sebagai sayuran, obat tradisional dan sebagai bahan ritual adat. Salah satu kegunaan daun kelor adalah untuk mengobati penyakit ginjal dengan cara mengurangi jumlah daun kelor yang telah dipanaskan dan ditumbuk hingga halus, ditambahkan air kelapa, kemudian disaring kemudian tambahkan madu (Oktafiani, 2018). Akar tanaman kelor biasanya digunakan untuk mengobati penyakit kolestrol, batuk, demam, asam urat, dan kencing manis. Batang tanaman kelor biasa digunakan untuk pakan ternak dan obat sakit perut. Sementara buah tanaman kelor biasa digunakan sebagai sayuran (Bahriyah *et al.*, 2015). Tidak hanya itu, Biji kelor merupakan salah satu tanaman yang dapat dipergunakan sebagai salah satu koagulan alami alternatif yang tersedia secara lokal (Rustiah & Andriani, 2018).

Pengolahan daun kelor di Indonesia belum banyak dilakukan, hal tersebut dikarenakan kurangnya pengetahuan masyarakat dalam melakukan pemanfaatan daun kelor. Daun kelor memiliki sifat fisik yang mudah rusak setelah dipanen dari pohonnya. Oleh karena itu, proses pengolahan daun kelor diperlukan agar masa simpan lebih panjang. Salah satu alternatif metode pengolahan daun kelor yaitu dengan cara pengeringan (Dewi, 2016). Pengeringan merupakan suatu cara yang digunakan dalam teknologi pangan untuk memperpanjang masa simpan produk dengan cara menguapkan sebagian besar kadar air tertentu dengan menggunakan energi panas sehingga menghambat laju kerusakan bahan akibat aktifitas biologis dan kimia. Energi panas tersebut biasanya berupa udara dengan suhu tinggi (Hatta *et al.*, 2019). Pada umumnya, pengeringan dapat dilakukan dengan bantuan cahaya matahari (penjemuran) maupun dengan menggunakan alat pengering mekanis (Tanggasari *et al.*, 2023). Keuntungan dari proses penjemuran yaitu bersifat murah karena pengeringan menggunakan sinar matahari langsung. Pengeringan dengan bantuan cahaya matahari mempunyai kekurangan yaitu pengeringan tidak konstan dan suhu pengeringan tidak dapat diatur sehingga menyebabkan waktu penjemuran tidak dapat ditentukan dengan cepat, selain itu kebersihan bahan kurang terjaga karena pengeringan dilakukan ditempat terbuka. Pengeringan dibawah sinar matahari juga membutuhkan waktu yang cukup lama dikarenakan bergantung pada kondisi cuaca dan musim yang sedang berlangsung (Tanggasari *et al.*, 2023) akibatnya proses pengeringan tidak berjalan dengan baik (Setyoko & Darmanto, 2012). Selain itu, proses pengeringan juga dapat dilakukan dengan menggunakan oven, suhu dalam ruang pengeringan dapat diatur sesuai keinginan dan sanitasi bahan terjaga, namun pengeringan dengan oven kurang efisien untuk pengeringan pangan dan sulit mengontrol suhu rendah sehingga pangan yang dihasilkan lebih rentan hangus (Windawati, 2016).

Salah satu alat pengering buatan yang dikembangkan adalah alat pengering *tray dryer*. Prinsip kerja utama dari mesin pengering *tray dryer* adalah udara panas yang diekstraksi dari sumber pemanas dan disalurkan ke setiap sudut ruang pengering melalui lubang-lubang yang terdapat pada rak-rak yang akan mengalir melewati bahan yang akan di keringkan dan melepaskan sebagian panasnya sehingga terjadi proses penguapan air dari bahan. Di dalam penggunaan alat ini perlu diperhatikan pengaturan suhu dan tebal tumpukan bahan yang di keringkan sehingga hasil kering yang diharapkan dapat tercapai (Tanggasari, 2014), sehingga metode pengeringan yang digunakan dalam penelitian ini ialah dengan menggunakan alat yang disebut *tray dryer* dengan sistem bertingkat.

