

Proses Pengeringan Benih Semangka Non-Biji Dengan Memanfaatkan Panas *Tray Dryer*

Drying Process of Seedless Watermelon Seeds Using Tray Dryer

Siswoyo Soekarno¹, Indarto Indarto¹, Amal Bahariawan¹, Agus Dharmawan¹, Achmad Ivo Joan Pamungkas¹, Nova Sulung Arjarsari¹

¹Program Studi Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember
E-mail*: siswoyo.s@unej.ac.id

Received:
6 November 2023

Revised:
26 February 2024

Accepted:
26 March 2024

Published:
27 March 2024

DOI:
10.29303/jrpb.v12i1.580

ISSN 2301-8119, e-ISSN
2443-1354

Available at
<http://jrpb.unram.ac.id/>

Abstract: The study aimed to design and assess the heat flow capability of a tray dryer to support the process of supplying seedless watermelon seeds. Researchers collaborated with farmers in Seputih Mayang Village, Jember, who partnered with seeds producer of PT East West Seed Indonesia. Drying with a tray dryer that is composed of a frame, plywood walls, heating source, air exhaust cavity, shelves, thermostat, blower, and digital temperature measuring device; heat circulation moves in a zigzag manner. Determination of heat in drying by measuring temperature changes on each shelf. Shelf 1 (bottom) received the most significant heat than the upper shelves. To reduce the moisture content by 12%, the drying machine consumes 2.272 kWh of energy or equivalent to 8179.5 kJ, while the heat released during drying is 1603.800 kJ. Thus, the efficiency of the drying machine is 19.59%.

Keywords: heat; seedless watermelon seeds; tray dryer

Abstrak: Penelitian mempunyai tujuan merancang dan menilai kemampuan aliran panas pada pengeringan tray dryer untuk menunjang proses pemasokan benih semangka non-biji. Peneliti bekerja sama dengan petani Desa Seputih Mayang Jember yang bermitra dengan perusahaan produsen benih PT East West Seed Indonesia. Pengeringan tray dryer yang tersusun atas rangka, dinding triplek, sumber pemanas, rongga pembuangan udara, rak, thermostat, blower, serta alat pengukur temperatur digital; sirkulasi panas bergerak dengan zig-zag. Penentuan panas pada pengeringan dengan mengukur pergantian temperatur pada setiap rak. Rak 1 (bawah) mendapatkan panas paling signifikan daripada rak lebih atas. Untuk menurunkan kadar air sebesar 12%, mesin pengering mengonsumsi energi sebesar 2,272 kWh atau setara dengan 8179,5 kJ, sementara kalor yang dilepas selama pengeringan adalah sebesar 1603,800 kJ. Sehingga, didapat efisiensi mesin pengering sebesar 19,59%.

Kata kunci: benih semangka non-biji; panas; pengering rak

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Semangka (*Citrullus vulgaris* Schard L.) ialah salah satu tanaman hortikultura semusim dan termasuk dalam famili *Cucurbitaceae* (Lubis et al., 2021). Buah semangka berbentuk bulat hingga oval, memiliki kulit lunak dengan warna hijau pekat atau muda dengan larik-larik hijau tua dan daging buah berwarna merah atau kuning (Gunawan, 2014). Buah ini memiliki kandung air yang mencapai 92%, karbohidrat 7% dan sisanya adalah vitamin yang sangat bermanfaat bagi tubuh (Yusfarani & Zaleha, 2020). Kandungan gizi daging semangka antara lain Vitamin A equiv. 28 mg (3%), Vitamin B6 0,045 mg (3%), Vitamin C 8,1 mg (14%), 7 mg Kalsium (1%), Magnesium 10 mg (3%), Fosfor 11 mg (2%) (Gunawan, 2014).

Volume permintaan semangka non-biji tergolong tinggi sehingga tidak jarang permintaan tersebut tidak terpenuhi, sehingga harus digantikan dengan semangka berbiji

(Nugrahini, 2015). Tanaman semangka non-biji adalah semangka hibrida F1 (F1 hybrid) dari hasil persilangan antara semangka jantan diploid (2n) dan semangka betina tetraploid (4n). Semangka diploid (2n) adalah semangka berbiji yang biasa dimakan, sedangkan semangka tetraploid (4n) dihasilkan melalui proses perlakuan kimiawi dengan zat *colchicines* (Sunarlim et al., 2012). Menurut Sunyoto (2010), semangka merupakan tanaman semusim dimana siklus vegetatif dan generatif hanya dialami sekali dalam siklus hidupnya. Tanaman semangka jenis triploid ini mempunyai daya vitalitas rendah sehingga memerlukan suhu udara yang cukup tinggi agar per-kecambahannya dapat tumbuh dengan baik. Tanaman semangka non-biji sebenarnya masih mempunyai bunga betina dan jantan yang utuh, namun benang sari dan calon bijinya mandul sehingga biji tidak mampu bentuk (Yusfarani & Zaleha, 2020).

Semangka yang disukai dan banyak dicari konsumen adalah semangka non-biji. Untuk pembudidayaan oleh petani, proses penyediaan benih semangka non-biji dilakukan dengan cara membudidayakan semangka yang secara khusus dipanen bijinya. Produksi benih ini dilakukan oleh perusahaan penyedia benih dengan memfasilitasi petani berdasarkan konsep kemitraan. Petani mitra bekerja mulai dari penyediaan lahan, penanaman, pemelihara-an, pemanenan, sampai penanganan benih yang memenuhi syarat yang diminta perusahaan. Pada kegiatan penanganan ini, terjadi proses pemisahan biji semangka dari daging buah, pencucian, dan pengeringan (kering angin) hingga mencapai kadar air 11%.

Benih adalah benih yang telah disiapkan untuk tanaman dan telah melalui prosedur seleksi untuk menjamin proses tumbuh yang baik (Nofianti, 2021). Sedangkan Menurut Prajnanta (2003), beih semangkan yang non-biji mempunyai daya kecambah yang paling rendah (<75%) dibandingkan dengan jenis semangka yang berbiji. Pengeringan yang sesuai dapat menjamin daya kecambah yang baik setelah dilakukan proses penyimpanan benih selama kurun waktu tertentu sampai benih tersebut ditanam.

Pengeringan benih semangka bertujuan untuk menghilangkan kadar air pada biji. Tidak seperti pada benih ortodoks yang dapat dikeringkan sampai kadar air rendah, benih semangka termasuk dalam benih rekalsitrans yang tidak bisa dikeringkan dalam waktu lama dan temperatur tinggi karena akan membuat benih mati (Wahyuni et al., 2021). Oleh sebab itu, pengeringan benih semangka non-biji dapat diterapkan secara kering udara atau kering angin.

Pengeringan merupakan suatu proses mengeluarkan atau menghilangkan air yang ada pada bahan melalui pemberian energi panas (Asrianto et al., 2018 & Alit dan Susana, 2020). Pengeringan dapat dilakukan baik secara konvensional menggunakan energi matahari atau menggunakan mesin. Menurut Anjarsari (2020) , para petani masih mengandalkan cuaca untuk mengeringkan bahan yaitu dengan memanfaatkan cahaya matahari (*sun drying*) . Penggunaan energi matahari memiliki kelebihan dari segi biaya dan kapasitas bahan, namun akibat pengaruh cuaca, panas yang diberikan fluktuatif dan tidak dapat dikontrol. Selain itu, pengeringan langsung memiliki kelemahan yakni bahan yang dikeringkan dapat terkontaminasi benda asing, sehingga mengakibatkan menurunnya kualitas dan memerlukan biaya tambahan untuk penyortiran (Nur, S., dkk., 2022). Pada proses pengeringan biji semangka untuk kebutuhan produksi benih, apabila dilakukan dengan cara konvensional, keterbatasan waktu proses pengeringan dan daya kecambah benih yang baik tidak dapat dijamin, sehingga memerlukan suatu mesin pengering yang dapat dikendalikan waktu dan temperaturnya selama proses pengeringan (Soekarno, dkk., 2023 & Syahrul, dkk., 2016). Pengeringan menggunakan alat pengering mekanis membutuhkan waktu yang lebih singkat dari pengeringan konvensional. Pengeringan mekanis memerlukan sumber panas buatan yang berasal dari bahan bakar biomassa, bahan bakar minyak dan gas, elemen pemanas tenaga listrik (Margana, 2017). Salah satu jenis pengeringan yang dapat diaplikasikan untuk pengeringan benih dengan panas

dapat terkontrol adalah pengering rak (suhu dan waktu pengeringan dapat dikendalikan dan kebersihannya dapat dipantau dibandingkan pengeringan konvensional dengan lantai jemur). Sumber pemanas pada pengering rak dapat berasal dari pembakaran biomassa, gas, dan pemanas listrik (Rahayuningtyas dan Kuala, 2016)

Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk mendukung petani mitra PT East West Seed Indonesia di Desa Seputih Kecamatan Mayang Kabupaten Jember dalam menyediakan benih semangka *seedless*. Penelitian dilakukan dengan merancang dan meng-evaluasi kinerja pengering rak (*tray drier*) yang dikembangkan untuk skala rumahan atau kelompok tani semangka produsen benih semangka non-biji yang suhu dan waktu pengeringannya, serta kebersihannya dapat dikendalikan. Mesin pengering *tray drier* diharapkan dapat meningkatkan proses pengeringan yang efektif dan efisien sehingga dapat menghasilkan benih semangka berkualitas.