Penggunaan *tray dryer* untuk pengeringan daun kelor dipilih karena mudah dioperasikan dan hasil pengeringan produk/bahan lebih optimal. Pengeringan dengan mesin *tray dryer* belum banyak dilakukan untuk mengeringkan daun

kelor karena merupakan inovasi metode pengeringan yang masih baru (Mujumdar, 2000). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan mesin pengering *tray dryer* terhadap kadar air, kelembaban relatif, laju pengeringan dan *moisture ratio* pengeringan daun kelor.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah satu set mesin *tray dryer* (tipe rak bertingkat), oven, timbangan digital fitur tare, termometer batang, desikator, cawan dan mangkuk plastik. Dan bahan yang digunakan dalam ini yaitu daun kelor yang diperoleh dari Sumbawa.

2.2. Prosedur Penelitian

Adapun prosedur penelitiannya adalah menyiapkan alat yaitu satu set mesin *tray dryer* (tipe rak bertingkat), timbangan digital fitur tare, termometer batang, dan mangkuk plastik, kemudian siapkan bahan yaitu daun kelor segar yang ditandai dengan warna hijau tua. Bahan ditimbang sebanyak 50 gr dan diletakkan pada bagian rak mesin *tray dryer*, kemudian dikeringkan pada suhu 45°C, 50°C dan 55°C selama 1 jam. Pengamatan dilakukan setiap 10 menit sekali dengan mengukur massa dan mengukur suhu bola basah dan suhu bola kering.

2.3. Analisis Kadar Air

Kadar air merupakan sejumlah air yang terkandung didalam suatu bahan pangan. Kadar air yang tinggi dapat menyebabkan bahan pangan mudah ditumbuhi mikroorganisme seperti kapang dan jamur (Kinanti, 2016). Untuk menentukan kadar air akhir bahan menggunakan mesin pengering *tray dryer*, daun kelor yang digunakan sebanyak 50 gram diletakkan pada bagian rak mesin *tray dryer*, kemudian dikeringkan pada suhu 45°C, 50°C dan 55°C selama 1 jam pada masing-masing suhu tersebut (Sudarmadji & Haryono, 1989). Perhitungan kadar air menggunakan persamaan (1).

$$Kabk (\%) = \frac{(W_0 - W_1)}{W_0} \times 100\% \quad (1)$$

Keterangan :

Kabk = Kadar air bahan basis kering (%)

W₀ = Berat sampel awal (gr)

W₁ = Berat sampel setelah dikeringkan (gr)

2.4. Kelembaban Relatif (Relative Humidity)

Kelembaban relatif udara berpengaruh terhadap proses perpindahan uap air dalam permukaan bahan. Dibandingkan dengan pengeringan pada kelembaban rendah, laju penguapan air pada kelembaban tinggi akan lebih lambat. Apabila kelembaban relatif semakin rendah, maka akan semakin banyak kemampuan dalam menyerap uap air. Kelembaban berkurang disebabkan oleh perbedaan tekanan uap antara lingkungan dan bahan permukaan (Murad *et al.*, 2015). Pada proses pengeringan, termometer yang diseimbangkan dengan kain basah yang digunakan di ruangan

pengering digunakan untuk mengukur suhu bola basah. Sebaliknya, termometer yang mendeteksi kering tanpa perlu kain basah digunakan untuk mengukur suhu bola kering. Tingkat kelembaban tersebut dapat diperoleh dari menginput suhu bola basah dan suhu bola kering menggunakan aplikasi psychrometric chart (Bala, 2016).