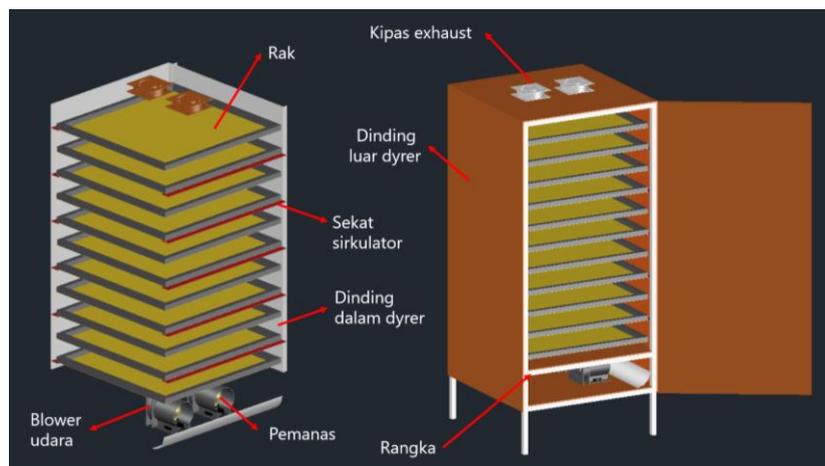
METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat

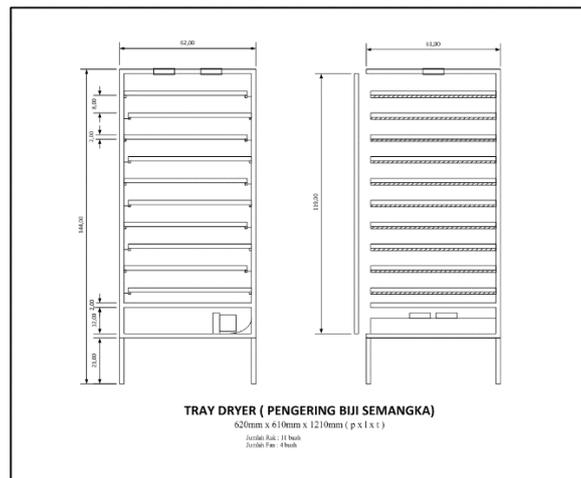
Perancangan pengering rak (*tray drier*) dilakukan di Bengkel Alat Mesin Pertanian “Sinar Alam” Jember. Pengering rak didesain terdapat 11 rak dengan mengalirkan udara secara zig-zag berbentuk spiral dengan melalui sela-sela antara rak pengering. Pengujian pengering dilakukan di Laboratorium Rekayasa Alat dan Mesin Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember. Benih semangka non-biji diperoleh dari petani mitra PT East West Seed Indonesia yang berlokasi di Desa Seputih, Kecamatan Mayang, Kabupaten Jember.

Alat dan Bahan

Peralatan serta bahan dipergunakan saat penelitian ini diantaranya ada mesin *tray drier* (Gambar 1) telah didukung oleh blower, termostat, dan elemen pemanas (Rahmanto dan Majanasastra, 2019; Mulkan dan Zulfadli, 2021). Peralatan yang digunakan yaitu wattmeter, timbangan digital, dan anemometer. Suhu udara diuji memakai alat ukur digital yaitu Arduino, SD-card, *project board*, sensor DHT22, kabel jumpe, Modul SD-Card, Modul RTC, kabel sensor, LCD 20x4, dan *power supply*. Biji yang dikeringkan untuk penelitian yaitu 5,5 kg benih semangka non-biji (Puspasari, et al., 2020)



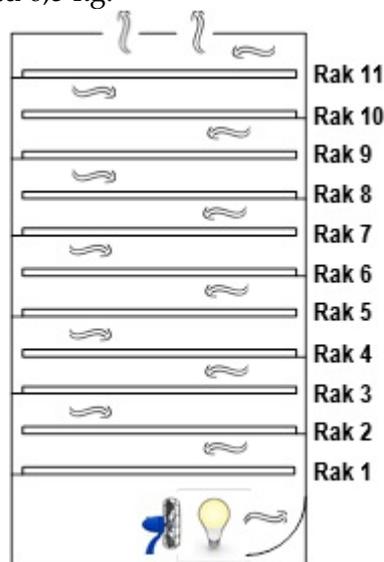
(a)



(b)

Gambar 1. Tray drier untuk kering angin biji semangka (a: tampak orthogonal 3 dimensi; b: tampak depan dan samping 2 dimensi)

Penelitian ini memanfaatkan prinsip perputaran udara panas bergerak berliku-liku yang berbentuk lilitan (Gambar 2). Komponen pemanas dengan menggunakan dua lampu pijar yang hasilkan energi panas dialirkan oleh blower dan melintasi ruas antar rak, pergerakan panas menuju rak bagian paling atas dan keluar melalui blower pada rongga pengeluaran. Menurut Suwarti, dkk. (2021) dan Nabila (2022), mekanisme kerja alat adalah sumber pemanas dilewati udara kering lalu melintasi bahan sehingga mengeluarkan air pada bahan ke lingkungan. Pengering dirancang mempunyai ukuran seluas $620 \times 610 \times 1.210$ mm, serta terdapat 11 bagian rak yang berjarak antar rak 90 mm, serta berat benih semangka yang ditampung di tiap-tiap rak yaitu 0,5 kg.