2.5. Laju Pengeringan

Jumlah air yang menguap dari bahan atau penurunan nilai kadar air suatu bahan selama proses pengeringan merupakan prinsip dari laju pengeringan (Fithriani *et al.*, 2016). Laju pengeringan dalam proses pengeringan suatu bahan menggambarkan cepat atau lambatnya suatu proses pengeringan. Pada laju pengeringan, suhu dan kecepatan pengering udara merupakan faktor yang dapat mempengaruhi laju pengeringan. Nilai laju pengeringan ditentukan oleh perhitungan berat bahan (berat awal, berat bahan pada waktu (t =jam), berat akhir) dan perubahan waktu setiap jam (Ishak, 2013) dan dihitung berdasarkan persamaan (2).

$$DR = \frac{W_t - W_{t-1}}{W_a} \times \frac{1}{t_2 - t_1} \quad (2)$$

Keterangan :

W_t = Berat awal

W_{t-1} = Berat bahan pada waktu (t =jam)

W_a = Berat bahan akhir

$t_2 - t_1$ = Perubahan waktu setiap jam

2.6. Moisture Ratio

Seperti halnya dengan laju kadar air, moisture ratio juga akan mengalami penurunan selama proses pengeringan (Yang *et al.*, 2018). Nilai moisture ratio ditentukan oleh perhitungan kadar air (awal, setiap saat dan konstan). Moisture ratio dihitung menggunakan persamaan (3).

$$MR = \frac{M_t - M_e}{M_o - M_e} \quad (3)$$

Keterangan:

MR = Rasio kelembaban

M_t = Kadar air pada saat t (waktu selama pengeringan = jam)

M_o = Kadar air awal (%)

M_e = Kadar air bahan konstan (%)

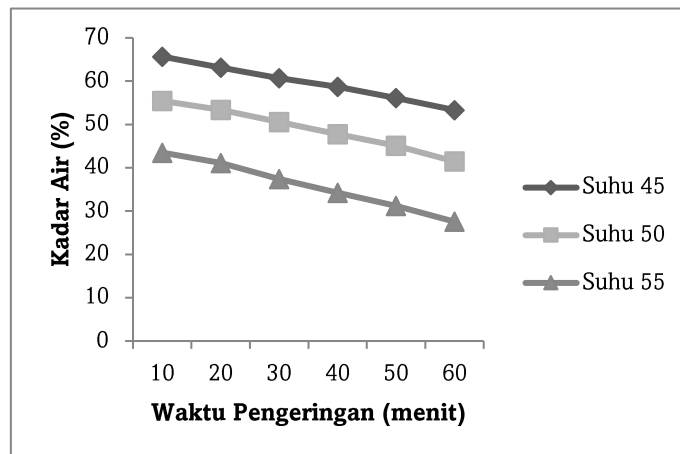
2.7. Analisis Data

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) satu faktor dengan tiga tingkat perlakuan suhu (45°C, 50°C dan 55°C). Hasil penelitian akan dianalisa dengan menggunakan uji ANOVA. Setiap perlakuan diulang sebanyak 3 kali ulangan, maka akan ada 9 unit percobaan pada penelitian ini. Jika terdapat perbedaan nyata, maka dilanjut uji Duncan dengan taraf signifikan 5%. Pengolahan data dilakukan menggunakan bantuan aplikasi SPSS.

2. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Uji Kadar Air

Persentase kadar air yang mempengaruhi mutu dari suatu bahan pangan, apabila kadar air tinggi maka akan menyebabkan bahan pangan mengalami kerusakan dan akan ditumbuhi oleh jamur yang tidak diinginkan (Hafiz & Tanggasari, 2023). Berdasarkan Gambar 1 yaitu menunjukkan penurunan nilai kadar air daun kelor selama proses pengeringan diiringi dengan bertambahnya suhu pengeringan. Pengamatan dilakukan setiap 10 menit sekali dengan waktu pengeringan selama 1 jam. Pada pengeringan suhu 45°C nilai kadar air diperoleh sebesar 53,34%, pada suhu 50°C diperoleh nilai kadar air yaitu sebesar 41,46%, sedangkan pada suhu 55°C yaitu sebesar 27,56%. Dari ketiga suhu tersebut dapat disimpulkan bahwa data kadar air daun kelor memiliki nilai kadar air yang tidak sama. Kadar air tertinggi terdapat pada perlakuan suhu 45°C, diikuti perlakuan suhu 50°C dan nilai kadar air terendah diperoleh pada perlakuan suhu 55°C. Hal ini menunjukkan bahwa semakin lama proses pengeringan dan suhu pengeringan yang lebih besar maka penurunan kadar air bahan semakin cepat. Sesuai dengan penelitian Fithriani *et al.* (2016) dan Riansyah *et al.* (2013) mengatakan bahwa jumlah energi panas yang dibutuhkan untuk menguapkan air yang terkandung di dalam bahan pada temperatur tinggi lebih besar sehingga penguapan air daun kelor lebih cepat.