Gambar 2. Sirkulasi tray dryer

Tahap Pengambilan Data

Pertama menghidupkan tray dryer serta pengambilan data diawal dan mengatur suhu udara pada kondisi konstan 35°C 5,5 kg biji semangka disiapkan untuk dikeringkan. Biji semangka sudah mengalami perlakuan putaran (oleh mesin spin) untuk memisahkan sebagian air. Biji semangka kemudian ditempatkan pada masing-masing rak 0,5 kg. Ukur

perubahan temperatur udara secara simultan pada rak dengan merekamnya dengan memakai alat ukur digital yang telah dilengkapi 11 sensor yang tertempel pada setiap rak. Ukur juga kecepatan udara yang keluar dari pengering pada *exhaust blower* dengan anemometer (Syafriada, dkk., 2018). Pengujian ini dilakukan selama 5 jam.

Analisis Data

Distribusi temperatur udara

Pola perubahan temperatur ditunjukkan pada grafik dengan variabel y yaitu temperatur udara dan variabel x adalah lama waktu pengeringan (5 jam) untuk mendapatkan kondisi kering angin (sebagai syarat pemenuhan pengeringan biji untuk kebutuhan benih).

Kadar Air

Perubahan kadar air terhadap waktu dihitung berdasarkan kadar air basis basah (%bb) dari pengukuran berat bahan dengan selang waktu tertentu selama proses pengeringan berlangsung, berat kering bahan dan berat air dalam bahan, dengan rumus sebagai berikut:

- a. Berat bahan (W_i)

$$W_i = W_k - W_{pan} \dots\dots\dots(1)$$

- b. Berat kering dari bahan (W_{bk})

$$W_{bk} = \frac{100 - M_i}{100} \times W_i \dots\dots(2)$$

- c. Banyaknya air dalam bahan (W_a)

$$W_a = W_i - W_{bk} \dots\dots\dots(3)$$

- d. Kadar air bahan selama pengeringan (M_p)

$$M_p = \frac{W_a}{W_i} \times 100\% \dots\dots\dots(4)$$

Keterangan:

- W_i = Berat Bahan (g)
- W_k = Berat Wadah (g)
- M_i = Kadar air awal (%)
- W_a = Banyaknya air dalam bahan (g)
- M_p = Kadar air bahan selama pengeringan (%)

Kalor yang dilepas selama proses pengeringan

Dalam pengeringan biji semangka, terdapat dua proses penting: pemanasan biji semangka dan penguapan kandungan air dalam biji semangka. Taib *et al.*, (1988) menyatakan bahwa energi panas untuk pengeringan bahan dapat menggunakan rumus berikut:

$$q_{pb} = q_{sb} + q_{lb} \dots\dots\dots(5)$$

Keterangan:

- q_{pb} =Energi pengeringan biji semangka [J]
- q_{sb} =Energi pemanas biji semangka [J]
- q_{lb} =Kebutuhan energi untuk penguapan air dalam biji semangka [J]

Kebutuhan energi memanaskan biji semangka dapat menggunakan rumus berikut:

$$q_{sb} = m_g \cdot C_{pg} \cdot \Delta T \dots\dots\dots(6)$$

Keterangan:

- m_g =Massa awal bahan biji semangka [kg]
- C_{pg} =Panas jenis biji semangka yang dikeringkan [J/kg C]
- ΔT =Ketidaksamaan suhu awal dan target [°C]

Kemudian energi yang dibutuhkan menguapkan biji semangka dapat dilihat dengan rumus berikut:

$$q_{lb} = m_{ab} \cdot \lambda_a \dots\dots\dots(7)$$

Keterangan:

m_{ab} =Penguapan massa air pada bahan [kg]

λ_a =Penguapan air pada laten[J/kg]

Efisiensi daya tray drier (η)

Efisiensi daya dapat ditentukan dengan membandingkan jumlah kalor yang dilepas dengan jumlah kalor yang digunakan. Adapun persamaan efisiensi daya tray drier adalah sebagai berikut:

$$\eta = \frac{\text{kalor yang dilepas}}{\text{kalor yang digunakan}} \times 100\% \dots\dots\dots(8)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Prinsip Kerja Tray Dryer