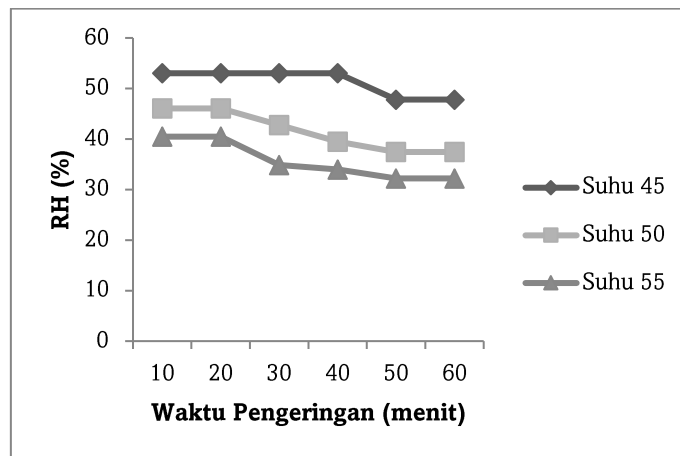


Gambar 1. Grafik Rata-rata Kadar Air pada Suhu 45°C, 50°C dan 55°C

Hasil uji ANOVA menunjukkan nilai F hitung (30,297) > F table (3,68) serta nilai P-value (0,000) < nilai α (0,05) maka bisa disimpulkan bahwa perlakuan perbedaan suhu pengeringan berpengaruh nyata terhadap kadar air daun kelor. Pada perlakuan suhu 45°C, 50°C dan 55°C yang digunakan menunjukkan jumlah nilai kadar air mengalami penurunan. Pada suhu 55°C merupakan perlakuan suhu terbaik karena mampu menghasilkan nilai kadar air paling rendah yaitu sebesar 27,56% dengan waktu pengeringan selama 1 jam. Namun nilai kadar air masih melebihi batas maksimum kadar air sesuai dengan SNI 01-2907-2008 (Badan Standarisasi Nasional, 2008) yaitu maksimal 10%. Hasil uji lanjut duncan menunjukkan nilai rata-rata kadar air dari ketiga perlakuan suhu masih sangat tinggi. Hal ini dikarenakan waktu pengeringan yang singkat menyebabkan jumlah uap air yang diuapkan masih dalam jumlah sedikit

3.2. Relative Humidity (RH)

Kelembaban udara berpengaruh terhadap proses pemindahan uap air. Laju penguapan air pada bahan akan lebih lambat pada kelembaban tinggi. Sementara kemampuan untuk menyerap udara akan meningkat jumlahnya pada kelembaban relatif rendah. Semakin rendah kelembaban relatif maka kemampuan menyerap uap air akan semakin banyak (Murad *et al.*, 2015). Adapun grafik kelembaban relatif ruang pengering dapat dilihat pada Gambar 2.



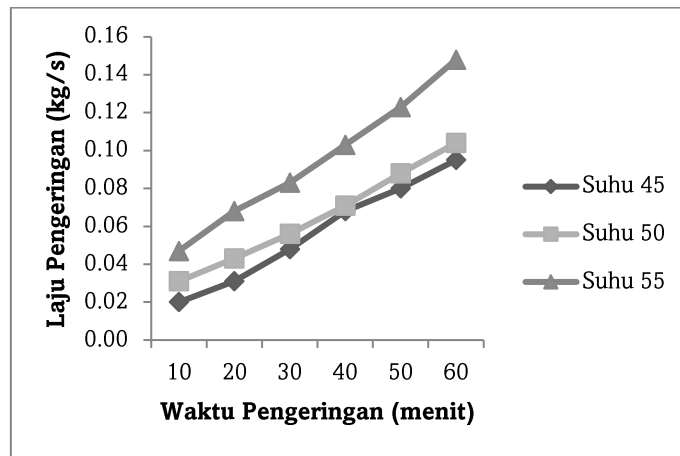
Gambar 2. Grafik Rata-rata RH pada Suhu 45°C, 50°C dan 55°C