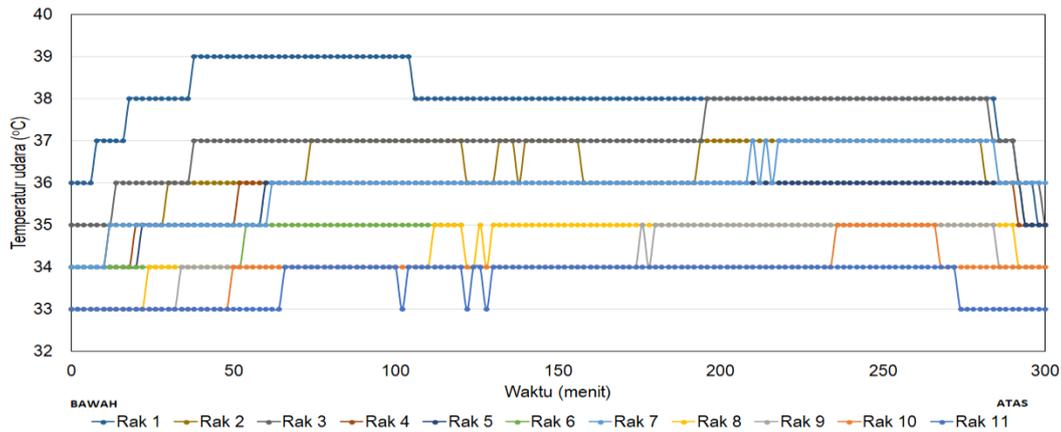
Pengeringan benih semangka di lokasi penelitian dilakukan kurang lebih 10 jam. Sebelum proses, biji semangka untuk benih mendapat perlakuan putaran (*spin*) dengan mesin pengesat untuk memisahkan air yang menempel pada kulit biji. Setelah biji kesat, biji siap diaplikasikan ke dalam pengering rak. Selama proses, petani melakukan pembalikan (membolak-balik) biji agar proses kering angin merata dan menyeluruh. Selesai proses, benih disimpan pada wadah dan diangkut oleh perusahaan benih untuk menjamin ketersediaan benih pada musim tanam.

Distribusi Temperatur Udara

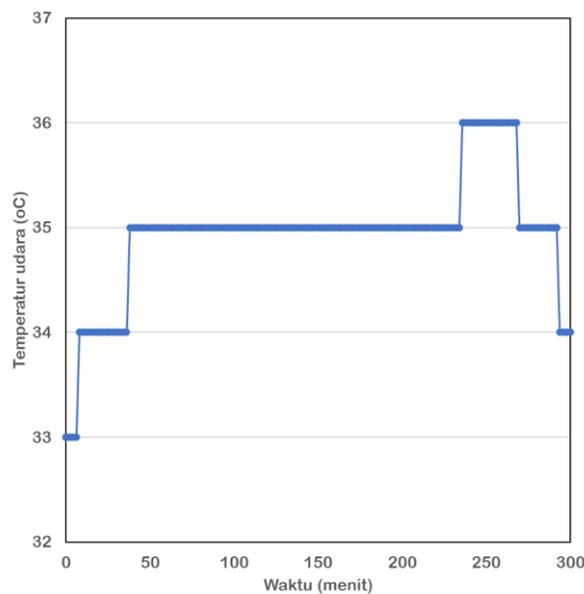
Hal yang sangat berpengaruh terhadap pengeringan pada persiapan benih semangka non-biji adalah temperatur udara (Riswandi et al., 2021). Pada tiap rak temperatur udara dihitung dengan alat ukur digital dengan menempatkan 11 sensor DHT22 pada ruang antar rak. Data *time series* temperatur kemudian tersimpan ke dalam SD-Card (Islam, dkk., 2016). Menurut Rahayuningtyas dan Kuala (2016), faktor-faktor yang berpengaruh dalam proses pengeringan antara lain suhu, kelembapan udara, laju aliran udara, kadar air awal bahan dan kadar air akhir bahan.

Gambar 3 menyatakan aliran udara pada tiap-tiap rak. Dilihat pada rak bagian bawah (rak 1) paling mendapatkan meningginya temperatur dikarenakan lebih dekat dengan pemanas. Sedangkan rak 2 dan lainnya memperoleh energi panas yang tersirkulasi dari rak 1. Rak yang berada paling jauh dari sumber pemanas maka proses perambatan udara panas untuk mencapai 35°C lebih lama. Dari grafik diketahui bahwa rak 11 hanya mencapai temperatur 34°C.

Gambar 4 menginterpretasikan rata-rata temperatur udara selama 5 jam proses kering angin. Temperatur pada thermostat diatur pada 35°C, apabila temperatur ruangan pengering melebihi 35°C maka lampu pengering akan berhenti beroperasi dan temperatur akan turun. Setelah temperatur berada kurang dari 35°C maka lampu akan menyala kembali untuk menaikkan temperatur dan begitu selanjutnya sampai proses kering angin berakhir. Menurut Asril (2023), temperatur udara yang baik untuk proses pengeringan benih yaitu 32°- 43°C.