Berdasarkan Gambar 2. dapat dilihat bahwa penurunan RH ruang pengering disebabkan oleh faktor suhu ruang pengering. Pada suhu 45°C nilai rata-rata RH yaitu 47,81%, pada suhu 50°C yaitu 37,43%, sedangkan pada suhu 55°C yaitu sebesar 32,20%. Hal ini menunjukkan bahwa RH ruang pengering tipe rak tersebut menghasilkan RH rata-rata 30%-50%. Maka dapat dinyatakan bahwa alat pengering *tray dryer* tipe rak dapat mengeringkan daun kelor dengan kecepatan aliran udara 3,65% dan 2,43%. Sesuai dengan pernyataan Tanggasari (2014) bahwa semakin tinggi suhu udara pengering maka RH akan semakin rendah sehingga kemampuan udara dalam menampung uap air semakin tinggi. Hal sebaliknya akan terjadi jika suhu pengeringan rendah, maka kelembaban relatif semakin tinggi (Aprilandani & Tanggasari, 2022).

Dari grafik diatas dapat disimpulkan bahwa hasil pengujian menunjukkan penurunan kelembaban relatif pada setiap suhu pengeringan. Hal ini disebabkan oleh suhu pengeringan yang meningkat menyebabkan kelembaban menurun. Kelembaban berkurang juga disebabkan oleh perbedaan tekanan antara permukaan bahan dan lingkungan. Suhu yang tinggi juga akan menyebabkan tekanan yang tinggi, sehingga mengakibatkan tekanan yang tinggi akan berpindah ke tekanan yang lebih rendah yaitu lingkungan (Maniah, 2013).

3.3. Laju Pengeringan

Laju pengeringan merupakan banyaknya jumlah uap air yang diuapkan per satuan waktu selama proses pengeringan (Hanafi *et al.*, 2017). Di bawah ini adalah grafik laju pengeringan pada suhu 45°C, 50°C, 55°C.



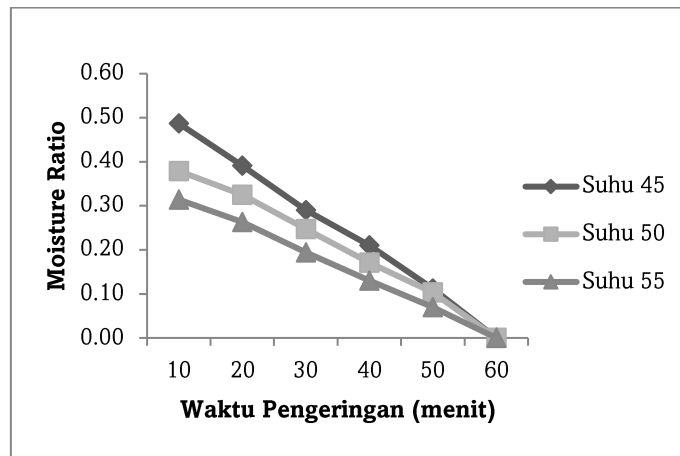
Gambar 3. Grafik Rata-rata Laju Pengeringan pada Suhu 45°C, 50°C dan 55°C