Gambar 3. Distribusi temperatur pada ruang tray drier



Gambar 4. Temperatur dalam tray drier

Energi yang dipakai selama proses pengeringan

Dalam penelitian ini, dilakukan pengujian fungsional mesin pengering selama 5 jam operasi atau pengeringan. Selama periode tersebut, wattmeter digunakan untuk mengukur konsumsi daya listrik mesin pengering. Hasil pembacaan wattmeter menunjukkan bahwa mesin mengonsumsi energi sebesar 2,272 kWh atau setara dengan 8179,5 kJ. Dalam 1 jam pengoperasian mesin pengering ini hanya membutuhkan energi listrik sebesar 2,272 kWh/5 jam, yaitu 0,4544 kWh. Energi yang diukur ini mencerminkan total energi yang diberikan kepada mesin atau energi input untuk menjalankan proses pengeringan biji semangka. Dengan asumsi Daya Listrik tersedia pada rumah petani 900 VA (Watt), harga listrik per kWh non-subsidi adalah Rp 1.350, untuk proses pengeringan biji semangka selama 5 jam adalah sekitar Rp 3.067,2. Dengan demikian, penggunaan energi dengan biaya yang relative murah ini sangat memadai untuk penggunaan dan pemberdayaan mesin pengering ini sangat memadai.

Kalor yang dilepas selama proses pengeringan

Selama proses pengeringan biji semangka, terjadi pelepasan kalor dalam bentuk energi. Biji semangka dengan massa 5,5 kg dikeringkan menggunakan tray drier selama 5 jam hingga menghasilkan kadar air akhir sebesar 20%. Biji semangka yang mempunyai massa kering

bahan sebesar 3,74 kg dan kadar air yang awalnya sebesar 32% kemudian mengalami penurunan sebesar 12% setelah mengalami proses pengeringan. Dengan panas jenis biji semangka ($3400 \text{ J/kg} \cdot ^\circ\text{C}$), perubahan suhu ($6 \text{ }^\circ\text{C}$), masa air yang diuapkan ($0,66 \text{ kg}$), panas laten penguapan air (2260000 J/kg). Makin tinggi kalor yang terisap dari bahan dan makin tinggi pengeluaran energi yang dibagikan pada kompresor, makin tinggi pula jumlah kalor yang terbuang (Ufie, 2021).

Pertama, energi yang diperlukan untuk memanaskan biji semangka sebesar 112200 J . Hal ini mengacu pada konsep termodinamika di mana energi panas (Q) diperlukan untuk meningkatkan suhu (ΔT) sebuah bahan dengan massa (m). Dalam hal ini, energi panas yang diserap oleh biji semangka diperlukan untuk meningkatkan suhu biji semangka dari suhu awal hingga suhu akhir. Kedua, energi yang diperlukan untuk menguapkan air dalam biji semangka sebesar 1491600 J . Proses ini melibatkan perubahan fase dari air menjadi uap selama pengeringan. Energi yang diperlukan untuk menguapkan air ditentukan oleh jumlah massa air yang diuapkan (m), yang dalam hal ini terdapat dalam biji semangka, dan panas laten penguapan air (L), yang merupakan energi yang diperlukan untuk mengubah satu kilogram air menjadi uap pada suhu yang sama. Energi yang diperlukan untuk mengeringkan biji semangka sebesar 1603800 J . Proses pengeringan biji semangka melibatkan penghilangan kadar air dari biji semangka secara keseluruhan. Energi ini melibatkan proses memanaskan biji semangka untuk menguapkan air yang ada di dalamnya dan menghilangkan kadar air hingga mencapai tingkat pengeringan yang diinginkan. Selama proses ini, energi panas diserap oleh biji semangka untuk menghilangkan air yang terkandung di dalamnya.

Efisiensi Pengeringan

Efisiensi pengeringan merupakan jumlah energi yang dibutuhkan untuk menguapkan air dari bahan dibagi dengan energi yang dihasilkan selama proses pengeringan dilakukan (Suhendar, 2017) dan (Widiaswanti dan Kartiningsih, 2023). Efisiensi mesin pengering ditentukan dengan membandingkan energi yang dihasilkan (energi panas pengeringan) dengan energi yang digunakan (jumlah energi untuk memanaskan bahan dengan energi untuk menguapkan air). Dalam kasus ini, energi yang dihasilkan dapat dihitung berdasarkan jumlah kalor yang dilepas selama proses pengeringan biji semangka, yaitu sebesar $1603,800 \text{ kJ}$. Sedangkan energi yang digunakan adalah energi yang dipakai selama pengeringan, yaitu sebesar $8179,5 \text{ kJ}$. Sehingga, dihasilkan efisiensi mesin pengering sebesar $19,59\%$. Hal ini menunjukkan bahwa mesin pengering hanya memanfaatkan sebagian kecil dari energi yang digunakan untuk menghasilkan kalor yang diperlukan dalam proses pengeringan biji semangka. Dalam upaya meningkatkan efisiensi, perlu dilakukan pengembangan dan penyesuaian pada mesin pengering untuk mengoptimalkan penggunaan energi dan mengurangi kerugian energi yang tidak diperlukan.