Hasil analisis pada Gambar 3 menunjukkan bahwa pola laju pengeringan pada setiap perlakuan mengalami penurunan pada awal pengeringan karena kandungan air bebas pada bahan tinggi sehingga mengindikasikan tingginya laju pengeringan. Semakin tinggi suhu pengeringan yang digunakan, maka laju pengeringan atau laju penguapan air pada bahan semakin meningkat. Pada suhu 45°C diperoleh laju pengeringan terkecil yakni sebesar 0.094 kg/s, sedangkan pada suhu 50°C laju pengeringan sebesar 0.104 kg/s. Dan laju pengeringan tertinggi diperoleh pada suhu 55°C yakni sebesar 0,148 kg/s. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi suhu pengeringan maka jumlah air yang diuapkan akan semakin banyak (Nursyafitri & Sari, 2022). Jumlah air yang hilang selama proses pengeringan dapat mempengaruhi laju pengeringan dan kadar air yang dihasilkan, sehingga dari hasil penelitian di atas dapat disimpulkan bahwa semakin meningkat suhu pengeringan pada massa yang dikeringkan, maka semakin tinggi laju pengeringan yang dicapai. Hal ini disebabkan karena semakin tinggi suhu pengeringan yang masuk ruang pengering dengan massa yaang rendah maka semakin banyak jumlah massa cairan yang diuapkan dari permukaan bahan serta laju pengeringan semakin meningkat (Pihirudin, 2018).

Hasil uji ANOVA menunjukkan nilai F hitung (9,261) > F table (3,68) serta nilai P-value (0,001) < nilai α (0,05) maka bisa disimpulkan bahwa perlakuan suhu berpengaruh terhadap laju pengeringan daun kelor. Karena berpengaruh pada perlakuan suhu maka selanjutnya dilakukan uji lanjut duncan. Hasil uji lanjut duncan diperoleh hasil variasi suhu 45°C tidak berbeda nyata dengan variasi suhu 50°C yang artinya nilai laju pengeringan pada variasi suhu tersebut menghasilkan nilai yang hampir sama. Pada variasi suhu 45°C dan 50°C berbeda nyata dengan suhu 55°C atau tidak sama. Sehingga dapat disimpulkan bahwa laju pengeringan dengan perlakuan suhu terbaik terdapat pada suhu 55°C yang mampu menguapkan air bahan lebih banyak yaitu sebesar 0,148 kg/s.

3.4. Moisture Ratio

Serupa dengan laju penurunan kadar air, begitu pula dengan rasio kelembaban. Pengeringan yang dilakukan pada tiga tingkat level suhu sangat berpengaruh pada nilai MR yang dihasilkan, semakin tinggi suhu pengeringan maka nilai MR semakin rendah (Tanggasari & Jatnika, 2023). Di bawah ini merupakan grafik *moisture ratio* pada suhu 45°C, 50°C dan 55°C.



Gambar 4. Grafik Rata-rata *Moisture Ratio* pada Suhu 45°C, 50°C dan 55°C

Berdasarkan Gambar 4.4 merupakan pola penurunan nilai MR (*Moisture Ratio*) terhadap lama pengeringan. Dapat dilihat pada suhu 45°C, 50°C dan 55°C diatas, penurunan nilai MR hingga mencapai angka 0. Hasil analisis *moisture ratio* menunjukkan tingkat penurunan secara terus-menerus selama proses pengeringan. Dari ketiga perlakuan suhu selama 1 jam pengeringan menunjukkan penurunan *moisture ratio* berkisar antara 0,1-0,2. Sehingga dapat disimpulkan bahwa dengan naiknya tingkat suhu pengeringan, rasio kelembaban akan semakin rendah, ini disebabkan karena banyaknya air yang menguap dengan cepat pada suhu tinggi (Fithriani *et al.*, 2016). Hal ini juga sesuai dengan pernyataan Maniah (2013) bahwa semakin kecil nilai MR yang diperoleh sehingga waktu yang dibutuhkan untuk proses pengeringan semakin sedikit.

3. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian pengeringan daun kelor dengan menggunakan metode pengeringan mesin *tray dryer* dapat disimpulkan bahwa perlakuan suhu terbaik terdapat pada suhu 55°C dimana diperoleh nilai kadar air sebesar 27,56%, kelembaban relatif sebesar 32,20%, laju pengeringan sebesar 0,094 kg/s dan *moisture ratio* mencapai 0. Namun dalam penelitian ini perolehan nilai kadar air belum mencapai standar SNI 01-2907-2008 yaitu maksimal 10%. Sedangkan perlakuan terendah terdapat pada suhu 45°C dimana nilai kadar air masih sangat tinggi yaitu sebesar 53,34%, kelembaban relatif sebesar 47,81%, dan laju pengeringan masih sangat kecil dibandingkan dengan perlakuan suhu 50°C dan 55°C yaitu sebesar 0,094 kg/s.

4. UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan Terimakasih diucapkan kepada seluruh pihak yang berperan dalam penelitian ini.

5. DEKLARASI

Pernyataan Kepentingan Bersaing

Artikel ini dan isinya belum pernah dipublikasikan sebelumnya oleh salah satu penulis, juga tidak sedang dipertimbangkan untuk dipublikasikan di jurnal lain saat ini. Semua penulis telah melihat dan menyetujui naskah yang direvisi untuk diserahkan.

Taknonomi Peran Kontributor

Reti Meilita: Penulisan – draf asli, semua penulis menulis naskah dan menyetujui versi finalnya. **Devi Tanggasari:** Menulis – draf asli. Semua penulis menulis naskah dan menyetujui versi finalnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Aprilandani, S., & Tanggasari, D. (2022). PENGARUH SUHU DAN KELEMBABAN TERHADAP PRODUK PISANG SALE PADA VARIASI JENIS KEMASAN DENGAN LAMA WAKTU PENYIMPANAN. *Protech Biosystems Journal*, 2(2), 91–97.
- Badan Standarisasi Nasional. (2008). SNI 01-2907-2008. *Biji Kopi*.
- Bahriyah, I., Hayati, A., & Zayadi, H. (2015). Studi Etnobotani Tanaman Kelor (*Moringa oleifera*) di Desa Sumber Kecamatan Tambelangan Kabupaten Sampang Madura. *Jurnal Ilmiah Biosaintropis (Bioscience-Tropic)*, 1(1).
- Bala, B. K. (2016). *Drying and storage of cereal grains*. John Wiley & Sons.
- Dewi, F. K. (2016). Pembuatan cookies dengan penambahan tepung daun kelor (*Moringa oleifera*) pada berbagai suhu pemanggangan. Fakultas Teknik Unpas.
- Fithriani, D., Assadad, L., & Siregar, Z. A. (2016). Karakteristik dan model matematika kurva pengeringan rumput laut *Eucheuma cottonii*. *JPBKP*, 11, 159-170.
- Hafiz, M. H., & Tanggasari, D. (2023). The Effect of Maturity Quality of Kepok Banana on the Sweetness Level of Banana Sale. *Protech Biosystems Journal*, 3(1), 26–35.
- Hanafi, R., Siregar, K., & Nurba, D. (2017). Modifikasi dan uji kinerja alat pengering energi surya-hybrid tipe rak untuk pengeringan ikan teri. *Rona Teknik Pertanian*, 10(1), 10–20.
- Hanarisetya, N. (2019). Pengaruh Cara Pengeringan dan Perebusan Terhadap Aktivitas Antioksidan dan Mutu Organoleptik Daun Kelor (*Moringa Oleifera* Lamk). *Universitas Sahid Jakarta*.
- Hatta, M., Syuhada, A., & Fuadi, Z. (2019). Sistem pengeringan ikan dengan metode hybrid. *Jurnal Polimesin*, 17(1), 9–18.
- ISHAK, I. (2013). MODEL PENGERINGAN LAPISAN TIPIS CENGKEH (*Syzigium aromaticum*). Universitas Hasanuddin.
- Maniah, S. (2013). Karakteristik Pengeringan Biji Kakao (*Theobroma Cacao*) Pada Alat Pengering Hybrid Tenaga Surya (Surya-Listrik) Tipe Rak. *Skripsi. Fatepa. UNRAM. NTB*.
- Mujumdar, A. S. (2000). *Drying technology in agriculture and food sciences*. Science Publishers, Inc.
- Murad, M., Sabani, R., & Putra, G. M. D. (2015). Pengeringan Biji Kemiri pada Alat Pengering Tipe Batch Model Tungku Berbasis Bahan Bakar Cangkang Kemiri (Drying of pecan seed using Batch Type dryer with pecan sheel fuel): Drying of Pecan Seed using Batch Type dryer with Pecan Sheel Fuel. *Jurnal Ilmiah Rekayasa Pertanian Dan Biosistem*, 3(1), 122–127.
- Nursyafitri, I., & Sari, D. T. (2022). PENGARUH PENGERINGAN MENGGUNAKAN OVEN TERHADAP SUHU, KELEMBABAN, KADAR AIR PRODUK PISANG SALE DENGAN BAHAN DASAR PISANG KEPOK. *Protech Biosystems Journal*, 2(2), 57–64.
- Oktafiani, R. (2018). Etnobotani Tumbuhan Obat Pada Masyarakat Desa Rahtawu Di Lereng Gunung Muria Kudus