KESIMPULAN

Pengering rak yang dikembangkan pada penelitian ini menggunakan elemen pemanas lampu pijar yang dihembuskan dengan blower (dimodifikasi dari kipas angin duduk diameter 12 inch 55 Watt), kemudian dialirkan secara zigzag melewati ruang antar rak. Temperatur kering angin untuk penanganan benih semangka non-biji adalah 35°C . Pengeringan biji semangka menggunakan tray dryer dengan dimensi $620 \times 610 \times 1.210 \text{ mm}$ dan 11 rak. Mesin pengering mengonsumsi energi sebesar $2,272 \text{ kWh}$ atau setara dengan $8179,5 \text{ kJ}$, sementara kalor yang dilepas selama pengeringan adalah sebesar $1603,800 \text{ kJ}$. Efisiensi mesin pengering menggunakan mesin pengering tipe rak dibandingkan dengan pengeringan manual/tipe konvensional bersumberdaya sinar matahari didapatkan sebesar

19,59%. Untuk meningkatkan efisiensi, perlu dilakukan pengembangan pada mesin pengering untuk mengoptimalkan penggunaan energi.

PENDANAAN

Penelitian ini tidak menggunakan pendanaan eksternal.

CONFLICT OF INTEREST

Penulis menyatakan tidak ada konflik kepentingan dengan pihak mana pun. Pendanaan dilakukan secara mandiri sehingga dalam desain penelitian, pengumpulan, analisis, atau interpretasi data, penulisan naskah, atau dalam keputusan mengumumkan hasil penelitian dilakukan bersama antara penulis dengan tim peneliti.

DAFTAR REFERENSI

- Anjarsari, N. S. 2020. Perbandingan Sifat Fisikokimia Tepung Jamur Tiram Hasil Pengeringan Dengan Mesin *Rotary Vacuum Dryer* Sistem *Batch* Pada Dua Daya *Water Jet Pump* Berbeda. Politeknik Negeri Jember. <https://sipora.polije.ac.id/id/eprint/958>.
- Alit, I. B. dan I. G. B. Susana. 2020. Pengaruh kecepatan udara pada alat pengering jagung dengan mekanisme penukar kalor. *Jurnal Rekayasa Mesin*. 11(1):77-84. <https://doi.org/10.21776/ub.jrm.2020.011.01.9>.
- Asrianto, A., Jamaluddin, J., & Kadirman, K. (2018). Modifikasi Mesin Pengering Biji-Bijian dengan Bahan Bakar Tempurung Kelapa. *Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian*, 4, 222-231. <https://doi.org/10.26858/jptp.v4i0.7126>.
- Gunawan, I. (2014). Analisis Pendapatan Usahatani Semangka (*Citrullus Vulgaris*) Di Desa Rambah Muda Kecamatan Rambah Hilir Kabupaten Rokan Hulu. *Jurnal Sungkai*, 2(1). <https://doi.org/10.30606/js.v2i1.469>.
- Islam, H. I., N. Nabilah, S. S. Atsaurry, D. H. Saputra, G. M. Pradipta, A. Kurniawan, dan H. Syafutra. 2016. Sistem kendali suhu dan pemantauan kelembaban udara ruangan berbasis arduino uno dengan menggunakan sensor dht22 dan passive infrared (pir). *Prosiding Seminar Nasional Fisika (E-Journal)*. Vol 5: 1-6. doi: <https://doi.org/10.21009/0305020123>.
- Lubis, W., Karim, A., & Nasution, J. (2021). Limbah Kulit Buah Semangka (*Citrullus lanatus*) sebagai Bahan Baku Pembuatan Nata. *Jurnal Ilmiah Biologi UMA (JIBIOMA)*, 3(2), 49-55. <https://doi.org/10.31289/jibioma.v3i2.736>.
- Mulkan, A. dan T. Zulfadli. 2021. Pengaruh penggunaan blower pada kolektor surya sebagai alat alternatif untuk meningkatkan kualitas hasil pengeringan biji kopi di daerah Aceh. *Jurnal Polimesin*. 19(1) :35-39. doi: <https://dx.doi.org/10.30811/jpl.v19i1.2023>
- Nabila, T. I. (2022). Penanganan Pengeringan dan Pergudangan Bahan Baku Jagung untuk Pakan Unggas. *Jurnal Nutrisi Ternak Tropis dan Ilmu Pakan*, 4(1), 27-33. <https://doi.org/10.24198/jnttip.v4i1.37575>
- Nugrahini, T. 2015. Viabilitas Dan Pertumbuhan Benih Semangka Non Biji (*Citrullus Vulgaris* Schard) Terhadap Pengaruh Suhu Dan Biji Tergolong Tinggi Sehingga Tidak Jarang Sangat Mahal , Sehingga Untuk Mengatasi Samarinda , Pada Bulan Maret-Juni Amplas