- (Sebagai Sumber Belajar Mata Kuliah Biologi Tumbuhan Obat Berbentuk Majalah). *Fakultas Sains Dan Teknologi Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang*, 151(2).
- PIHIRUDIN, M. O. H. (2018). PENGARUH VARIASI KECEPATAN UDARA DAN MASSA BAHAN PADA ALAT FLUIDIZED BED DENGAN PIPA PENUKAR KALOR TERHADAP WAKTU PENGERINGAN GABAH. Universitas Mataram.
- Riansyah, A., Supriadi, A., & Nopianti, R. (2013). Pengaruh perbedaan suhu dan waktu pengeringan terhadap karakteristik ikan asin sepat siam (*Trichogaster pectoralis*) dengan menggunakan oven. *Jurnal Fishtech*, 2(1), 53–68.
- Rustiah, W., & Andriani, Y. (2018). Analisis Serbuk Biji Kelor (*Moringa Oleifera*, Lamk) Dalam Menurunkan Kadar COD Dan BOD Pada Air Limbah Jasa Laundry. *Indonesian Journal of Chemical Research*, 5(2), 96–100.
- Setyoko, B., & Darmanto, S. (2012). Peningkatan Kualitas Pengeringan Ikan Dengan Sistem Tray Drying. In *Prosiding Seminar Sains Nasional dan Teknologi* (Vol. 1).
- Sudarmadji, S., & Haryono, B. (1989). Analisa bahan makanan dan pertanian. Yogyakarta: Liberty Yogyakarta bekerja sama dengan Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi Universitas Gadjah Mada.
- Tanggasari, D. (2014). Sifat Teknik dan Karakteristik Pengeringan Biji Jagung (*Zea Mays L.*). *Pada Alat Pengering Fluidized Beds. Fatepa. UNRAM*.
- Tanggasari, D., Ariskanopitasari, A., & Afgani, C. A. (2023). Characteristics of drying banana kepok based on the thickness of the slices and the alternating process in making banana sale. *Jurnal Agrotek Ummat*, 10(1), 66–75.
- Tanggasari, D., & Jatnika, A. R. (2023). Pengaruh Pengeringan Lapis Tipis Jagung (*Zea mays L.*) sebagai Bahan Pakan dengan Suhu yang Berbeda. *Jurnal Keteknik Pertanian Tropis Dan Biosistem*, 11(1), 73–81.
- Tanggasari, D., Nelwan, L. O., Yulianto, M., & Astika, I. W. (2023). Pengaruh Tinggi Tumpukan dan Proses Tempering Terhadap Mutu Gabah yang Dikeringkan dengan Fluidized Bed Dryer. *Warta Industri Hasil Pertanian*, 39(2), 95–103.
- Windawati, V. (2016). Kajian Mutu Fisik Tepung Wortel (*Daucus carota L.*) Hasil Pengeringan Menggunakan Oven.
- Yang, L., Hu, Z., Yang, L., Xie, S., & Yang, M. (2018). Hot-air drying characteristics and quality evaluation of bitter melon slice. *INMATEH-Agricultural Engineering*, (2).