- , Ayakan , Bola Lampu. *Jurnal Agrifor*. XIV(1):141-146. <https://doi.org/10.31293/af.v14i1.1113>.
- Nur, S., Latief, M. F., Yamin, A. A., & Syamsu, J. A. (2022). Kualitas fisik hasil pengeringan jagung sebagai bahan pakan menggunakan mesin vertical dryer. *Agribios*, 20(2),171-178. <https://doi.org/10.36841/agribios.v20i2.2280>.
- Puspasari, F., T. P. Satya, U. Y. Oktawati, I. Fahrurrozi, dan H. Prisyanti. 2020. Analisis akurasi sistem sensor dht22 berbasis arduino terhadap thermohygro meter standar. 1-6. <https://doi.org/10.12962/j24604682.v16i1.5776>.
- Rahayuningtyas, A. dan S. I. Kuala. 2016. Pengaruh suhu dan kelembaban udara pada proses pengeringan singkong (studi kasus: pengeringan tipe rak). *ETHOS (Jurnal Penelitian dan Pengabdian Masyarakat)*. 4(1): 99-104. doi: <https://doi.org/10.29313/ethos.v0i0.1663>.
- Rahmanto, R. H. dan R. B. S. Majanasatra. 2019. Analisis pengaruh variasi kecepatan putaran blower terhadap kinerja kolektor panas tenaga surya pelat tembaga dengan sekat vertikal. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*. 7(1): 40-47. doi: <https://doi.org/10.33558/jitm.v7i1.1903>
- Syafrida, M., Darmanti, S., & Izzati, M. (2018). Pengaruh Suhu Pengeringan Terhadap Kadar Air, Kadar Flavonoid Dan Aktivitas Antioksidan Daun Dan Umbi Rumput Teki (*Cyperus Rotundus L.*). *Bioma: Berkala Ilmiah Biologi*, 20(1), 44-50. <https://doi.org/10.14710/bioma.20.1.44-50>.
- Syahrul. S, R. Romdhani, dan M. Mirmanto. 2016. Pengaruh variasi kecepatan udara dan massa bahan terhadap waktu pengeringan jagung pada alat fluidized bed. *Dinamika Teknik Mesin*. 6(2):119-126. <https://doi.org/10.29303/d.v6i2.15>
- Soekarno, S., Nadzirah, R., Indarto, Lestari, Ning Puji , Bahariawan, A., dan Karimah, N. 2023. Pengendalian Suhu Ruang Pada Mesin Pengering Vertikal Tipe Rak (Vertical Tray Dryer) Dalam Pengeringan Biji Jagung (*Zea Mays L.*), *Jurnal Rekayasa Pertanian dan Biosistem*, 11(1), 113-124. <https://doi.org/10.29303/jrpb.v11i1.454>.
- Sunarlim, N., Zam, S. I., & Purwanto, J. (2012). Pelukaan Benih dan Perendaman dengan Atonik pada perkecambahan Benih dan pertumbuhan Tanaman semangka non-Biji (*Citrullus vulgaris Schard L.*). *Jurnal Agroteknologi*, 2(2), 21-24. <http://doi.org/10.24014/ja.v2i2.124>.
- Suwati S. Romansyah E. Syarifudin . Jani. Y. Purnomo. H. A, Damar. D. and E. Y. 2021. Comparison between Natural And Cabinet Drying On Weight Loss Of Seaweed *Eucheuma Cottonii* Weber-Van Bosse. *Agricultural Productivity and Sustainability Improvement in Tropical Region Comparison*. <https://doi.org/10.17582/journal.sja/2021/37.s1.01.08>.
- Ufie, R. 2021. Kaji eksperimental pemanfaatan kalor buangan kondensor untuk kebutuhan pengeringan. *ALE Proceeding*. 1(April):102-107. <https://doi.org/10.30598/ale.1.2018.102-107>.

Widiaswanti, E., R. Yunitarini., T. Novianti,, dan A. Kartiningsih.. 2023. Investigasi kajian kinetik pengeringan jahe dalam pembuatan simplisia. *Jurnal Serambi Engineering*. 8(1): 4413-4421. doi: <https://doi.org/10.32672/jse.v8i1.5141> .